FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA – MULTIVIX

ARQUITETURA E URBANISMO

RECONFIGURAÇÃO ACÚSTICA DO ESPAÇO CULTURAL DE MUCURICI - ES

JOYCE SOARES KRETLI

NOVA VENÉCIA

2018

RECONFIGURAÇÃO ACÚSTICA DO ESPAÇO CULTURAL DE MUCURICI - ES

JOYCE SOARES KRETLI

Trabalho final de graduação em Arquitetura e Urbanismo apresentado à faculdade brasileira – MULTIVIX como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo. Orientadora: Carolina Oliveira Wagmacker.

NOVA VENÉCIA

2018

RECONFIGURAÇÃO ACÚSTICA DO ESPAÇO CULTURAL DE MUCURICI - ES

JOYCE SOARES KRETLI

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo apresentado à Faculdade Brasileira - MULTIVIX, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em ___ de _____ de ___

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Arquiteta e Urbanista Prof.ª Carolina Wagmacker
Faculdade Brasileira – MULTIVIX
Orientadora

RESUMO

O Espaço Cultural de Mucurici foi construído para que ensaios culturais, como música e dança, fossem realizados no local. Entretanto, a vizinhança imediata se sentiu incomodada com o ruído. A BAMMUC (Banda Musical de Mucurici) teve seus instrumentos e ensaios transferidos para local inapropriado, inutilizando o espaço destinado a ela no Espaço Cultural. Logo depois, surgiu o grupo de teatro e dança Estirpe, que corre o risco de também ter suas atividades interrompidas, por utilizar de som alto para se prepararem para suas apresentações. O presente trabalho expõe a reconfiguração acústica do referido local, apresentando soluções para prevenir a interrupção dos ensaios do grupo de teatro e dança, e, principalmente, para que a BAMMUC retorne ao seu devido local de ensaio. Como consequência da reconfiguração, o espaço ganhará, além de isolamento acústico, uma boa reverberação interna. Existe a possibilidade de a reconfiguração acústica eliminar o problema por completo, e também de apenas reduzi-lo. E, caso apenas ocorra a redução, deve ser analisado se é o suficiente para que se chegue ao principal objetivo.

Palavras-chave: Reconfiguração Acústica; Ruído; Música.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mucurici no Espírito Santo.....4
Figura 2 – Fachada do Espaço Cultural de Mucurici 5
Figura 3 - Os diferentes setores dos estudos acústicos 5
Figura 4 – Grupo de teatro e dança Estirpe 7
Figura 5 – Corpo musical da BAMMUC 8
Figura 6 - Troféus da BAMMUC 10
Figura 7 - Reforço e distribuição sonora 19
Figura 8 - Níveis de som e rumores internos 21
Figura 9 – Câmara anecoica da Microsoft 22
Figura 10 – Câmara reverberante da UFSM 24
Figura 11 – Reconstrução digital com base em relatos da edificação antes da última reforma 25
Figura 12 – A edificação a partir de 2007 26
Figura 13 – Ambientes do Espaço Cultural de Mucurici 27
Figura 14 – Inclinação da rampa 31
Figura 15 – Barras de apoio 32
Figura 16 – Nível de critério de avaliação em dB (decibéis) 33
Figura 17 – Valores na perda da transmissão 33
Figura 18 – Proposta de vedação de brechas nas portas 34
Figura 19 – Problema na vedação das janelas 35
Figura 20 – Proposta de vedação de brechas nas janelas (vista) 35
Figura 21 – Proposta de vedação de brechas nas janelas (planta baixa) 36
Figura 22 – Pontos de medição externa da sala 1 37
Figura 23 – Chapa compensada 38
Figura 24 – Manta de chumbo entre chapas compensadas 39
Figura 25 – Abélia 40
Figura 26 – Tempo ótimo de reverberação 42
Figura 27 – Revestimento de parede e teto 44
Figura 28 – Espelho e piso cerâmico 44
Figura 29 – Janela de vidro 45
Figura 30 – Porta de madeira 45

Figura 31 – Chapa acústica 48
Figura 32 – Placa de papelão-gesso 49

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....4

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO AO SOM E RUÍDO.....15

1.1 Soluções iniciais contra o ruído 15

1.1.1 Buscando soluções no passado 17

1.2 Propriedades sonoras 18

1.3 Como dar início a um projeto acústico 19

1.4 Soluções construtivas contra o ruído 19

1.4.1 *Absorção* 20

1.4.2 *Isolamento* 22

1.5 Câmara anecoica da Microsoft 22

1.5.1 O volume, os materiais e a estrutura 23

1.6 Câmara reverberante da UFSM 24

Capítulo 2 - CONHECENDO O LOCAL 24

2.1 Quanto à Arquitetura 26

2.2 Ambientes em que a intervenção acústica é conveniente 26

2.3 Problemáticas encontradas na acústica do local 27

2.3.1 Materiais de revestimento 27

2.3.2 Distância entre fonte e receptor 28

Capítulo 3 – PROPOSTAS DE SOLUÇÕES 28

3.1 Inclinação da rampa do acesso principal 29

3.2 Acessibilidade nos lavabos 31

3.3 Esquadrias do fundo da edificação 32

3.4 Soluções de isolamento acústico 32

3.4.1 Sala 1 36
3.4.2 Sala 2 38
3.4.3 Vegetação como barreira 39
3.5 Soluções de reverberação interna 40
3.5.1 Atualmente 43
3.5.2 Proposta 48
3.6 Memorial Descritivo 51
CONSIDERAÇÕES FINAIS 64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66

INTRODUÇÃO

O objeto de estudo e idealização de intervenção é o Espaço Cultural de Mucurici, situado no centro do município de Mucurici, no estado do Espírito Santo.

Mucurici é uma pequena cidade, que abriga uma população estimada de 5.861 habitantes (IBGE, 2010). Está situada no extremo norte do estado do Espírito Santo, como mostra a figura 1. Fica a aproximadamente 345 km da capital Vitória.

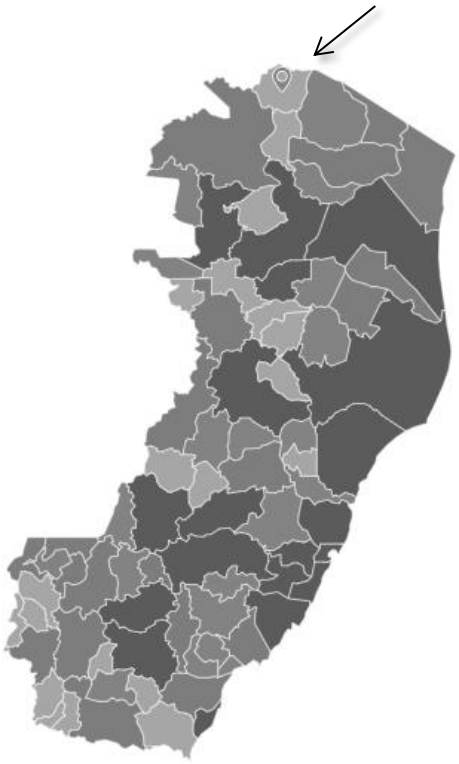


Figura 1 - Mucurici no Espírito Santo - Fonte: IBGE, 2010. Intervenção do autor.

Localizado no centro da cidade, o Espaço Cultural (Figura 2) atualmente está em uso e atende ensaios do grupo de teatro e dança Estirpe durante a noite; durante o dia serve como local de trabalho para alguns dos funcionários que atuam na Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte; e já foi o local de ensaio da Banda Musical de Mucurici (BAMMUC).

Figura 2 - Fachada do Espaço Cultural de Mucurici - Fonte: Acervo pessoal.

“A acústica é a ciência do som.” (BISTAFA, 2011, p.6), e existem inúmeros campos específicos de estudo sobre ela. (Figura 3).

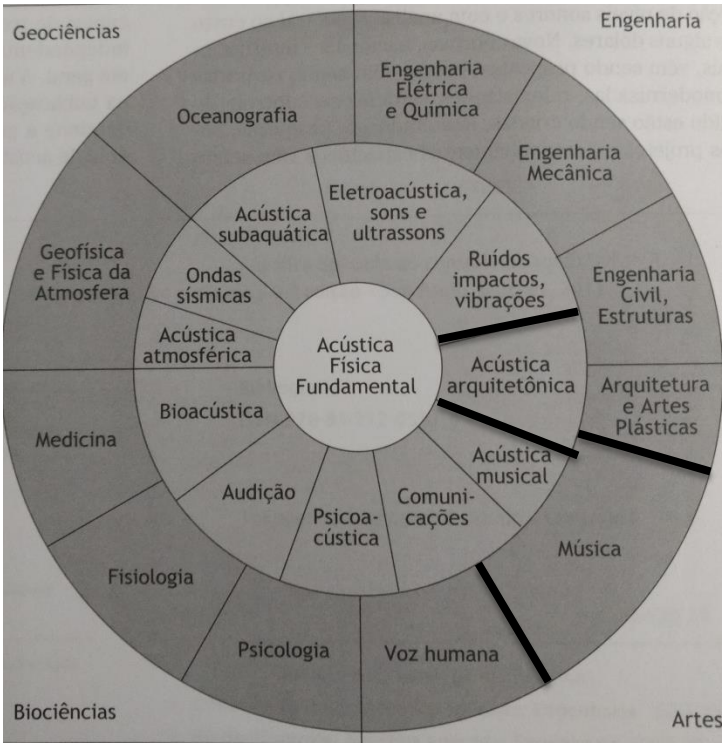


Figura 3 - Os diferentes setores dos estudos acústicos - Fonte: BISTAFA, 2011, p. 6. Intervenção do autor.

A acústica de um ambiente geralmente não é levada em consideração no ato do planejamento de ambientes em que um estudo da mesma não é um item pertinente no programa de necessidades, ou *brieffing.* Um projeto acústico é mais considerável em locais onde a propagação do som é uma das atrações mais relevantes, se não a mais importante em determinado local, como, por exemplo: cinemas, teatros, salas de gravação, etc. Souza; Almeida; Bragança (2016) destaca que desde a

criação dos teatros gregos e romanos ao ar livre na antiguidade, a acústica se mostra com um grande valor projetual.

Em locais onde a qualidade do som não é levada em consideração, o projeto acústico não é considerado relevante, durante a concepção dos outros projetos (arquitetônico e complementares). Nesse caso, geralmente o projeto acústico é requerido depois de já materializada a obra, como uma forma de ajustar a acústica de um ambiente.

Escolas, faculdades e instituições de ensino em geral, grandes igrejas, casas de show e boates, auditórios, salas de reunião, locais de ensaio como preparação para apresentações culturais, locais onde acontecem apresentações culturais, entre outros, são exemplos de locais que deveriam requerer projeto acústico.

“Para o arquiteto, a acústica é mais um dos componentes e instrumentos que subsidiam o projeto e que, por isso mesmo, deve ser considerado desde a fase do levantamento de dados.” (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 13).

> Diante de tantas fontes de ruído atualmente existentes, atuar acusticamente é, sem dúvida, um grande desafio, mas que não pode ser ignorado. A utilização de princípios acústicos em projetos pode levar a muitas soluções arquitetônicas, sem restringir a criatividade do arquiteto. Para isso, porém, é preciso observar, estudar e saber OUVIR A ARQUITETURA. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 13).

A acústica é uma disciplina obrigatória na grade curricular durante a formação de um arquiteto. E é de sua responsabilidade cuidar desse assunto respeitando leis e normas ou mesmo responder por sua omissão ou seu desconhecimento. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016).

É lógico pensar que uma repaginação e reconfiguração acústica acontecem também em locais que foram ou serão alvos de reuso. Locais que tinham determinada funcionalidade, e passaram ou passarão a ter outra.

Brandão (2016) afirma que a qualidade acústica já se tornou uma norma social que é inserida em diversos tipos de salas; tais normas já são aplicadas em países como América do Norte e Japão.

Quanto ao Brasil, diversas novas normas sobre o assunto estão sendo revisadas e logo entrarão em vigor. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016)

> Passamos boa parte de nossas vidas realizando atividades em ambientes nos quais o principal meio de comunicação é o som. Nas nossas residên-

> cias, escolas, salas de reunião, escritórios, restaurantes, teatros, salas de concerto etc., desejamos entender a mensagem falada, apreciar a música ou um bom filme. Dado o tempo que gastamos nesses ambientes em nossas atividades diárias, é impressionante pensar que a quantidade de informação disponível para o projeto acústico dos diversos tipos de salas ainda é relativamente limitada. (BRANDÃO, 2016, p. 13).

O que se deseja expressar é que o som não tem a devida atenção. Ele está presente no nosso dia-a-dia em quase totalidade, porém, a qualidade acústica é ignorada na maioria das vezes.

Voltando-nos para o tema do presente trabalho, a acústica do local proposto já deveria ter sido pensada na concepção do projeto de reforma para se tornar o Espaço Cultural, visto que seria um local que sediaria ensaios barulhentos, que causariam ruídos indesejados. Isso já era sabido desde o início da idealização do lugar.

Atualmente, existem funcionários públicos da Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte que trabalham durante o dia no Espaço Cultural. Porém, os mesmos não são o motivo da iniciativa de reconfigurar a acústica do local. A problemática atualmente acontece por dois fatores: Banda Musical de Mucurici (BAMMUC) e grupo de teatro e dança Estirpe

O ator Santos (2018), que é um dos integrantes do Estirpe, afirma em entrevista que o grupo (Figura 4) possui 15 integrantes, e a BAMMUC (Figura 5), segundo o maestro Cruz, possui 45 integrantes.

Figura 4 – Grupo de teatro Estirpe - Fonte: Acervo pessoal.

Figura 5 – Corpo musical da BAMMUC - Fonte: Acervo pessoal.

Os vizinhos do Espaço Cultural conseguiram mudar o local de ensaio da BAMMUC por meio de reclamações. A banda, que estava presente no local todas as terças (pela manhã e pela noite), quintas (pela manhã) e sextas (pela manhã e pela noite), emitiam no local som por meio de instrumentos musicais como clarinete, saxofones alto, tenor e barítono, bombardino, trombone, trompete, flautas doce e transversal, bateria, etc., de forma que incomodava mais que o grupo de teatro por emitir poluição sonora em grande quantidade. Os ensaios do grupo de teatro e dança Estirpe, que acontecem no local periodicamente durante o período noturno, necessitam de recursos sonoros como grandes e barulhentas caixas de som, e essa necessidade acaba por incomodar os vizinhos.

Os alunos e o maestro, mesmo com a existência de um ótimo e bem estruturado espaço cultural, tiveram de mudar seu local de ensaio. Hoje, são feitos no ginásio da quadra poliesportiva do município. Dependendo da agenda do local, precisam cancelar suas atividades, pois os outros munícipes podem necessitar do local para realizar jogos esportivos, celebrações religiosas de grande porte, aniversários, recepções de casamento, etc.

A problemática protagonista se encontra no desafio de levar os ensaios da banda de volta ao espaço cultural, sem incomodar a vizinhança com o ruído dos instrumentos. Costa (2003) afirma que ruídos são sons desagradáveis, e o desconforto

aumenta à medida que aumenta o número de notas e a frequência dos sons. “Dá-se o nome de frequência de uma onda sonora ao número de vibrações completas executadas pela mesma em um segundo.” (COSTA, 2003, p. 3).

A arquitetura aponta resolução para esse problema por meio do estudo do Conforto Ambiental, mais especificamente pela acústica.

A seguir, abordar-se-á um pouco sobre a importância da banda musical para a cidade, e sobre como a mesma é significativa para a cultura do município e como é querida e elogiada pelos munícipes.

A banda existe desde o ano de 2006, tendo surgido com a criação do Projeto Toque e Cante Mucurici. Os alunos tinham ensaios em uma pequena sala existente nos fundos da quadra poliesportiva do município.

Surgiu a ideia da implementação de um Espaço Cultural na cidade, e tal ideia foi levada a diante e o centro foi idealizado e executado. A chegada do novo centro cultural, no ano de 2007, foi um importante passo para a cultura não só do município, mas também da região. O corpo musical pôde acolher mais alunos e mais instrumentos. As apresentações da banda não acontecem no local, que sedia apenas os ensaios.

Os alunos tinham a opção de escolher quais aulas queriam ter: aulas de instrumentos de sopro e leitura de partituras, com o maestro Ricardo Cruz, que, atualmente, ainda trabalha regendo os alunos; e aulas com a professora Rosa Saron, que, na época, ministrava teclado e de dança. Hoje não mais, pois só quem se manteve na área de ensino e instrução no Projeto Toque e Cante foi o maestro Ricardo Cruz.

Vale ressaltar que as aulas são ministradas sem nenhum fim lucrativo. É a prefeitura quem mantém o emprego de um professor capacitado, bem como a manutenção dos instrumentos musicais e uniformes para os alunos.

Os músicos, por sua vez, realizam apresentações tanto no município, reforçando a cultura do local, quanto nas cidades vizinhas e encontros regionais de bandas, levando o nome de Mucurici para várias cidades do estado do Espírito Santo, e até mesmo divulgando seu nome em âmbito nacional. Chegou a ganhar três troféus em um campeonato nacional, levando o troféu de vice-campeão em três categorias do CONFABANI (Concurso Nacional de Fanfarras e Bandas), em 2014, sendo elas: Corpo Musical, Baliza e Maestro. (Figura 6). Os músicos e o maestro disseram em entrevista, que pode ser observada em anexo, que houve uma mudança para pior

na qualidade dos ensaios desde que passaram a ensaiar fora do Espaço Cultural e que, se dependesse deles, os ensaios retornariam para o local.

Para Pires (2018) integrante da BAMMUC,

> O novo local não tem estrutura para uma banda. Não há espaço para guardar instrumentos e uniformes. Em geral, o local não é adequado para os ensaios. Além de ficar localizado no centro da cidade, próximo a igrejas, hospital e residências. Ou seja, se a ideia era trocar o local por conta do barulho, não adiantou de nada.

A musicista diz ainda que

> o Espaço Cultural de Mucurici foi considerado uma das melhores estruturas no estado cedidas para uma banda. Os alunos tinham mais segurança, os professores conseguiam trabalhar com mais conforto e qualidade, dentre vários outros motivos. A questão era acústica. Nada que um bom projeto de reforma não pudesse resolver.

Segundo o maestro Cruz (2018),

> O novo local não possui estrutura para acomodar os itens que agora ficam entulhados. Precisamos de um depósito para acomodar instrumentos, cadeiras, pastas, estantes, etc. É necessária uma sala grande para o conforto dos alunos e para um maior rendimento e aproveitamento dos ensaios.

Figura 6 - Troféus da Banda Musical de Mucurici - Fonte: Acervo pessoal.

O sucesso da banda requer muita preparação, porém, essa preparação é barulhenta. Os vizinhos suportaram o ruído até certo momento, e um deles reclamou

sobre o barulho excessivo às autoridades competentes, que vieram a requerer a parada das atividades no local.

O grupo de teatro e dança surgiu logo depois, e ainda não foi alvo de reclamações. Todavia, como forma de prevenção, é necessária uma reconfiguração acústica bem pensada, tanto para prevenir o afastamento do grupo de teatro e dança, quanto para retornar com as atividades de ensaio da banda musical.

Em entrevistas, presentes em anexos, todos reconhecem a Banda Musical de Mucurici como uma grande referência cultural para o município. Vizinhos, músicos, funcionários da Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte, integrantes do grupo Estirpe e maestro da banda.

É primordial que se tenha em mente que a vizinhança não deve ser vista como vilã por ter causado o afastamento referido. Não se deve acreditar que são inconvenientes por quererem o silêncio que têm direito. O importante é que se encontre uma maneira de solucionar o problema achando um meio termo entre as duas partes: que agrade os artistas e não incomode a plateia involuntária. Os vizinhos, em entrevista, revelam que os ensaios incomodavam e que se dependesse deles, os músicos não retornariam a se preparar no local, a não ser que houvesse o referido tratamento acústico.

Os vizinhos estão munidos do Artigo 42 da Lei das Contravenções Penais, Decreto-Lei nº 3.688 (1941), que diz em seu inciso lll que abusar de instrumentos sonoros ou sinais acústicos pode perturbar o sossego alheio e pode gerar pena simples ou multa, embora, no caso, não configure abuso.

Em entrevista, os funcionários Santos e Prates (2018) que trabalham no local período diurno, disseram que os ensaios não os atrapalhariam desde que continuassem acontecendo apenas à noite.

Os ruídos que precisam ser emitidos nos ensaios são intensos por se tratar de diversas fontes sonoras, quase todas com intensidade elevada. Para Souza; Almeida; Bragança (2016) mesmo que seja uma música, todo som indesejável à atividade humana é considerado um ruído.

No desenvolvimento do trabalho, serão levantadas e propostas as devidas soluções. É possível que as alterações sugeridas sejam suficientes para solucionar o problema, todavia, também pode acontecer da reconfiguração não resolver completamente o problema com a falta de isolamento. Levanta-se também a questão de que se a reconfiguração não resolver o problema em totalidade, o resultado final se-

ria o suficiente para não incomodar tanto os vizinhos do Espaço Cultural. Uma última análise e um parecer do desfecho serão apresentados na conclusão do presente trabalho.

Toma-se como objetivo geral deste trabalho a requalificação acústica do Espaço Cultural de Mucurici para que a Banda Musical de Mucurici (BAMMUC) possa retornar com os ensaios no local sem incomodar a vizinhança imediata, e que a mesma não se incomode também com os ensaios do grupo de teatro e dança Estirpe que, por enquanto, continuam com as atividades no local.

O controle de ruído é uma medida que irá agradar a parcela que se diz prejudicada: a vizinhança. Aproveitando o estudo de isolamento do som, será feito também um estudo de controle de reverberação dentro das salas de ensaio, para que os artistas também sejam beneficiados com a iniciativa, o esperado é que o som não incomode externamente e que tenha uma boa qualidade internamente, para melhor aproveitamento nas preparações das apresentações dos grupos.

Os objetivos específicos a serem adotados para que seja possível a realização do objetivo geral são: levantamento arquitetônico do local, pois o mesmo é inexistente; levantamento dos materiais do piso, parede e teto de todos os ambientes para análise e crítica da atual situação de isolamento e reverberação do som no local; consulta à opinião e coleta de depoimentos dos alunos da banda, do maestro e dos integrantes do grupo de teatro e dança, para saber das necessidades dos mesmos, se tratando de dimensões e carências quanto ao som; consulta e coleta de depoimentos da vizinhança imediata para conhecer a problemática através de quem convive com o problema em questão, pois de nada adianta realizar estudos e levantar dados para ter um conforto auditivo, se não for sabida a opinião de quem mais se prejudica na situação; consulta e coleta de depoimentos dos funcionários públicos da Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte que ocupam o local durante o período diurno, para saber se a intervenção viria a afetar sua produtividade de alguma forma, positiva ou negativamente.

Serão utilizadas as devidas fórmulas matemáticas que pedem a ciência da acústica. Depois do levantamento de dados, é preciso ter um embasamento mais técnico quanto a quantitativos e conclusões exatas. As fórmulas serão extraídas tanto de bibliografias, quanto de normatizações que regem o assunto.

É requerido o uso de câmera fotográfica para realizar levantamento fotográfico de todos os ambientes em que será idealizada a intervenção, para dar continui-

dade ao trabalho sem que seja necessária uma frequente visitação ao local para conferência de pequenos detalhes; também para que seja possível provar no presente estudo tudo o que se disser, em forma de imagens.

Serão feitas pesquisas para entender a necessidade de cada ambiente. Tudo o que se diz deve ser provado e/ou referenciado, e tais referências são tiradas de bibliografias, artigos e normatizações.

Será utilizado um objeto denominado decibelímetro (aparelho que mede a intensidade sonora em decibéis). Este método de utilização do decibelímetro está ligado ao método da aplicação de fórmulas, pois, depois de recolher as devidas intensidades sonoras, as mesmas serão aplicadas nas bases para cálculo.

Será feita a representação gráfica de todos os itens e dados a serem levantados, por meio do *software* AutoCAD, para melhor compreensão do levantamento arquitetônico, atuais revestimentos, e idealização de reconfiguração. Após o uso do referido *software,* as representações serão transformadas em formato PDF para que possam ser inseridas no desenvolvimento da pesquisa, em uma formatação compreensível.

Para que o levantamento arquitetônico seja possível, será preciso recorrer ao uso da trena, instrumento de medida, seja ela em metros ou centímetros. Tais medidas serão registradas de imediato em papel, para depois serem transferidas para o *software* que será utilizado, para melhor compreensão.

A representação do levantamento arquitetônico, bem como do projeto de reforma e da nova configuração, serão apresentados em forma de anteprojeto.

Os assuntos a serem abordados no desenvolvimento do trabalho serão divididos em quatro capítulos, podendo haver títulos secundários. Tais capítulos serão discorridos detalhadamente em uma etapa mais adiante no trabalho. O que se lê na presente etapa é uma apresentação superficial dos mesmos, como forma de introdução ao assunto.

Primeiramente, conheceremos o Referencial Teórico (Introdução ao Som e Ruído), como capítulo um, que dará embasamento para os capítulos seguintes. Tem como conteúdo as principais referências encontradas nas bibliografias eleitas. Sempre existindo relação com o tema da pesquisa.

O segundo capítulo (Conhecendo o Local) tem como conteúdo as características do Espaço Cultural em geral; serão apresentados seus dados, levantamento arquitetônico, fotos, histórico do local, etc. É onde se conhecerá fisicamente e histo-

ricamente o local. Conheceremos o local pela visão de seus frequentadores, e sua vizinhança. Será exposta a atual situação para mostrar o lugar ao leitor fazendo com que o próximo capítulo seja mais facilmente compreendido.

> Identificar os sons e as atividades que interferem no projeto, bem como o projeto se insere no local sem prejudicá-lo acusticamente, requer o levantamento e a análise de dados relacionados às atividades e à ocupação do solo, à localização e às características das ruas, estradas e vias, à conformação topográfica, ao posicionamento e às características das edificações vizinhas, às áreas diretamente sensíveis ao projeto e às eventuais características que possam se relacionar ao ambiente. Enfim, são necessários dados que são normalmente levantados na etapa preliminar de projetos, porém conferindo-lhes observações e significados acústicos. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p.46).

Serão também apresentadas as problemáticas que foram encontradas, para apresentar suas soluções no capítulo seguinte. Nesse capítulo poderão ser encontradas as inadequações que levaram à idealização da intervenção e incentivo à pesquisa sobre o tema. Bem como uma visão crítica sobre tais problemas.

O capítulo três (Propostas de Soluções) trata da resolução da problemática, seja por completo ou parcialmente, por meio de repaginação de materiais ou intervenções arquitetônicas em geral, se necessário – na geometria espacial do recinto, em volume ou em forma, nas dimensões das esquadrias. A solução acontecerá de forma mista. Tendo como cabível solução a aplicação de mais de uma técnica. Sempre estando de acordo com a bibliografia e referencial eleitos.

Na conclusão será feito um apanhado geral de todo o desenvolvimento do estudo e do projeto – desde a introdução, passando por todos os capítulos – incluindo uma detalhada análise sobre os resultados alcançados. Serão levantadas e sanadas as seguintes suposições: Se a intervenção resolveria em totalidade o problema apresentado ou somente o diminuiria; Se o diminuir, haveria a possibilidade de a BAMMUC (Banda Musical de Mucurici) retornar os ensaios no Espaço Cultural, e o grupo de teatro e dança Estirpe continuar com as atividades lá sem que incomode a vizinhança; E se a vizinhança aceitaria que, caso o problema fosse apenas parcialmente solucionado, os ensaios retornem.

1 INTRODUÇÃO AO SOM E RUÍDO

Existe diferença nas definições de som e ruído. O som é uma sensação produzida no sistema auditivo, enquanto o ruído é um tipo de som caracterizado como um som indesejado, na maioria das vezes. (BISTAFA, 2011).

O som se propaga a partir de estruturas vibrantes. Há uma trajetória de transmissão do som que tem sempre três envolvidos: a fonte sonora, a trajetória de transmissão e o receptor. O receptor a se analisar é geralmente um humano, e, na maioria das vezes, se sente incomodado com o ruído. (BISTAFA, 2011).

O ruído passou a incomodar as pessoas desde que elas passaram a viver em cidades. O som indesejado permeia as atividades humanas durante todo o dia; é perceptível e pode-se comprovar apenas com um passeio breve pela cidade. Viver em comunidade pode ser estressante, e um dos motivos é ter que tolerar, mesmo que até certo ponto, os ruídos de outras pessoas, como: buzinas, fábricas, meios de comunicação que utilizam o som, música, shows de grande porte, carros de som, entre muito outros exemplos. “Os problemas relacionados ao ruído incluem perda de audição, *stress*, hipertensão, perda de sono, falta de concentração, baixa produtividade, deterioração da qualidade de vida e redução de oportunidades de repouso.” (BISTAFA, 2011, p. 7).

Os sons indesejáveis têm influenciado na tomada de decisões dos consumidores, quando escolhem um aparelho mais silencioso ao invés de um que produz ruído em excesso, ou quando escolhem comprar um imóvel em local que não tem tanto tráfego de veículos ou outras fontes de poluição sonora. Em contrapartida, a completa eliminação do ruído não é, geralmente, o objetivo, pois pode ser perturbador estar em um lugar em que se pode ouvir o barulho do próprio organismo - sistema digestivo, batimentos cardíacos, entre outros -, como é o caso de ambientes como a câmara anecoica. Sendo assim, o objetivo mais comum quanto a sons indesejados é a sua redução, e não a sua completa eliminação. (BISTAFA, 2011).

1.1 Soluções iniciais contra o ruído

O autor define o objetivo a ser alcançado pela presente pesquisa como “redução de ruído”. “[...] é uma medida do nível de redução na propagação sonora entre a

fonte e o receptor." (BISTAFA, 2011, p. 327). Segundo Bistafa (2011), a distância entre a fonte e o receptor é inversamente proporcional à intensidade do ruído: quanto maior a distância, menor o ruído. Esta é uma medida de redução do ruído em sua trajetória de transmissão. Outrossim, existe a possibilidade de redução do ruído através do enclausuramento ou isolamento da fonte. Há também a alternativa de resolver um problema de som indesejado com o chamado mascaramento.

> Ocorre o mascaramento quando um som interfere na percepção de outro [...] tons de baixa frequência podem interferir na capacidade de perceber tons de alta frequência. [...] tons de alta frequência têm menor capacidade de interferir na percepção de sons de baixa frequência. (BISTAFA, 2011, p. 79).

A primeira coisa a ser feita para calcular o campo acústico no interior de uma sala é resolver os problemas com a baixa frequência. É de grande utilidade dizer que quando se fala em baixas ou altas frequências, se trata do comprimento de onda e uma dada dimensão de interesse (BRANDÃO, 2016), nesse caso, um recinto fechado.

Para Brandão (2016), tratando de acústica, qualquer problema físico voltado ao assunto tem sua resolução dependente de dois fatores: a volumetria 3D do elemento, que é de fácil entendimento graças a *softwares* (por exemplo SketchUp, AutoCAD, Revit, Rhinoceros, etc., existentes hoje em dia para esse tipo de desenho); conhecimento das condições do problema físico, que seria o conhecimento das formas e materiais que possui determinado ambiente – piso, parede, teto. Quanto mais complexos forem esses fatores, mais complexa será a sua descrição matemática. Porém, a complexidade da resolução matemática é proporcional à qualidade sonora quanto à absorção. Sendo assim, "uma sala retangular de paredes rígidas parece ser o pior tipo de situação que um projetista deverá controlar." (...) "Salas não retangulares são amplamente usadas em diversas aplicações como estúdios, câmaras reverberantes, etc." (BRANDÃO, 2016, p. 305).

> [...] é preciso criar a geometria da sala em três dimensões. A geometria da sala será composta por uma série de planos. De fato, cada superfície da sala (p. ex., piso, escadas, teto, paredes, palco, absorvedores, difusores, móveis etc.) será aproximada por um ou mais planos [...] Superfícies curvas, como tetos côncavos, serão, em geral, aproximados por uma sequência de planos. [...] Não é necessário modelar cada pequeno detalhe da sala com exatidão. Por exemplo, detalhes como pequenos objetos de decoração, maçanetas etc., embora importantes para uma impressão visual, são acusticamente "invisíveis". (BRANDÃO, 2016, p. 306).

Brandão (2016), assim como Bistafa (2011), acredita que há uma trajetória do som, porém, em uma sala o sistema seria sala-fonte-receptor. Quanto à fonte, é importante conhecer suas quatro características: sua posição dentro da sala, que, normalmente é dada por coordenadas – x, y, z; sua potência sonora, dada em Watts (W); sua direcionalidade, que diz respeito à forma como a energia é radiada no espaço; a orientação do seu principal eixo de radiação.

Quando fala em acústica estatística, Brandão (2016) defende que a geometria de uma sala pode ser construída para beneficiar a acústica, aplicando as devidas formas e materiais com coeficientes favoráveis para uma boa absorção ou reflexão. Logo, se pode controlar o direcionamento do som, e pode ser decidido se o mesmo será refletido ou absorvido pelo determinado material. Assim, podemos concluir que cada material possui um coeficiente de absorção e um de isolamento, sobre o isolamento:

> O isolamento sonoro de uma parede (ou partição) é função de sua massa, rigidez e amortecimento. Para uma parede simples, quanto maior a massa, maior tende a ser sua capacidade de isolamento acústico. A capacidade de isolamento é medida pela 'Perda de Transmissão' (PT ou Transmission Loss, TL, em inglês) dada em [dB]. (BRANDÃO, 2016, p. 476).

Existe um "tempo para que a energia sonora se reduza à milionésima parte da energia em regime estacionário" (BRANDÃO, 2016, p. 429), segundo Brandão, esse parâmetro pode ser denominado "Tempo de Reverberação". (BRANDÃO, 2016, apud SABINE, 1922).

> Com a teoria da estatística podemos, por exemplo, fazer estimativas iniciais do tempo de reverberação em uma sala e determinar quais os materiais serão usados no tratamento acústico e suas respectivas áreas. Isso permitirá bom ponto de partida para a modelagem por meio dos métodos baseados em acústica geométrica. (BRANDÃO, 2016, p. 426).

1.1.1 Buscando soluções no passado

Tomando exemplos do passado, Souza; Almeida; Bragança (2016) exalta a importância dos antigos teatros gregos e romanos ao ar livre. Desde aquela época a acústica tem mostrado sua importância projetual. Esses teatros além de serem grandes referências visuais e de beleza, são também acusticamente eficientes.

> Os romanos haviam construído muitos edifícios públicos de dimensões monumentais e com espaços internos mais amplos do que aqueles erguidos pelos gregos [...] Esses edifícios foram sendo adotados como espaço para serviços religiosos. Dessa forma, a basílica, anteriormente utilizada para atividades da corte e de comércio, passou a ser o local para as manifestações litúrgicas. (SOUZA et al., 2016, p. 18).

Segundo Souza; Almeida; Bragança (2016), as construções romanas deixaram uma grande e atemporal referência na área acústico-construtiva, como seus grandes volumes e seus materiais reflexivos – pedra e alvenaria. As igrejas dessa época podem ter influenciado o desenvolvimento da música através de sua acústica.

Tomando como exemplo o Teatro Olímpico em Vicenza, de Andrea Palladio, Souza et al. (2016) lembra que, em teatros como esse, a absorção sonora causada pelo grande público que o local suporta, compensa a grande reflexão causada pelos materiais, que, sem o público, torna o recinto bastante reverberante.

> De todo o mundo podem-se tirar excelentes lições. Algumas vezes, a excessiva absorção sonora de ambientes mostra a dificuldade de captação sonora causada pelo uso excessivo de cortinas, pelo aumento de áreas de palco ou pelo distanciamento entre público e palco para a alocação de orquestra. (...) Essas evidências foram deixadas nas edificações e indicam a importância de ser alcançado o conforto acústico para que a função 'ouvir' seja contemplada. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 21).

1.2 Propriedades sonoras

O ar é um meio de propagação do som, entretanto, o som também pode se propagar por superfícies sólidas, como uma parede, desde que esse meio possua capacidade de vibração, por menor que seja essa vibração. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016). "As vibrações sonoras propagam-se pelo ar em razão de pequenas alterações provocadas na pressão atmosférica, configurando-se como ondas sonoras." (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 25).

Grande parte das fontes sonoras possui diversas frequências – número de vezes que uma partícula passa por uma mesma fase de vibração -, é isso que determina o tom de cada som, é uma característica que torna cada som único e inconfundível. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016).

> Para que fique claro, destaca-se aqui a diferença entre altura e intensidade, em que a primeira se refere ao número de oscilações (frequência) e a segunda, à amplitude. A expressão 'aumentar o volume' de um som é, na prá-

> tica, aumentar sua intensidade, e não sua altura. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 26).

Para Souza; Almeida; Bragança (2016), é essencial o cumprimento da função acústica por meio do conhecimento das propriedades sonoras que influenciam a qualidade de dado espaço. O arquiteto tem as superfícies como itens básicos de trabalho; o desempenho acústico de um ambiente é influenciado pelas formas e materiais adotados.

“A reflexão, quando explorada arquitetonicamente, por meio de formas e direcionamento apropriados de espelhos acústicos, é um excelente instrumento para permitir o reforço e distribuição sonora, aumentando a intensidade [...]” (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 36). (Figura 7).

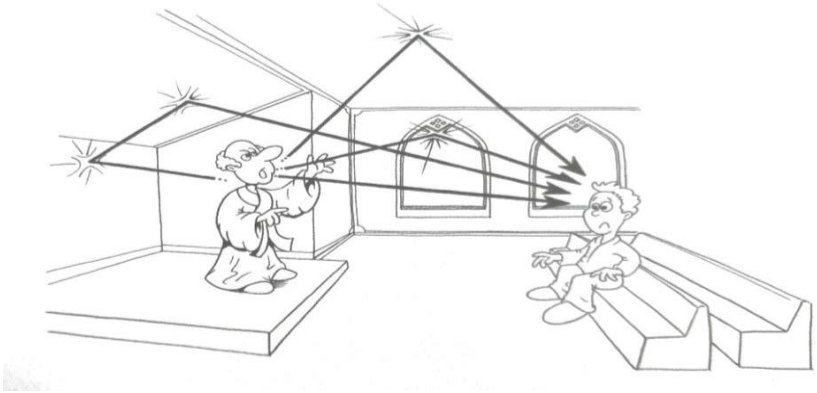


Figura 7 - Reforço e distribuição sonora - Fonte: SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 36.

1.3 Como dar início a um projeto acústico

Como sabemos, para se dar início a um projeto acústico é preciso ter em mãos todos os dados físicos referentes ao local e seu entorno. (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016)

“Uma vez identificadas as possíveis fontes de ruído e suas formas e propagação, podem ser tomadas medidas para garantir a qualidade acústica dos projetos, a partir da estipulação de critérios acústicos para sua implantação.” (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA 2016, p. 66).

1.4 Soluções construtivas contra o ruído

Sons ou ruídos indesejáveis que perturbam a audição, prejudicam a execução de atividades ou acarretam qualquer dano à saúde são também denominados rumores. Os estudos dos rumores podem ser de diversas naturezas; um deles é o técnico-construtivo, que estuda meios de reduzir os efeitos indesejáveis do som. (COSTA, 2003).

O que Bistafa (2011) chama de “Mascaramento”, Costa (2003) prefere denominar “Subtração de sensações auditivas”. Para ele, “[...] é comum na prática, quando desejamos isolar o ruído provocado por uma fonte definida dos demais ruídos existentes num determinado local (ruídos de fundo)”. (COSTA, 2003, p. 23).

1.4.1 Absorção

No caso do Espaço Cultural, a absorção será requerida para que haja uma reverberação adequada do som internamente.

“Quando uma onda sonora incide sobre uma superfície sólida, parte da energia sonora é absorvida devido o atrito e viscosidade do ar, transformando-se em calor.” (COSTA, 2003, p. 32).

> Quando uma onda sonora encontra um obstáculo, a energia sonora incidente fica subdividida em duas partes, uma que se reflete, e outra que penetra no segundo meio e que, portanto, pode ser considerada como absorvida pelo mesmo. Chamando de i_i a intensidade energética incidente, i_r a refletida e i_a a absorvida, naturalmente teremos: $i_i = i_r + i_a$. (COSTA, 2003, p. 30).

Costa (2003) afirma que o máximo que um material consegue absorver é 1.600Hz. Isso está ligado à dimensão dos poros do material. Tecidos, feltros, plásticos porosos, madeira aglomerada, etc., são materiais que possuem grandes coeficientes de absorção, em determinadas frequências. Isso se deve ao fato de serem materiais porosos.

Ainda tratando de absorção do som, Costa (2003) diz que a maioria dos materiais absorventes encontrados no mercado tem coeficiente variável de acordo com a frequência. Quando temos sons de diferentes frequências sendo emitidos, serão desigualmente absorvidas, gerando uma indesejável distorção do som original.

Quanto à espessura desses materiais absorventes, está ligada à sua capacidade de absorver: quanto mais espesso, maior o coeficiente de absorção. É também possível se aumentar o coeficiente de absorção usando a subdivisão em painéis.

Isso acontece pois a quantidade de barreiras pelas quais o som precisará passar vai ser maior. (COSTA, 2003).

É fato que sons de baixa frequência só são bem absorvidos por materiais com um grande coeficiente de absorção. E é um método eficiente aumentar a absorção por meio da disposição de revestimentos nas superfícies. Tem-se recorrido ao método de usar painéis vibrantes (metálicos ou de madeira) dispostos a certa distância das superfícies a serem revestidas, com o material absorvente por trás. (COSTA, 2003).

"Os painéis funcionam como ressonadores cuja frequência fundamental será 344/2l (onde l é a largura do painel), intensificando a absorção do som destas frequências que por refração atingem o intervalo situado entre o painel e a parede." (COSTA, 2003, p. 35).

> A pintura da superfície exposta ao som de um material absorvente reduz a sua capacidade de absorção. Assim, o verniz ou o esmalte usado como acabamento sobre um material destinado à absorção do som, devido ao fechamento de seus poros, pode acarretar a redução de sua capacidade de absorção de até 30%. (COSTA, 2003, p. 34).

Na tabela apresentada por Costa (2003), uma orquestra posicionada de 5 a 10 metros do receptor, impõe uma intensidade sobre o mesmo de 110 a 130 dB (decibéis). (Figura 8).

Fonte	Distância (M)	Potência (µW)	Intensidade (µW/cm²)	Laeq (dBA)
Conversação				
normal	1	5 - 20	10^{-5} - 10^{-4}	50 - 60
forte	1	100 - 1.000	10^{-3} - 10^{-4}	70 - 80
Canto				
médio	1	200 - 2.000	10^{-3} - 10^{-2}	70 - 80
forte	1	10^4 - 5 x 10^4	10^{-1}	90 - 100
Piano				
médio	1	500 - 2.000	10^{-3} - 10^{-2}	70 - 80
forte	1 - 3	10^5 - 10^6	1 - 10	100 - 110
Orgão				
forte	1 - 5	10^7	100	120
Orquestra				
forte	5 - 10	10^7 - 10^8	100 - 110	110 - 130
Rádio				
médio	1 - 3	100 - 1.000	10^{-3} - 10^{-2}	70 - 80
forte	1 - 3	5 x 10^3 - 3 x 10^4	10^{-2} - 10^{-1}	90 - 100

Figura 8 - Níveis de som e rumores internos - Fonte: COSTA, 2003, p. 73 – Adaptação do autor.

1.4.2 Isolamento

Quando o ruído passa a ser um grande incômodo, é possível que se recorra ao isolamento acústico para se resolver problemas com o som. Quanto a isso, pode-se adotar o que chama de “barreira acústica”, que pode ser um muro, parede, talude, etc., desde que seja capaz de diminuir a intensidade do ruído que chega ao ouvinte. A barreira acústica tem dois importantes aspectos a serem considerados no projeto: redução da captação sonora pelo ouvinte, e reflexão do som de volta para o campo acústico na região voltada para a fonte. E o sucesso da barreira depende de fatores como frequência dos sons, proximidade em relação à fonte, altura da barreira, massa da barreira, estanqueidade, movimentação do ar, entre outros. (SOUZA et al., 2016).

Para fins de isolamento, segundo Costa (2003) é possível intervir em paredes, piso, forro e enclausuramento de janelas e portas. O objetivo é manter o som emitido dentro do recinto. Um recurso muito utilizado é a sobreposição de superfícies: por exemplo, duas paredes de alvenaria, sobrepostas, com uma parcela de ar entre elas, atuam melhor do que uma parede com o dobro da espessura. Esta é uma solução bastante econômica.

1.5 Câmara anecoica da Microsoft

A câmara anecoica da *Microsoft* (Figura 9) é trazida como um primeiro estudo de caso, para que se entenda melhor sobre absorção do som.

Figura 9 – Câmara anecoica da *Microsoft* - Fonte: g1.globo.com

“Anecoica” é um adjetivo feminino que serve para definir uma coisa que tem pouco eco, que tem pouca ou nenhuma reflexão de som. Uma câmara anecoica seria um local fechado em que suas paredes se encontram cobertas de material absorvente do som, de forma que este quase não sofra reflexão. (INFOPÉDIA, 2013).

A câmara anecoica da *Microsoft* (Figura 9) está situada no Edifício 87, na sede da *Microsoft*, em Redmond, cidade localizada em Washington, nos Estados Unidos. Para projetá-la e concebê-la, foram necessários pouco menos de dois anos, foi construída pelo engenheiro Hundraj Gopal e sua equipe. É nela que acontecem os testes dos produtos da *Microsoft*. O local é considerado o mais silencioso do mundo, onde o som morre. Não foi à toa que em 2015 a sala ganhou o título mundial do silêncio; -20,6 decibéis foi o registro dos ruídos de fundo do local. Para termos com o que comparar, um sussurro mede, em média, 10 decibéis, e 0 decibéis é a média limite da audição humana, o que não impede que existam níveis negativos. O silêncio é tamanho que, se um avião decolasse do lado de fora, se escutaria pouco mais de um sussurro dentro da câmara. LeSalle Munroe, funcionário da *Microsoft*, afirma que se ficar por alguns instantes na sala, é possível ouvir seus olhos se movendo no globo ocular e o sangue fluindo dentro do seu corpo. (G1, 2017).

Antes de a câmara anecoica da *Microsoft* ser reconhecida pelo *Guinness Book*, o recorde era dos Laboratórios *Orfield*, nos Estados Unidos também. Gopal, o engenheiro, diz que o seu objetivo não foi intencionalmente quebrar o recorde, segundo ele, a sua intenção era criar um espaço com, no mínimo, 0 decibéis. (G1, 2017).

1.5.1 O volume, os materiais e a estrutura

A câmara em questão é basicamente um quadrado comum com seis superfícies, tendo cada uma 6,36 metros, e sendo revestidas com espuma isolante. No chão, por cima da espuma isolante, existe uma trama de cabo de aço. O segredo está na descontinuidade da construção. Para se chegar ao interior da sala, existem seis camadas de concreto. São várias outras salas envolvendo a câmara, cada uma com 30 centímetros de espessura, além de estar quase completamente desligada do prédio ao redor, sem fazer contato direto, pelo fato de estar sobre um sistema específico de fundação. (G1, 2017)

1.6 Câmara reverberante da UFSM

Tomemos como segundo estudo de caso a câmara reverberante utilizada pelos alunos do curso de Engenharia Acústica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). (Figura 10).

Figura 10 – Câmara reverberante da UFSM - Fonte: eac.ufsm.br

Na câmara reverberante, o som faz o serviço contrário à câmara anecoica. Enquanto na anecoica o som é absorvido, na reverberante o som é rebatido e multiplicado; o desejo, nesse caso, é que haja reflexão das ondas sonoras. No caso da câmara reverberante da Universidade Federal de Santa Maria, as reflexões do som são desejadas para fins de estudo. É um ambiente em que é possível ter o controle das condições acústicas. Para realizar perfeitamente sua função, uma câmara reverberante precisa ser volumosa e ter paredes rígidas e reflexivas, inclusive, a tinta utilizada no revestimento deve ter propriedades que deixem as paredes ainda mais colaborativas à reflexão. (Universidade Federal de Santa Maria, 2018).

A câmara utilizada na UFSM possui pouco mais de duzentos metros cúbicos, e é utilizada especificamente para determinar a potência sonora de uma dada fonte, e também descobrir coeficientes de absorção de determinado material estrategicamente posicionado na sala. (Universidade Federal de Santa Maria, 2018).

2 CONHECENDO O LOCAL

O edifício que hoje abriga o Espaço Cultural de Mucurici, antes de exercer a função de sede da Secretaria de Turismo, Cultura e Esporte do município, sediar os ensaios da Banda Musical de Mucurici e do Grupo de Teatro Estirpe, já teve outras funções; o que aumenta o valor da edificação, não financeiramente, mas sentimentalmente. É um lugar que sempre terá lembrança especial na vida de grande parte dos mucuricienses.

O espaço já foi o endereço de escola primária. Em entrevista, a ex-professora Rezende (2018) diz que ministrou aulas no local de ensino por volta do ano de 1973. Mantendo sua grande e marcante escada, alguns anos depois o local virou a unidade de saúde do município, dando espaço, mais tarde, para ser Biblioteca Municipal de Mucurici. Em todos esses usos, o local manteve sua configuração, sem grades e com esquadrias de madeira (Figura 11). O edifício ficou muito tempo inativo para, em 2007, se tornar o Espaço Cultural atual, com modificação na fachada, excluindo a escadaria, que foi substituída por entrada acessível, inserção de grades e portão, janelas de vidro, e ainda uma copa central (Figura 12). Tais informações destes diversos usos foram cedidas verbalmente pela ex-professora Rezende, em entrevista presente no apêndice 6. O edifício faz parte da história do município e não pode ser inutilizado.

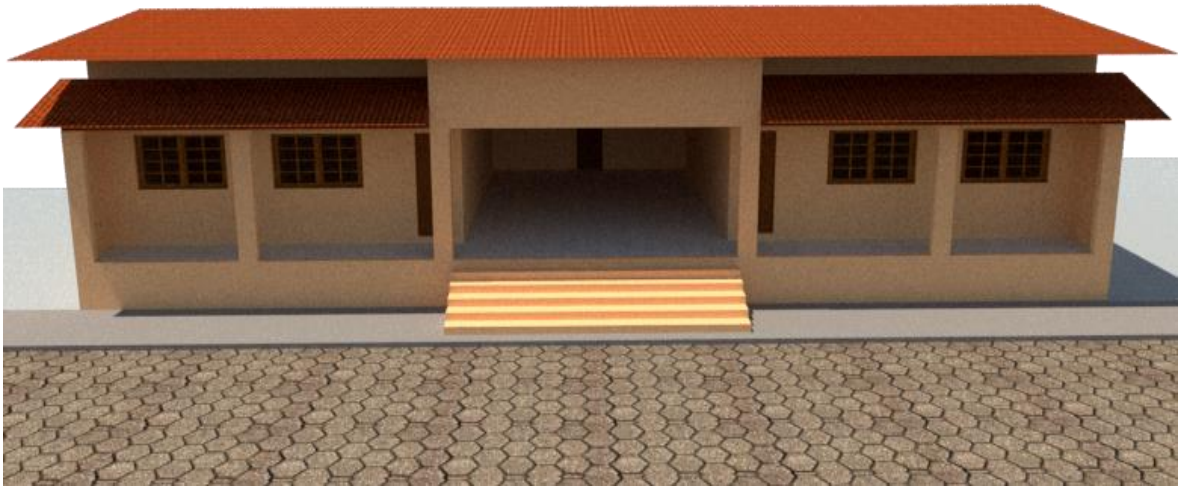


Figura 11 – Reconstrução digital com base em relatos da edificação antes da última reforma - Fonte: Acervo pessoal.

Figura 12 – Reconstrução digital da edificação a partir de 2007 - Fonte: Acervo pessoal.

2.1 Quanto à Arquitetura

Em todas as suas funções passadas até a atual, a divisão espacial não foi alterada. As perceptíveis alterações foram a divisão dos cômodos, um telhado novo e um acesso repaginado, tendo atualmente uma rampa em uma extremidade lateral, e uma pequena escada na outra, sendo amparados por um guarda-corpo paralelo à fachada; esse novo acesso substituiu a antiga escadaria, visando acessibilidade nessa última reforma.

Quando a edificação foi reformada, a Biblioteca Municipal de Mucurici passou a ter outro endereço, no bairro Planalto do município.

Atualmente, no Espaço Cultural de Mucurici existem nove ambientes, sendo eles: uma circulação principal, um salão central, uma copa, dois lavabos, duas salas e dois depósitos. (Figura 13)

2.2 Ambientes em que a intervenção acústica é conveniente

Assim como em um teatro, ambientes de apoio como banheiros, copa, depósito, etc. não precisam de atenção quanto à acústica. No Espaço Cultural serão levados em consideração na idealização da intervenção os ambientes que necessitem da mesma: as salas de ensaio, chamadas na planta baixa de sala 1 e sala 2. Não existe razão para que a idealização da intervenção se estenda aos ambientes de apoio, que são os lavabos, depósitos, circulação, copa e salão central.

O problema levantado no início do presente trabalho pode ser resolvido intervindo nas salas 1 e 2 (Figura 13), porque são as salas que confinam as fontes sonoras geradoras do som que incomoda a vizinhança.

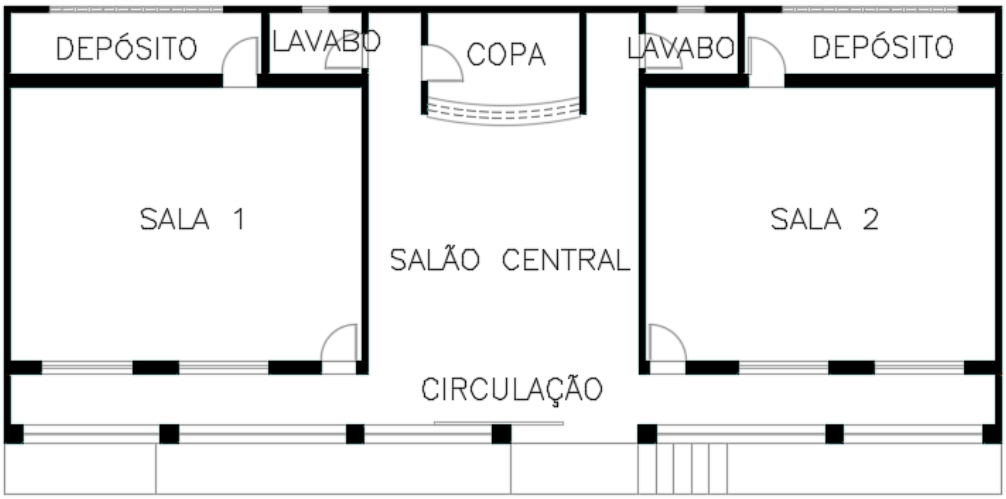


Figura 13 – Ambientes do Espaço Cultural de Mucurici - Fonte: Acervo pessoal.

Depois de feito o levantamento arquitetônico e fotográfico, foi possível achar pequenas falhas arquitetônicas onde são necessárias alterações. São a rampa do acesso principal e algumas aberturas sem afastamento com lote vizinho.

2.3 Problemáticas encontradas na acústica do local

É sabido que a acústica do Espaço Cultural não é apropriada para o fim ao qual o local é destinado. Existem problemas nesse quesito, e tais problemas serão identificados e detalhados a seguir.

2.3.1 Materiais de revestimento

Os materiais de revestimento das salas, apesar de estarem em bom estado, são uma boa parcela do problema, pois não controlam aquilo que mais se deseja evitar: a reverberação interna e o transpasse do som para o lado externo. As duas salas de ensaio são quase iguais acusticamente, e diferentes apenas arquitetonicamente. O revestimento, esquadrias, e acabamentos das salas são os mesmos: o piso possui revestimento cerâmico; as paredes são de alvenaria com chapisco, re-

boco e pintura em tinta acrílica, sendo que a parede posterior (voltada para a rua) é mais espessa que as demais; a cobertura é laje sob telhado cerâmico, tendo a laje acabamento com chapisco, reboco e pintura em tinta acrílica na parte interna. A única notável diferença entre as salas é que a sala 1 possui um grande espelho instalado em uma de suas paredes. (Ver prancha 3).

2.3.2 Distância entre fonte e receptor

A distância entre fonte sonora e receptor do som influencia diretamente na intensidade do som que é recebida. (BISTAFA, 2011). É apenas uma parede simples de alvenaria sobreposta por um espelho que separa umas das salas de ensaio da residência situada ao lado esquerdo do Espaço Cultural. Os vizinhos da frente ficam a aproximadamente 10 metros da testada do local. O lado direito e o fundo fazem divisa com a área de lazer de uma creche inutilizada atualmente, mas que vai se tornar temporariamente a Secretaria de Educação do Município enquanto o atual local da mesma estiver sendo reformado. (Ver desenho 16 na prancha 5).

3 PROPOSTAS DE SOLUÇÕES

Deslocar os vizinhos não é uma possibilidade a ser considerada para que o som não os incomode, pois essa é a solução menos viável por questões sociais e financeiras.

Costa (2003) concluiu que o som se propaga no ar a uma velocidade de 344 m/s (metros por segundo). Sendo a distância do Espaço Cultural muito próxima às residências vizinhas – a lateral esquerda não possui nem afastamento – podemos dizer que o som chega aos receptores em um espaço de tempo muito menor que um segundo (1s). Nessas circunstâncias, a solução de diminuir o ruído por aumento de distância entre a fonte e o receptor também não é cabível.

Será feito um estudo sobre o isolamento do som para que ele não atinja quem não deseja ser atingindo, mas o estudo também abordará a redução de reverberação nos ambientes de ensaio, para que os músicos, atores e dançarinos também tenham uma boa experiência sonora. A tentativa de resolução do problema com o

incômodo da intensidade do som será por meio do isolamento acústico das salas de ensaio.

Os músicos e atores terão maior qualidade nas suas preparações no local através da troca de revestimentos internos e esquadrias. Serão indicados materiais que impeçam o excesso de reverberação interna do som, e o mesmo seja percebido como ele é, puro e sem interferência de reflexos sonoros.

Serão propostas também, além da acústica, modificações arquitetônicas básicas para melhoria da experiência de quem frequenta o local e também para atender às normatizações.

Será necessário pensar a inclinação da rampa do acesso principal, para melhoria na acessibilidade. Ainda pensando em acessibilidade, os lavabos deverão ser adequados à NBR 9050 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015). Outra pequena – porém necessária – mudança é a alteração das esquadrias existentes no fundo da edificação, visto que não há afastamento entre a mesma e o lote do fundo, que, atualmente, é a área de lazer de uma creche inutilizada, localizada à direita.

3.1 Inclinação da rampa do acesso principal

É importante que se tenha uma inclinação adequada da rampa de acesso principal, não são só pensando nos portadores de deficiências, mas também no conforto dos alunos que transitam com instrumentos pesados.

A atual rampa tem 1,02 metros de altura e 7,83 metros de comprimento. “Para garantir que uma rampa seja acessível, são definidos os limites máximos de inclinação” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 58).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015) estabelece que a inclinação é calculada de acordo com a seguinte equação:

$$i: \frac{h \times 100}{c}$$

Onde: “i” é a inclinação em %, “h” é a altura do desnível, e “c” é o comprimento da projeção horizontal.

Aplicando os valores atuais na fórmula, teremos:

$$i: \frac{1,02 \times 100}{7,83} =$$

$$i: \frac{102}{7,83} =$$

$$i: 13,02\%$$

Uma inclinação de 13,02% não é exorbitante, mas não é o que pede a normatização. A NBR 9050 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015), diz que a inclinação máxima permitida é de 8,33%. Usaremos a mesma fórmula utilizando a inclinação correta (8,33%) e a altura atual (1,02 metros) para descobrir o comprimento necessário.

$$8,33: \frac{1,02 \times 100}{c} =$$

$$8,33: \frac{102}{c} =$$

$$8,33 \times c: 102 =$$

$$c: \frac{102}{8,33} =$$

$$c: 12,24 \text{ metros}$$

O espaço não pode acolher uma rampa com esse comprimento, visto que a dimensão disponível na fachada é de apenas 11,17 metros. Então, será necessário utilizar uma inclinação superior a 8,33%; pois, a norma permite, em caso de reforma ou quando forem inexistentes as possibilidades de soluções, que a inclinação chegue até 12,5%. Aplicando a inclinação máxima à fórmula:

$$12,5: \frac{1,02 \times 100}{c} =$$

$$12,5: \frac{102}{c} =$$

$$12,5 \times c: 102 =$$

$$c: \frac{102}{12,5} =$$

c: 8,16 metros

A rampa teria um aumento de 0,33 metros em seu comprimento. (Figura 14).

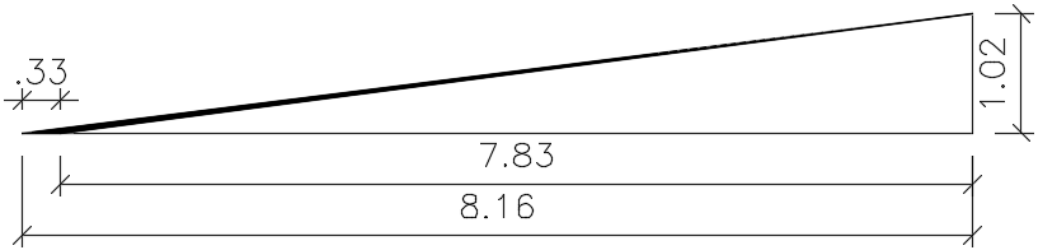


Figura 14 – Inclinação da rampa - Fonte: Acervo pessoal.

3.2 Acessibilidade nos lavabos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015), as portas devem ter, no mínimo, 80 centímetros de vão livre; nesse sentido, não serão necessárias grandes alterações nas mesmas, já que se encontram de acordo à norma. Porém, é necessário que as mesmas tenham sentido de abertura para o lado externo; atualmente abrem para dentro do ambiente e isso deve ser alterado. Todavia, a alteração no sentido de abertura é inviável, já que caso abram para fora, não haveria espaço o suficiente no corredor para que um cadeirante, por exemplo, conseguisse entrar no ambiente. Então, a folha da porta será reaproveitada e reinstalada como porta de correr (ver desenho 15 na prancha 5), abrindo para o lado oposto à pia, tendo trilhos na parte superior.

“As barras de apoio são necessárias para garantir o uso com segurança e autonomia das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 88). Por isso, serão instaladas duas barras no sentido horizontal e uma no sentido vertical em cada lavabo, com dimensões e afastamentos segundo norma (Figura 15).

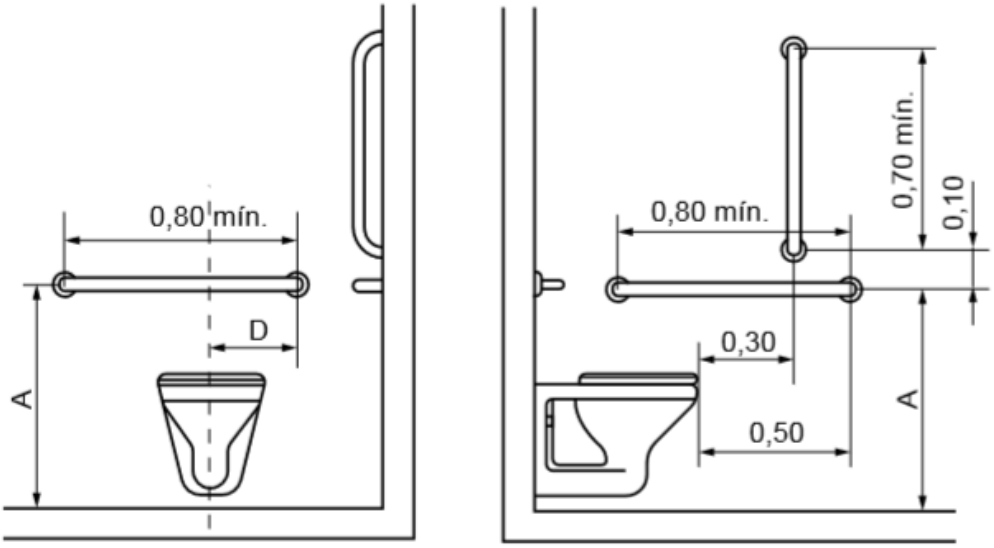


Figura 15 – Barras de apoio - Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015, p. 93.

3.3 Esquadrias do fundo da edificação

As esquadrias do fundo do Espaço Cultural são inapropriadas, segundo o Código de Obras do município, que estabelece um afastamento de fundo de, no mínimo, 1,5 metros. Se não houver tal afastamento, fica proibida a existência de aberturas na extremidade do fundo. Então, é proposto um reposicionamento de tais aberturas para evitar problemas ou constrangimentos futuros.

Serão reposicionadas as janelas traseiras dos lavabos e da copa. As dos lavabos ficarão acima das portas dos mesmos; e as janelas dos depósitos e a da copa serão exclusas. (Ver desenho 15 na prancha 5). Não há problema na exclusão proposta, pois o Código de Obras do município diz que qualquer abertura conta como ventilação, e as portas e demais vãos sanam a necessidade mínima dos citados ambientes.

3.4 Soluções de isolamento acústico

Serão apresentadas soluções que atenuam a intensidade do som, percebido pela vizinhança durante os ensaios.

Segundo a NBR 10151 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000), a intensidade limite para uma área mista predominantemente residenci-

al é de 55dB no período diurno e 50dB no período noturno (Figura 16). Sabendo que os ensaios acontecem no período noturno, é tomado como intensidade limite o valor de 50dB. Essa é a quantidade máxima de som que deve ser percebida pelos vizinhos.

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Figura 16 – Nível de critério de avaliação em dB (decibéis) - Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 3.

Na sala 1 acontecem os ensaios do grupo Estirpe, e na sala 2 acontecerão os ensaios da BAMMUC; a acústica será adequada para cada ambiente de acordo às suas singularidades.

Foram feitas medições com o decibelímetro para descobrir qual a quantidade de som que cada grupo emite e, por conseguinte, encontrar o material adequado para reduzir a percepção externa do som. Bistafa (2011) mostra as perdas de transmissão, em decibéis, de diversos materiais; a tabela é extensa, então abaixo estão apresentadas as perdas de transmissão apenas dos materiais escolhidos (Figura 17). Foi determinada a frequência de 500Hz que é a frequência média da voz humana.

VALORES DA PERDA DE TRANSMISSÃO DE PARTIÇÕES		
MATERIAL	ESPESSURA	FREQUÊNCIA
CHAPA COMPENSADA	6mm	500Hz
MANTA DE CHUMBO DE 1,5mm, ENTRE DUAS CHAPAS COMPENSADAS DE 5mm	11,5mm	500Hz

Figura 17 – Valores na perda da transmissão - Fonte: BISTAFA, 2011, p. 295.

Será construída uma barreira interna para ajudar as barreiras existentes a conter o som. Denominam-se barreiras existentes as paredes, o piso, e o teto atuais. Uma barreira alocada a cinco centímetros da barreira existente faz com que exista circulação de ar entre partições, o que torna o método mais eficiente, segundo Costa (2003). Caso um simples revestimento sobre revestimento não seja o suficiente para conter consideravelmente o som, essa técnica poderá ser adotada.

Antes de tudo, devemos dar atenção especial para as aberturas, portas e janelas, no caso. Quanto a elas, tendo como exemplo uma porta de madeira de pinho com 2m² e 3,5cm de espessura, um buraco de 2cm² de fechadura faria com que a porta perdesse 45% de seu desempenho no isolamento acústico. A capacidade de atenuação da porta que era de 36dB, passaria a ser 19,9dB. O que influencia esse resultado é a área do buraco da fechadura em relação à área da porta. E, mesmo que a porta fosse muito maior, o máximo de atenuação que se conseguiria chegar tendo a fechadura seria 20dB. (COSTA, 2003).

“A conclusão a que se chega é que, imperfeições ou soluções inadequadas podem comprometer todo um projeto de isolamento.” (COSTA, 2003, p. 98).

Então, antes de tratar de revestimentos isolantes do piso, parede e teto, tratar-se-á de possíveis brechas nas aberturas. A intenção é vedá-las para que exerçam função isolante sem falhas. Os materiais das esquadrias serão mantidos.

As portas de entrada das salas 1 e 2, que são de abrir, e semi-ocas, receberão nas brechas fita adesiva de neoprene para um isolamento mais eficiente do som proveniente das salas. (Figura 18).

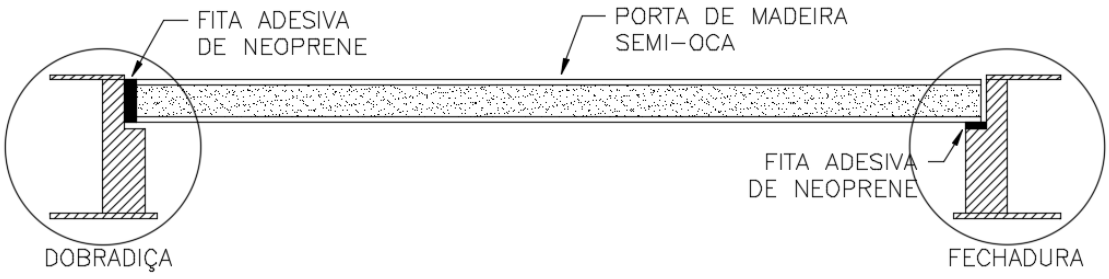


Figura 18 – Proposta de vedação de brechas nas portas - Fonte: Acervo pessoal.

Existem duas janelas de vidro em cada sala de ensaio. O vidro é vedado nas laterais com silicone e suas extremidades superior e inferior são fixadas em trilhos revestidos internamente com feltro. A única passagem relevante de som se dá pelas distâncias entre as folhas de vidro, como se percebe na Figura 19, no espaço compreendido dentro do círculo tracejado.

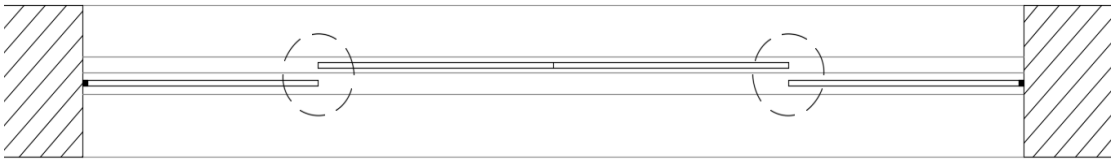


Figura 19 – Problema na vedação das janelas - Fonte: Acervo pessoal.

A solução que se propõe é que as quatro folhas sejam substituídas apenas por uma folha pivotante, onde não haveria brechas, tendo um pivô superior e um pivô inferior, com batentes metálicos e fita adesiva de neoprene nas laterais, e nas extremidades superior e inferior, feltro que serve de preenchimento para o espaço existente entre o peitoril e o vidro. Tais propostas podem ser observadas abaixo (Imagem 20) (Imagem 21).

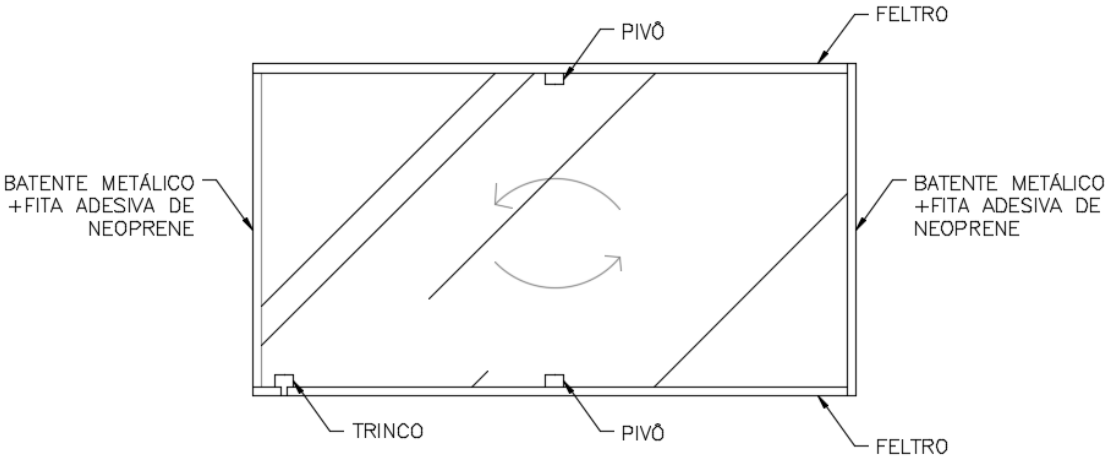


Figura 20 – Proposta de vedação de brechas nas janelas (vista) - Fonte: Acervo pessoal.

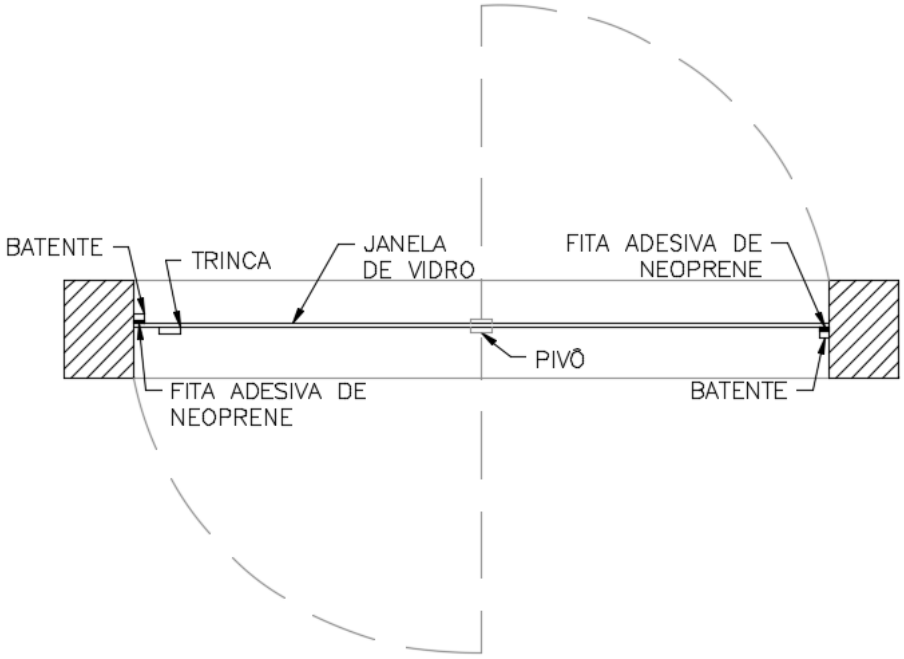


Figura 21 – Proposta de vedação de brechas nas janelas (planta baixa) - Fonte: Acervo pessoal.

3.4.1 Sala 1

A sala 1 é a que sedia os ensaios do grupo Estirpe. Como visto anteriormente, o cômodo precisa conter o som de forma que 50dB seja a quantidade máxima de som que seja percebida fora dele.

Durante um ensaio do grupo, foi realizada a medição sonora com o aparelho decibelímetro em três pontos externos diferentes como mostra a figura (Figura 22), a uma altura de 1,5 metros a partir do nível zero, que é o nível da rua. Chegando aos valores médios: Ponto 1 – 63dB; Ponto 2 – 56dB; Ponto 3 – 60dB. Tais pontos são locais estratégicos, onde o som tem mais intensidade na percepção dos vizinhos mais próximos. O ponto em que foi captado o maior valor foi o ponto 1, que faz divisa com o vizinho da esquerda, chegando o decibelímetro a medir 63dB. Então, o revestimento a ser escolhido para o isolamento acústico, no caso da sala 1, precisa barrar 13dB para que o valor máximo percebido pelo vizinho da esquerda (local com maior incidência) seja 50dB.

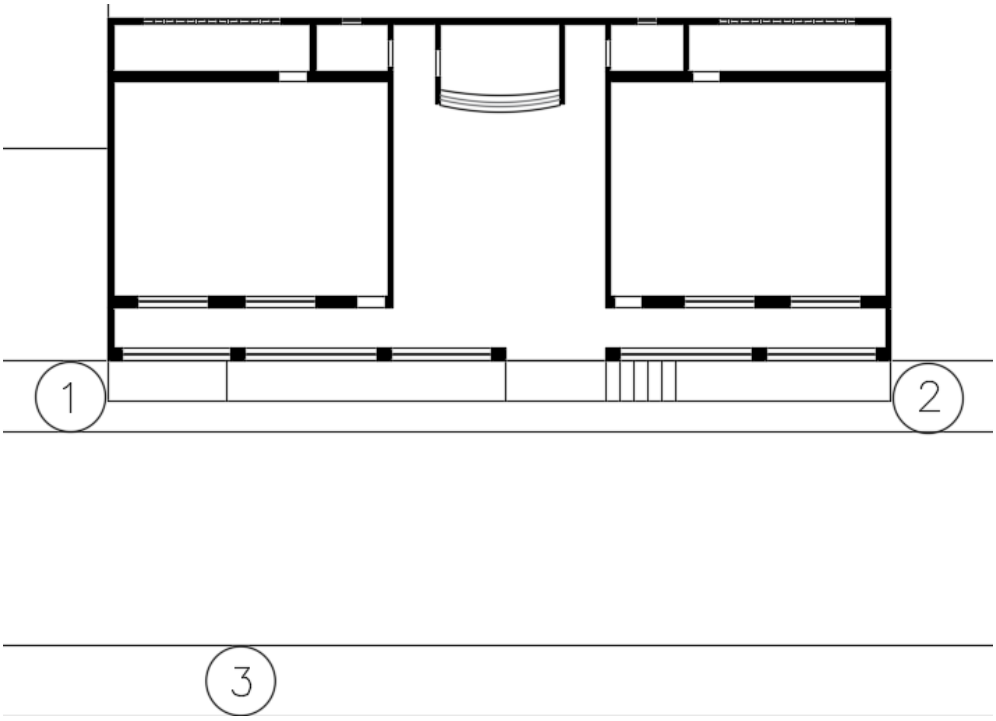


Figura 22 – Pontos de medição externa da sala 1 - Fonte: Acervo pessoal.

O material escolhido para constituir a barreira interna foi a chapa compensada de 6mm (Figura 23), que será aplicada no piso, parede e teto da sala 1. A uma frequência de 500Hz, este material impede a passagem de 20dB para o lado externo. Atendendo ao objetivo que é o da contenção necessária do som. (Ver desenhos da prancha 8).

$$63dB – 20dB = 43dB$$

$$43dB < 50dB$$

Abaixo do máximo permitido. Correto.

Figura 23 – Chapa compensada - Fonte: floema.ind.br.

3.4.2 Sala 2

Assim como a sala 1, a sala 2 deve ter um isolamento eficiente para que a quantidade máxima de som percebida pelos vizinhos seja 50dB. É o local de ensaio da BAMMUC.

Como sabido, a Banda Musical de Mucurici teve seu local de ensaio transferido, estando proibida, atualmente, de realizar suas atividades no Espaço Cultural. Portanto, as medições do som foram realizadas no atual local de ensaio, que é na quadra do ginásio poliesportivo do município.

O decibelímetro foi posicionado a uma altura de 1,5 metros do chão da quadra, no ponto em que o maestro se situa: a 2,5 metros dos músicos. Foram captados três valores em diferentes momentos do ensaio, sendo eles: Valor 1 – 63dB; Valor 2 – 81dB; Valor 3 – 51dB. Será utilizado o maior valor como referência, ou seja, 81dB.

Para chegar ao valor de 50dB, será preciso uma barreira adicional que retire, no mínimo, 31dB.

O material escolhido para exercer a função de isolante acústico foi a manta de chumbo de 1,5mm, entre duas chapas compensadas de 5mm (Figura 24), tal combinação será aplicada no piso, parede e teto da sala 2. A uma frequência de 500Hz, este material impede a passagem de 34dB para o lado externo. Então, temos:

$$81dB - 34dB = 47dB$$

$$47dB < 50dB$$

Abaixo do máximo permitido. Correto. (Ver desenhos da prancha 9).

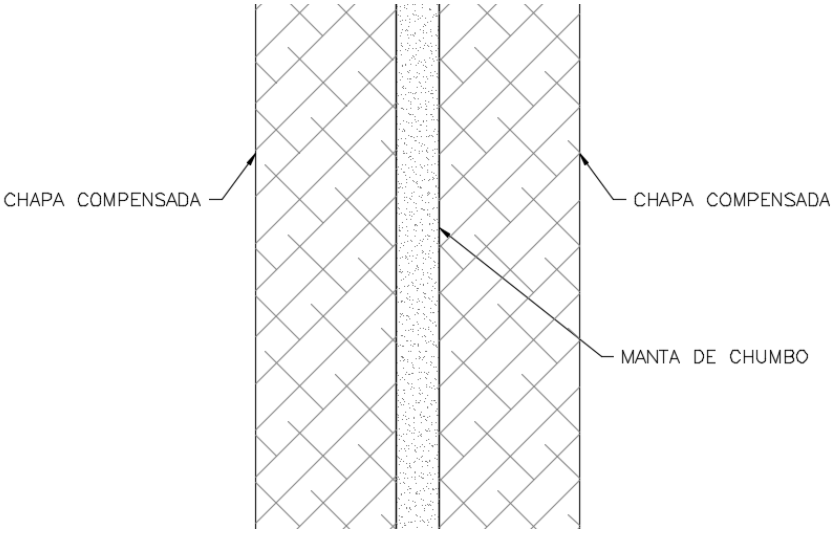


Figura 24 – Manta de chumbo entre chapas compensadas - Fonte: Acervo pessoal.

3.4.3 Vegetação como barreira

“De um modo geral, folhagem, pequenos ramos e arbustos tem a propriedade de absorver o som, ainda que parcialmente.” (BISTAFA, 2011, p. 219).

Nesse caso a absorção do som por meio desse tipo de barreira é parcial, sendo apenas um item de apoio, pouco relevante levando em conta que não é consideravelmente denso. Esse fato não o faz dispensável; porém, não é a barreira vegetal que deve ter maior atenção nesse projeto. Para ser um item fortemente relevante, a barreira deve ter grandes dimensões em largura e altura. (BISTAFA, 2011).

O plantio deve ter a seguinte configuração:

> “No lado do cinturão verde voltado para a fonte, deve-se plantar vegetação com altura decrescente no sentido da fonte, a fim de direcionar parte das frentes de onda para cima” (...) “Para evitar atenuações sazonais, é preferível uma vegetação perenifólia (não apresente desfolhamento durante o ano)”. (BISTAFA, 2011, p. 222).

Será adicionada vegetação que faça a função de barreira complementar do som. Complementar, pois o espaço não permite que a vegetação seja densa no sentido de estar presente em grande quantidade. A calçada não permite a inserção da barreira verde, pois a rampa toma grande parte da largura, o restante é composto por piso tátil que, caso receba a vegetação, não sobrará espaço para uma boa circu-

lação dos pedestres na calçada. Então, o cinturão verde será alocado no interior da edificação em questão, dentro de caqueiros que circundarão o exterior das salas.

A vegetação a ser utilizada será o arbusto abélia (Figura 25), que é uma planta perenifólia, possui aproximadamente 2 metros de altura, 1 metro de diâmetro, é melhor cultivada em pleno sol ou meia-sombra, suporta climas quentes, e deve ser feita uma poda rigorosa, dois ou três meses após o plantio, para incentivar o surgimento de novos ramos. (LORENZI, 2015).

Quanto ao requerimento de a vegetação precisar ter altura decrescente, a diferença de alturas será obtida com a poda da vegetação na parte dianteira, fazendo com que o som desça em sentido à rua.

Figura 25 - Abélia – LORENZI, 2015, p. 517.

3.5 Soluções de reverberação interna

É denominado Condicionamento Acústico o “Processo pelo qual se procura garantir em um recinto o tempo ótimo de reverberação e, se for o caso, também a boa distribuição do som.” (...) Tempo de reverberação ótimo é o “Tempo de reverberação considerado ótimo para determinado recinto e determinada atividade, e expresso em segundos.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 2).

> O tempo convencional de reverberação de um ambiente é definido como o tempo necessário, para que a intensidade energética de um som puro (...) se reduza a um milionésimo de seu valor inicial (...) a partir do momento no qual a fonte cessa de emiti-lo. (COSTA, 2003, p. 44).

A NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) propõe uma tabela (Figura 26) que revela qual o Tempo de Reverberação Ótimo para cada recinto com determinada função.

Para achar o Tempo Ótimo de Reverberação das salas do Espaço Cultural, a tabela exige que sejam encontradas informações iniciais: volume do recinto, em metros cúbicos, função do espaço. O volume das salas é encontrado multiplicando largura, comprimento e altura das mesmas. As dimensões originais das salas 1 e 2, é de 7,75m x 6,05 x 3,20, o que resulta em um volume de 150,04m³. Porém, depois dos revestimentos utilizados para fim de isolamento, o volume foi alterado.

A sala 1 recebeu em todas as faces, revestimento de 6mm de espessura, o que diminui 12mm em sua largura, seu comprimento e sua altura. Agora temos:

$$7{,}738m \times 6{,}038m \times 3{,}188m = 148{,}95m^3$$

A sala 2 recebeu em suas seis faces, revestimento de 11,5mm de espessura, fazendo com que a sala perca 23mm em sua largura, seu comprimento e sua altura. Agora temos:

$$7{,}727m \times 6{,}027m \times 3{,}177m = 147{,}95m^3$$

Como função do espaço, a NBR 12179, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) sugere os seguintes usos: estúdio de rádio para palavra, sala de conferência, cinema, estúdio de rádio para música, ópera, sala de concerto, igreja protestante, sinagoga, igreja católica, música de órgão. Tome-se o padrão de sala de concerto como base para obter, juntamente com o volume, as informações necessárias para se chegar ao conhecimento de qual o tempo de reverberação considerado ótimo para as salas em questão.

“Concerto” é a consonância de instrumentos ou vozes. Um espetáculo musical. (INFOPÉDIA, 2013).

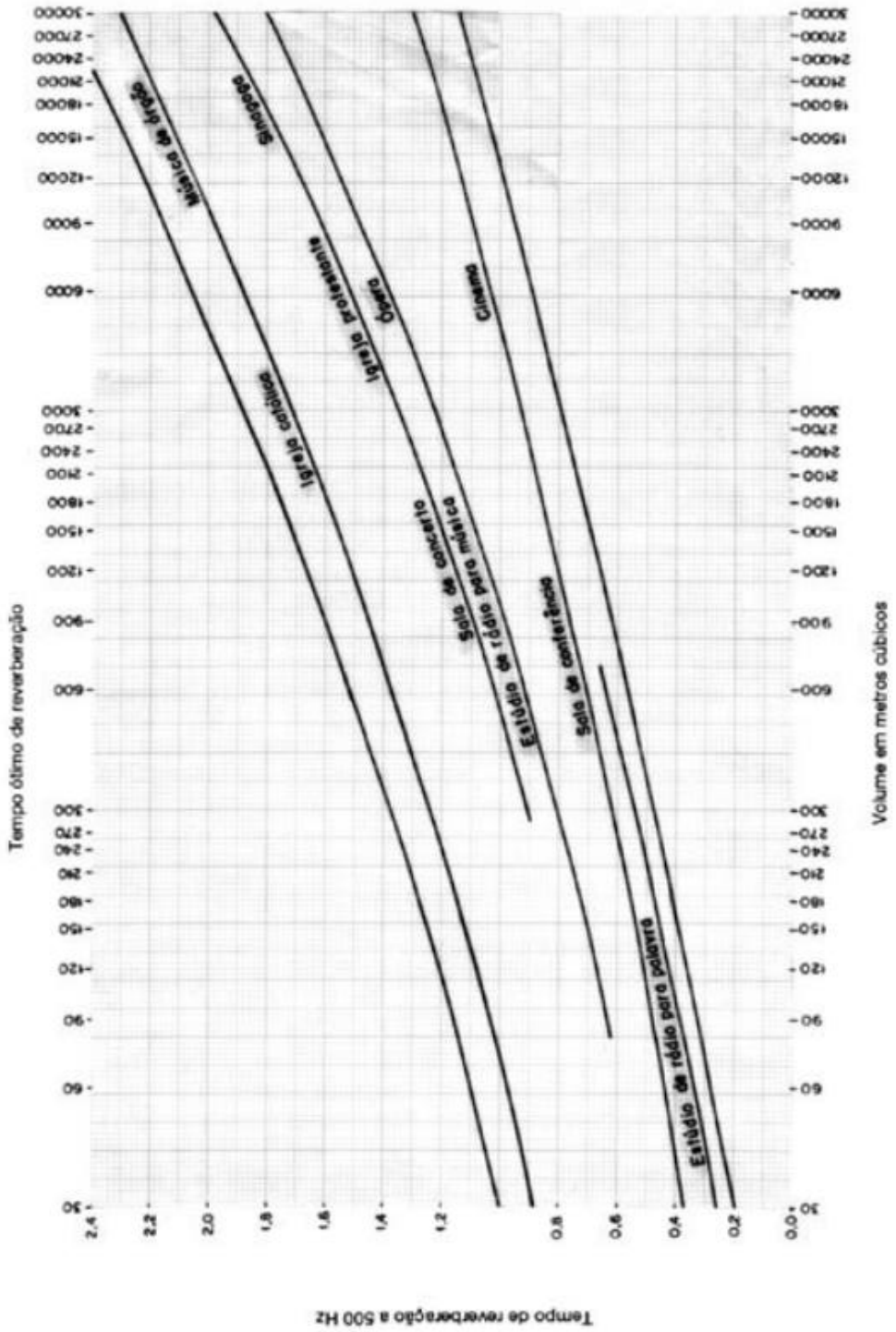


Figura 26 – Tempo ótimo de reverberação - Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992, p. 9.

Traçando as informações primárias de volume e função das duas salas, chega-se ao tempo ótimo de reverberação para os dados espaços que é de 0,8 segundos, aproximadamente.

Temos como base para cálculo de reverberação as fórmulas de Sabine e Eyring, ambas são para o mesmo fim, todavia, mostram valores diferentes no resultado final. Para saber qual das duas fórmulas usar, deve-se primeiro extrair a média ponderada, que é uma relação de superfícies e coeficientes dos materiais utilizados. Caso o resultado da média ponderada dê abaixo ou igual ao valor de 0,3, a fórmula a ser utilizada é a de Sabine. Mas, se a fórmula da média ponderada resultar em um valor maior que 0,3, então, a fórmula mais indicada é a de Eyring. (BRANDÃO, 2016).

$$\alpha m: \frac{(St \times \alpha t + Spa \times \alpha pa + Spi \times \alpha pi)}{Stotal}$$

(Fómula 1 – Média Ponderada)

$$Tr: \frac{0{,}161 \times V}{S1 \times \alpha 1 + S2 \times \alpha 2 + (...)}$$

(Fórmula 2 - Sabine)

$$Tr: \frac{0{,}161 \times V}{-2{,}33 \log (1- \alpha m)}$$

(Fórmula 3 - Eyring)

αm: média ponderada;
St: área de teto;
Spa: área de parede;
Spi: área de piso;
Stotal: área total;
αt: coeficiente do material do teto;
αpa: coeficiente do material da parede;
αpi: coeficiente do material do piso;
Tr: Tempo de reverberação;
V:volume.

Todas as superfícies em contato com o som devem ser consideradas, sendo apresentada sua área e o coeficiente de seu material. A NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992) apresenta um coeficiente de absorção acústica para cada material; tal valor entra na fórmula de média ponderada como “α”.

3.5.1 Atualmente

Para provar como é desconfortável uma experiência interna no Espaço Cultural, e como a qualidade do som é mínima, vamos aplicar as devidas fórmulas para descobrir qual é o tempo de reverberação atual das salas em questão.

O primeiro passo é descobrir o coeficiente de absorção dos materiais que estão aplicados nas superfícies existentes. Começando pela sala 1, desconsiderando pessoas e móveis, temos: teto e parede em reboco liso (Figura 27); parede revestida

com espelho (Figura 28); piso revestido em cerâmica (Figura 28); janelas de vidro (Figura 29); portas de madeira (Figura 30). As áreas das superfícies citadas acima são apresentadas a seguir.

Figura 27 – Revestimento de parede e teto - Fonte: Acervo pessoal.

Figura 28 – Espelho e piso cerâmico - Fonte: Acervo pessoal.

Figura 29 – Janela de vidro - Fonte: Acervo pessoal.

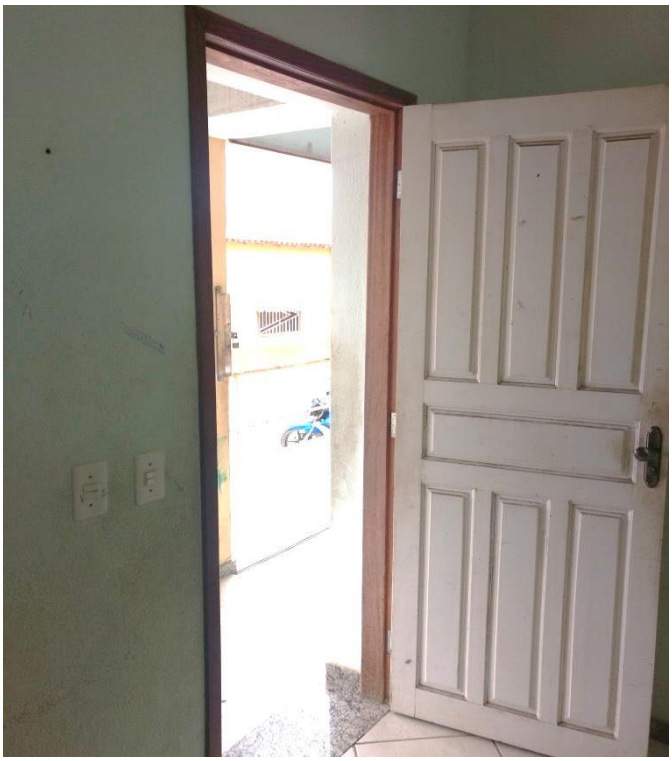


Figura 30 – Porta de madeira - Fonte: Acervo pessoal.

Teto: 7,75 x 6,05 = 46,88m²

Espelho: 6,05 x 2 = 12,10m²

Janelas: (1,10 x 2) x 2 = 4,40m²

Portas: (0,80 x 2,10) x 2 = 3,36m²

Parede: [(7,75 + 7,75 + 6,05 + 6,05) x 3,20] – 12,10 – 3,36 – 4,4 = 68,46m²

Em uma frequência de 500Hz, os materiais citados acima apresentam os seguintes coeficientes de absorção: reboco liso - 0,02; espelho – 0,03; cerâmica – 0,05; vidro de janela – 0,03; porta de madeira – 0,06.

Aplicando as áreas das superfícies em questão e os devidos coeficientes de seus materiais na fórmula de média ponderada (fórmula 1), temos:

$$\alpha m: \frac{(St \times \alpha t + Spa \times \alpha pa + Spi \times \alpha pi)}{Stotal} =$$

$$\alpha m: \frac{(46{,}88x0{,}02+68{,}46x0{,}02+12{,}10x0{,}03+46{,}88x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}03)}{182{,}08} =$$

$$\alpha m: \frac{0{,}93+1{,}36+0{,}36+2{,}34+0{,}20+1{,}13}{182{,}08} =$$

$$\alpha m: \frac{6{,}32}{182{,}08} =$$

$$\alpha m: 0{,}03$$

Levando em consideração que a média ponderada teve como resultado um número menor do que 0,3, a fórmula do tempo de reverberação a ser utilizada é a de Sabine (Fórmula 2):

$$Tr: \frac{0{,}161 \times V}{S1 \times \alpha 1 + S2 \times \alpha 2 + (...)} =$$

$$Tr: \frac{0{,}161 \times 150{,}04}{46{,}88x0{,}02+68{,}46x0{,}02+12{,}10x0{,}03+46{,}88x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}03} =$$

$$Tr: \frac{0{,}161 \times 150{,}04}{6{,}32} =$$

$$Tr: \frac{24{,}15}{6{,}32} =$$

$$Tr: 3{,}82 \text{ segundos}$$

Como já era de se esperar, o tempo de reverberação existente, que é 3,82 segundos - segundo a fórmula de Sabine -, é muito acima do adequado para um

tempo ótimo de reverberação da sala em questão, que seria de apenas 0,8 segundos, seguindo a NBR 12179 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1992). Ou seja, atualmente, o som demora 3,82 segundos para morrer no ambiente depois que a fonte para de emiti-lo, o que não é adequado para o uso do recinto.

A sala 2 se encontra quase exatamente igual à sala 1, a não ser pela ausência do espelho, o que faria sua reverberação ser alterada, mesmo que tendo as mesmas dimensões e volume que a sala 1. Segue quadro das áreas e superfícies presentes na sala 1.

Teto: 7,75 x 6,05 = 46,88m²
Janelas: (1,10 x 2) x 2 = 4,40m²
Portas: (0,80 x 2,10) x 2 = 3,36m²
Parede: [(7,75 + 7,75 + 6,05 + 6,05) x 3,20] – 3,36 – 4,40 = 80,56m²

A situação da sala apresentada em cálculo (Fórmula 1):

$$\alpha m: \frac{(46{,}88x0{,}02+80{,}56x0{,}02+46{,}88x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}03)}{182{,}08} =$$

$$\alpha m: \frac{0{,}93+1{,}61+2{,}34+0{,}20+0{,}13}{182{,}02} =$$

$$\alpha m: \frac{5{,}21}{182{,}08} =$$

$$\alpha m: 0{,}028$$

Ainda utilizando a fórmula de Sabine (Fórmula 2):

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 150{,}04}{46{,}88x0{,}02+80{,}56x0{,}02+46{,}88x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}03} =$$

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 150{,}04}{5{,}21} =$$

$$Tr: \frac{24{,}15}{5{,}21} =$$

Tr: 4,63 segundos

As duas salas precisam de tratamento acústico. Porém, a sala 2 se mostrou mais reverberante que a sala 1.

3.5.2 Proposta

O que se propõe é a troca dos revestimentos internos. Será analisada e aplicada em cálculo a melhor opção para que se chegue ao objetivo que é ter uma reverberação ótima para a sala: 0,8 segundos.

Deve-se levar em consideração que o volume das salas foi alterado, bem como suas dimensões internas. Recordando as novas dimensões da sala 1: 7,738m de comprimento, 6,038m de largura e 3,188m de altura.

Para a sala 1, em que é necessário o uso do espelho, já que o uso é direcionado para os ensaios do grupo de teatro, são sugeridos os seguintes materiais: o piso pode ser cerâmico (α: 0,05) para melhor ambientação, as paredes devem ser revestidas em chapa de acústica macia de fibra perfurada ranhurada (α: 0,31) (Figura 28), as portas de madeira (α: 0,06) e janelas de vidro (α: 0,09) serão mantidas, o teto vai receber placas de papelão-gesso (α: 0,07) (Figura 29), e o espelho se mantém (α: 0,03). (Ver desenhos na prancha 8).

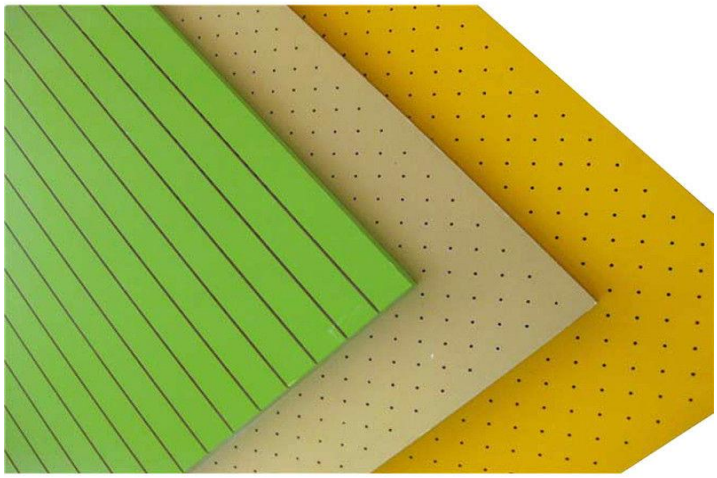


Figura 31 – Chapa acústica - Fonte: partitions-walls.com.

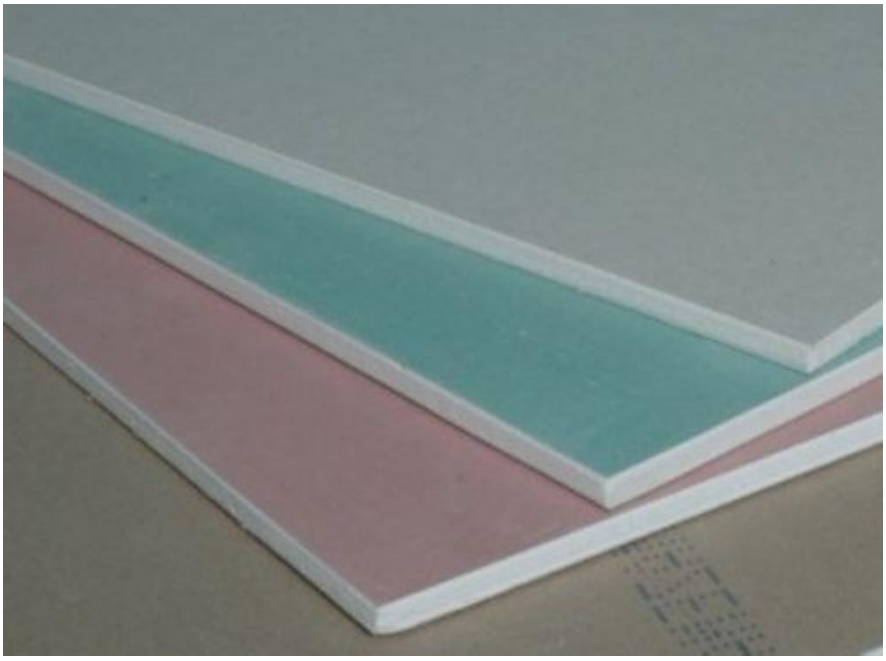


Figura 32 – Placa de papelão-gesso - Fonte: cliquearquitetura.com.br.

A média ponderada (Fórmula 1) será:

$$\alpha m: \frac{(46{,}72x0{,}07+67{,}97x0{,}31+12{,}10x0{,}03+46{,}72x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}09)}{181{,}27} =$$

$$\alpha m: \frac{3{,}27+21{,}07+0{,}36+2{,}33+0{,}20+0{,}39}{181{,}27} =$$

$$\alpha m: \frac{27{,}62}{181{,}27} =$$

$$\alpha m: 0{,}15$$

Com esse valor, já temos o direcionamento para a continuação, que é utilizar a fórmula de reverberação proposta por Sabine (Fórmula 2).

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 148{,}95}{46{,}72x0{,}07+67{,}97x0{,}31+12{,}10x0{,}03+46{,}72x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}09} =$$

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 148{,}95}{27{,}63} =$$

$$Tr: \frac{23{,}98}{27{,}63} =$$

Tr: 0,8 segundos

Para a sala 2, será proposto o mesmo material para revestir as paredes - chapa de acústica macia de fibra perfurada ranhurada (α: 0,31) (Figura 27), as portas de madeira (α: 0,06) e janelas de vidro (α: 0,09) serão mantidas, e o teto será revestido em reboco liso (α: 0,02), o piso será cerâmico (α: 0,05), o espelho será descartado nesse caso, pois é desnecessário para os ensaios da banda musical, então, considerar-se-á a parede por completo, diferente da sala 1 que, inclusive, teve que ter seu teto revestido de outro material melhor absorvente para compensar a reação ao som que o espelho tem. (ver planta 4 na página 9). Atualizando as novas dimensões da sala 2: 7,727m de comprimento, 6,027m de largura e 3,177m de altura (Ver desenhos na prancha 9). Tem-se como média ponderada (Fórmula 1) para as superfícies propostas para a sala 2:

$$\alpha m: \frac{(46{,}57x0{,}02+79{,}63x0{,}31+46{,}57x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}09)}{180{,}53} =$$

$$\alpha m: \frac{0{,}93+24{,}68+2{,}32+0{,}20+0{,}39}{180{,}53} =$$

$$\alpha m: \frac{28{,}52}{180{,}53} =$$

$$\alpha m: 0{,}15$$

Como sabido, uma média ponderada com valor menor que 0,3 é direcionado para o uso da fórmula de Sabine (Fórmula 2):

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 147{,}95}{46{,}57x0{,}02+79{,}63x0{,}31+46{,}57x0{,}05+3{,}36x0{,}06+4{,}4x0{,}09} =$$

$$Tr: \frac{0{,}161 \text{ x } 147{,}95}{28{,}52} =$$

$$Tr: \frac{24{,}15}{28{,}52}$$

Tr: 0,8 segundos

Com a troca de revestimentos internos, as salas 1 e 2 tiveram seu tempo de reverberação interno diminuído e aproximado ao máximo do tempo ótimo de reverberação proposto pela NBR 12179 para o devido fim.

É valido citar que os materiais propostos para o controle de reverberação influenciam diretamente na perda de transmissão do som, fator que ajudará ainda mais no alcance do objetivo do item anterior, que busca solucionar o problema com o excesso de ruído emitido à vizinhança proveniente do Espaço Cultural durante os ensaios.

3.6 Memorial Descritivo

Local de intervenção: Espaço Cultural de Mucurici

Endereço: Rua João Bahia, Centro, Mucurici, Espírito Santo.

Descrição geral: Projeto acústico arquitetônico com foco de intervenção nos revestimentos internos das salas 1 e 2 (ver pranchas 8 e 9), aumento no comprimento da rampa do acesso principal, inserção de vegetação, reposicionamento das esquadrias traseiras da edificação, alteração na maneira de abrir as portas dos lavabos, bem como inserção de barras de apoio nos mesmos.

Sala 1: Janelas deverão ter as quatro folhas substituídas por apenas uma folha pivotante com vedações laterais.

As portas serão mantidas e devem ser cortadas na parte inferior para se adequar ao novo revestimento, e receberão vedação com fita adesiva de neoprene nas frestas.

As paredes receberão revestimento em chapa compensada de 6mm para fins de isolamento acústico, e, logo depois, revestimento em chapa de acústica macia de fibra perfurada ranhurada para fins de controle de reverberação interna, exceto onde fica o espelho, que deverá ser reinstalado por cima da chapa perfurada onde está atualmente, dispensando a chapa de acústica nesse local específico.

O piso terá também dois revestimentos, primeiro chapa compensada de 6mm, depois, piso cerâmico, que ficará sob a chapa.

O teto, receberá também chapa compensada de 6mm, e sobre ela, revestimento em papelão-gesso.

Sala 2: A sala 2 terá toda a mesma configuração de revestimentos que a sala 1 nas janelas, paredes e piso. As portas devem ter um corte na parte inferior para se adequar ao novo revestimento.

Só será diferido da sala 1 o teto, que receberá a chapa compensada de 6mm, e sobre ela, revestimento em reboco liso.

É importante lembrar que na sala 2 não existe espelho, então, a aplicação da chapa de acústica macia de fibra perfurada ranhurada deve ser feita em todas as paredes, por completo.

Rampa: A rampa do acesso principal terá um acréscimo de 33 centímetros em seu comprimento, que vai aumentar de 7,83 metros para 8,16 metros. Resultando em uma de inclinação de 12,5%. Sua altura será mantida. Existem placas de mármore não polido revestindo a rampa, essas placas devem ser retiradas para remodelar o piso grosso inferior com o novo comprimento, e logo depois as placas devem ser recolocadas.

Vegetação: A vegetação a ser utilizada é o arbusto abélia, que é perenifólio, ou seja, mantém sua folhagem durante todo o ano. A abélia possui, geralmente, 1,20 metros de altura, e de 0,80 a 1 metro de diâmetro em sua copa. Considerando uma copa mínima de 0,80 metros, 26 arbustos serão necessários e suficientes para circundar externamente as salas 1 e 2. Ficarão dispostas e plantadas em quatro vasos lineares, dois à frente das salas medindo 6,75 metros de comprimento, 0,60 metros de profundidade, e 0,50 metros de altura, cada um com 8 plantas; e dois nas laterais das salas medindo 4,75 metros de comprimento, 0,60 metros de profundidade e 0,50 metros de altura, com 5 abélias cada um.

Tais arbustos são melhores cultivados em pleno sol ou à meia sombra, que é o caso do local em que vão estar posicionados. Deve ser feita uma rigorosa poda inicial para que suas folhas e galhos cresçam mais.

Esquadrias traseiras: As esquadrias traseiras serão reposicionadas da seguinte forma:

- As esquadrias em cobogó dos dois depósitos serão fechadas apenas com massa de cimento. Com o seguinte procedimento: fechamento com massa de cimento, emassamento e pintura com tinta acrílica.
- As esquadrias traseiras dos dois lavabos serão fechadas com bloco cerâmico e revestidas internamente em pastilhas cerâmicas brancas, assentadas sobre argamassa. Enquanto serão abertas novas janelas sobre as portas existentes nos lavabos, com 0,80 metros de largura, 0,30 metros de altura e 2,20 metros de peitoril, devendo ter fechamento em esquadria metálica com fechamento em vidro fantasia basculante.
- A esquadria traseira da copa deverá ter fechamento em bloco cerâmico, com revestimento em chapisco, reboco e tinta acrílica.

Portas dos lavabos: As portas dos lavabos terão suas dimensões mantidas, bem como suas folhas, que serão reaproveitadas e apenas reinstaladas. Deverão, agora, ser de correr, com trilhos instalados na parte superior.

Barras de apoio nos lavabos: Serão instaladas três barras de apoio de aço em cada um dos lavabos, com dimensões e afastamentos especificados na Figura 15.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi feito todo o levantamento atual do local, e identificadas as respectivas falhas, tanto arquitetônicas quanto acústicas. O tema do presente trabalho foi escolhido sabendo da necessidade mais recorrente do local, que é uma reconfiguração acústica. Porém, ao decorrer do levantamento, da representação gráfica, do estudo de normatizações e com auxílio de orientação, foram encontradas também falhas arquitetônicas. Então, foram propostas soluções não só acústicas, mas também de melhorias na arquitetura.

As falhas arquitetônicas encontradas estão presentes na rampa do acesso principal, no posicionamento das esquadrias traseiras da edificação, e na falta de uma completa acessibilidade nos lavabos. Foi possível perceber que as falhas na acústica se dão por reverberação excessiva nas salas de ensaio e, ainda, falta de isolamento do som, impossibilitando o local de exercer sua função primitiva.

Logo depois, foram estudadas as melhores soluções e idealizadas as suas devidas aplicações, obedecendo a normas e seguindo a bibliografias e demais referenciais. A inclinação da rampa pode ser otimizada, atendendo à necessidade dos frequentadores, e obedecendo à normatização, isso porque há espaço o suficiente para que a mesma possa ter um aumento no seu comprimento. As esquadrias traseiras da edificação não deveriam estar posicionadas onde estão, então, foi idealizado um reposicionamento das mesmas, para que não existam problemas futuros com a normatização municipal, e nenhum tipo de constrangimento adicional com um possível vizinho de fundo. Os lavabos podem ter otimização por meio da inserção de barras de apoio, e ainda a reinstalação da folha da porta que deve deixar de ser de abrir, para passar a ser de correr.

A reconfiguração foi pensada para as duas salas em que devem acontecer os ensaios da banda musical e do grupo de teatro e dança. As melhorias acústicas são divididas em duas partes. Primeiro, a solução de isolamento, depois, a solução contra a reverberação interna.

Para fins de isolamento, foram realizadas medições e descoberta a intensidade do som nos ensaios de ambos os grupos para saber quanto de som as partições das salas precisariam barrar para estar de acordo à norma. Cada material, com sua respectiva perda de transmissão, barra certa quantidade de som. Sabendo disso, foi

subtraído do valor total da emissão de som o valor da perda de transmissão de cada material, sem esquecer da vedação das frestas das aberturas, que são portas e janelas. Logo, descobre-se que é possível barrar o som na quantidade requerida para que seja possível o retorno dos ensaios para o Espaço Cultural, tanto da BAMMUC, quanto do grupo Estirpe. O método é eficaz e aplicável.

Depois da solução para isolamento, foi pensado que seria também importante o controle de reverberação interna para que os ensaios pudessem, além de não atrapalhar a vizinhança, ter uma boa qualidade sonora para os músicos, atores e dançarinos. De acordo à bibliografia, existe um Tempo Ótimo de Reverberação para cada uso de ambientes. Foi encontrado tal tempo para o referido uso e aplicado em bases de cálculo presentes nas bibliografias, juntamente com os coeficientes dos materiais escolhidos para controle de rebatimento do som. O resultado foi positivo, tornando possível a o alcance do objetivo desejado.

Em uma última análise, é possível perceber que o principal objetivo foi alcançado, e que a reconfiguração acústica proposta é eficiente: é possível que os ensaios dos grupos no novo ambiente não incomodem os vizinhos, e ainda que o local ofereça uma boa estrutura para os frequentadores, incluindo acessibilidade, reverberação interna adequada, e obediência à normas.

REFERÊNCIAS

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 384p.

BRANDÃO, Eric. **Acústica de Salas**: projeto e modelagem. São Paulo: Blucher, 2016. 654p.

COSTA, Ennio Cruz da. **Acústica Técnica**. São Paulo: Blucher, 2003. 144p.

LORENZI, Harri. **Plantas para jardim no Brasil:** herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2.ed. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2015.

SOUZA, L. C. L. de; ALMEIDA, M. G. de; BRAGANÇA, L. **Bê-á-bá da acústica arquitetônica**: ouvindo a Arquitetura. São Carlos: EdUFSCar, 2016. 140p.

BRASIL. Decreto-lei nº. 3.688, 3 de outubro de 1941. **Lei das Contravenções Penais**. Rio de Janeiro, 1941.

MUCURICI. **Lei Complementar nº. 07, 17 de julho de 2009**. Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Mucurici e dá outras providências. Código de Obras. Mucurici, Espírito Santo, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 148 p. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade: Procedimento.** Rio de Janeiro, 4 p. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados**. Rio de Janeiro, 9 p. 1992.

Como é trabalhar no lugar mais silencioso do mundo. G1**.** Acesso: 19/09/2018. Disponível em: https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/como-e-trabalhar-no-lugar-mais-silencioso-do-mundo.ghtml

Dicionário infopédia da Língua Portuguesa. Porto: Porto Editora, 2003-2018. Disponível em: https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/anecoico
Acesso: 17/09/2018.

Floema: Central da Indústria da Madeira. Acesso: 31/10/2018. Disponível em: http://www.floema.ind.br/?pg=moveis.

Gesso Acartonado: Usos e Vantagens. Clique Aquitetura. Acesso: 01/11/2018. Disponível em: http://www.cliquearquitetura.com.br/artigo/gesso-acartonado-usos-e-vantagens-.html.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010**.** Cidades, IBGE, 2010. Acesso: 05/06/2018 Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/mucurici/panorama.

Partition-walls. Placa acústica perfurada. Acesso: 01/11/2018. Disponível em: http://partitions-walls.com/sale-10295250-high-absorption-perforated-wood-acoustic-panels-wood-fiber-acoustic-board.html.

Universidade Federal de Santa Maria. Acesso: 13/09/2018. Disponível em: **http://www.eac.ufsm.br/laboratorio-e-estrutura.**

CRUZ, Ricardo**. Entrevista concedida ao autor do texto.** Mucurici, Espírito Santo, 2018.

PIRES, Jéssica**. Entrevista concedida ao autor do texto.** Mucurici, Espírito Santo, 2018.

PRATES, Hiara**. Entrevista concedida ao autor do texto.** Mucurici, Espírito Santo, 2018.

REZENDE, Jacira**. Entrevista concedida ao autor do texto.** Mucurici, Espírito Santo, 2018.

SANTOS, Fabrício**. Entrevista concedida ao autor do texto.** Mucurici, Espírito Santo, 2018.

APÊNDICE 1

MODELO DE ENTREVISTA A MÚSICOS DA BANDA MUSICAL DE MUCURICI (BAMMUC)

Foi perceptível alguma mudança na qualidade dos ensaios da banda musical depois da troca do local de ensaio? Pra melhor ou pra pior?

( ) Não

( ) Sim, para melhor

( ) Sim, para pior

Observação:

Se dependesse de você, os ensaios voltariam a ser no espaço cultural? Por quê?

( ) Sim

( ) Não

APÊNDICE 2

MODELO DE ENTREVISTA A INTEGRANTES DO GRUPO ESTIRPE

A melhoria da acústica do espaço cultural viria a melhorar a qualidade dos ensaios de alguma maneira?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

O grupo já recebeu algum tipo de reclamação por conta do barulho?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

Qual a frequência dos ensaios?

APÊNDICE 3

MODELO DE ENTREVISTA A FUNCIONÁRIOS DA SECRETARIA DE CULTURA E ESPORTES

Você reconhece a banda musical como uma importante referência cultural para o município de Mucurici?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

A intervenção em forma de trocas de revestimentos, móveis e esquadrias, de alguma maneira, viria a afetar o seu rendimento como funcionário?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

Atualmente, os ensaios diurnos da banda musical, de alguma maneira, viriam a afetar o seu rendimento como funcionário?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

E depois da possível intervenção?

( ) Sim

( ) Não

Observação:

APÊNDICE 4

MODELO DE ENTREVISTA A VIZINHOS DO ESPAÇO CULTURAL

Os ensaios da banda musical no espaço cultural o incomodavam ou eram suportáveis (visto que não eram diários)?

( ) Incomodava

( ) Eram suportáveis

Observação:

Se dependesse de você, os ensaios poderiam retornar para o local atualmente sem futuras reclamações?

( ) Sim

( ) Não

E depois de uma possível intervenção para isolar o som, por meio de um projeto acústico adequado?

( ) Sim

( ) Não

Você reconhece a banda musical como uma importante referência cultural para o município de Mucurici?

( ) Sim

( ) Não

APÊNDICE 5

MODELO DE ENTREVISTA AO MAESTRO

Foi perceptível alguma mudança na qualidade dos ensaios da banda musical depois da troca do local de ensaio? Pra melhor ou pra pior?

( ) Não

( ) Sim, para melhor

( ) Sim, para pior

Observação:

Se dependesse de você, os ensaios voltariam a ser no espaço cultural? Por quê?

( ) Sim

( ) Não

Observação:.

APÊNDICE 6

MODELO DE ENTREVISTA A EX PROFESSORA DA ANTIGA ESCOLA

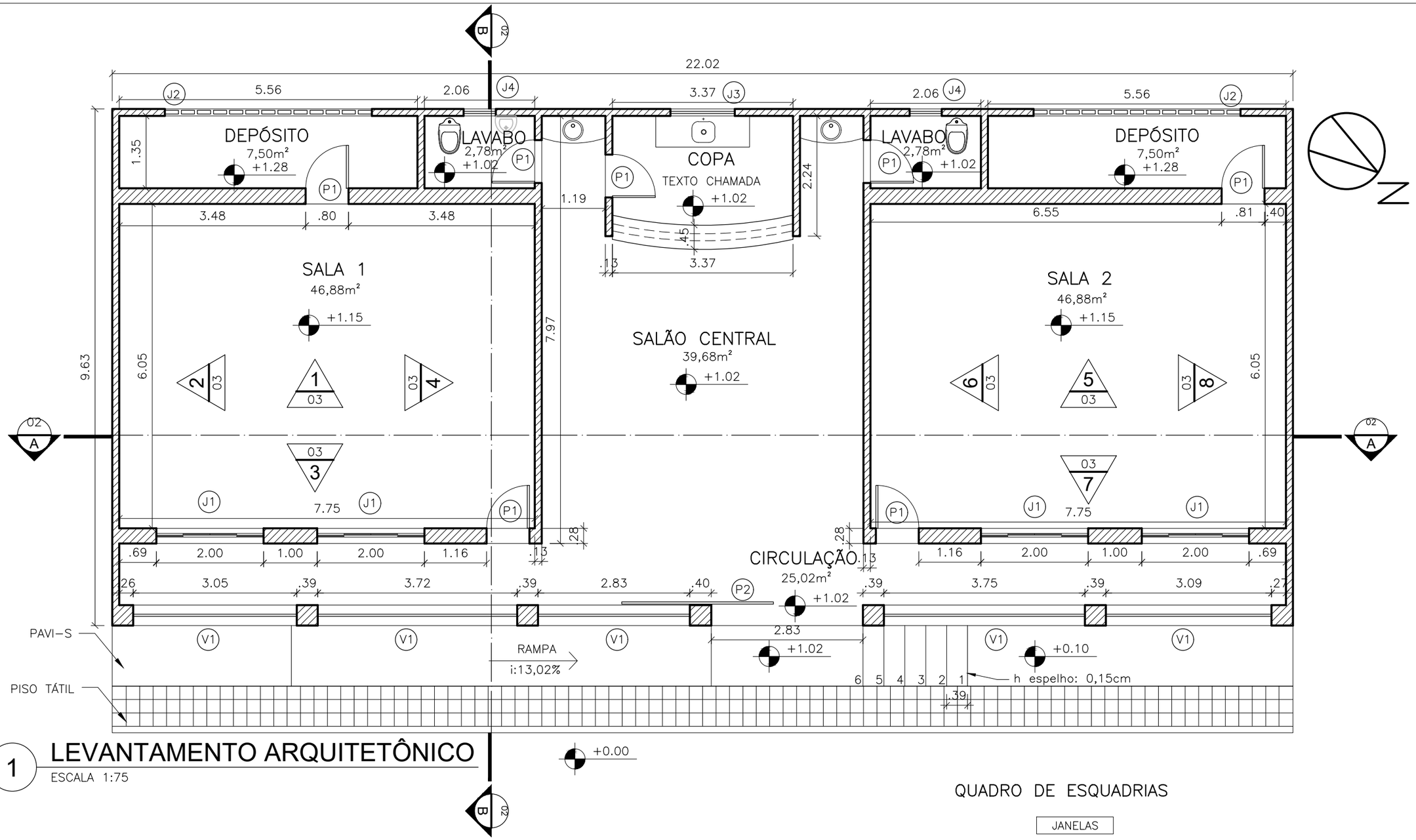
Em qual ano foi professora da escola?

Os vizinhos são os mesmos?

Quantas salas? Quantos banheiros? Tinha cozinha? Pátio?

Quais foram os usos do local?

A escola tinha quais séries? Creche, ensino fundamental, ensino médio?



1 LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO

ESCALA 1:75

QUADRO DE ESQUADRIAS

JANELAS

	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
J1	200cm	110cm	100cm	4 und.	4 folhas de vidro + grade
J2	386cm	53cm	220cm	2 und.	Cobogó
J3	120cm	60cm	150cm	1 und.	2 folhas de vidro + grade
J4	60cm	60cm	150cm	2 und.	3 folhas de vidro basculantes

QUADRO DE ESQUADRIAS

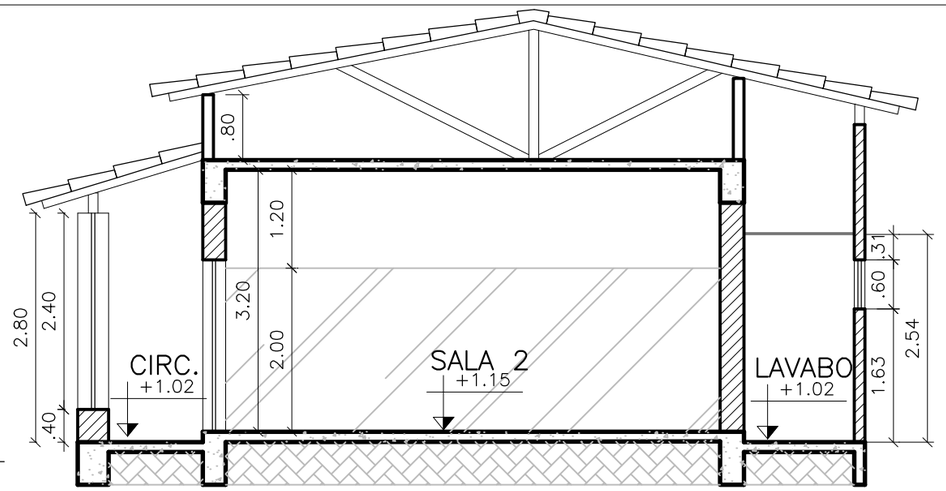
PORTAS

	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
P1	80cm	210cm	–	7 und.	1 folha de madeira
P2	283cm	250cm	–	1 und.	Portão de ferro

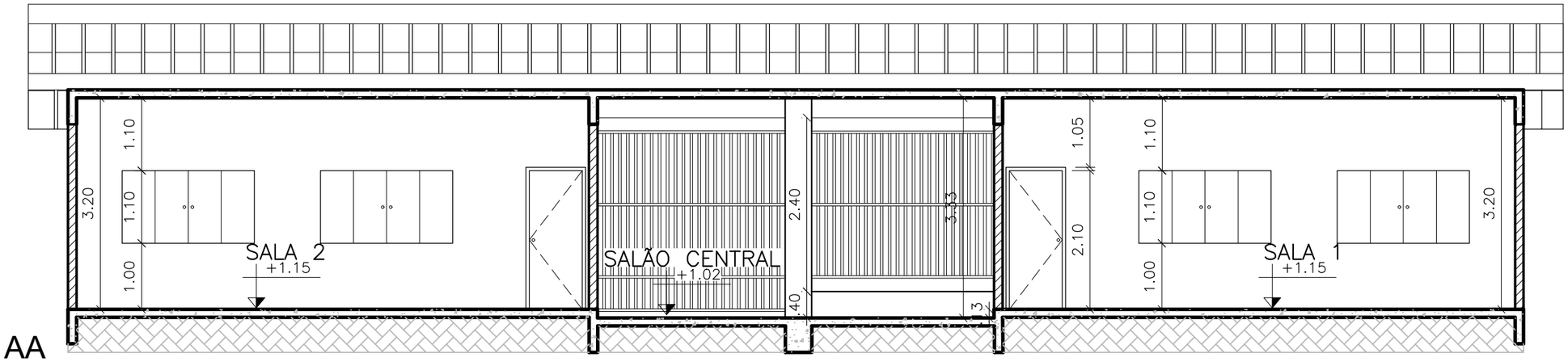
VÃOS FRONTAIS

	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
V1	Indicada	207cm	43cm	5 und.	Grades de ferro

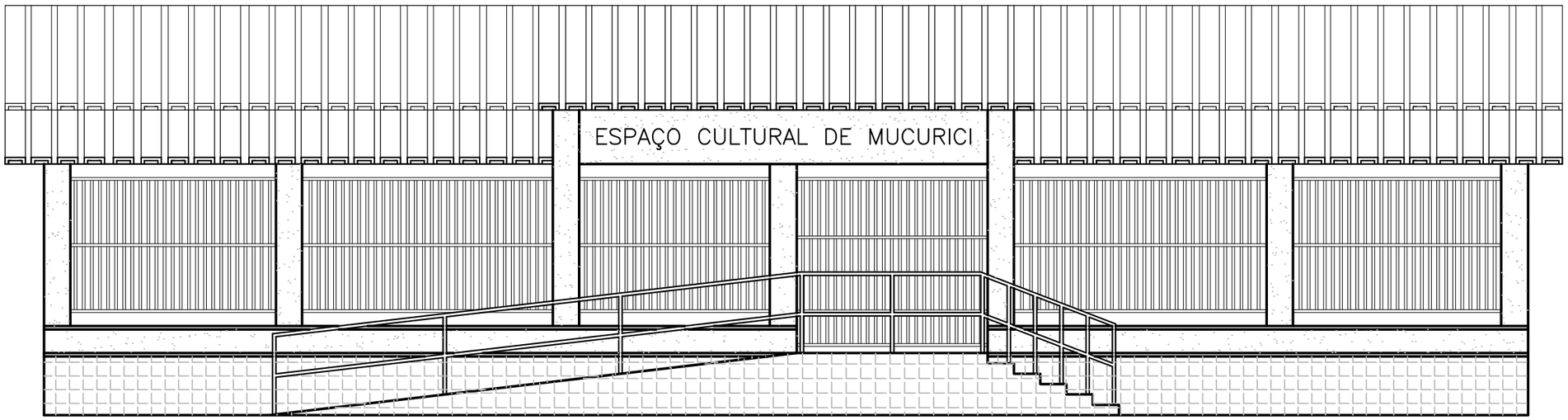
FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75
Assunto: Levantamento arquitetônico		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 1/10



2 CORTE BB
ESCALA 1:75

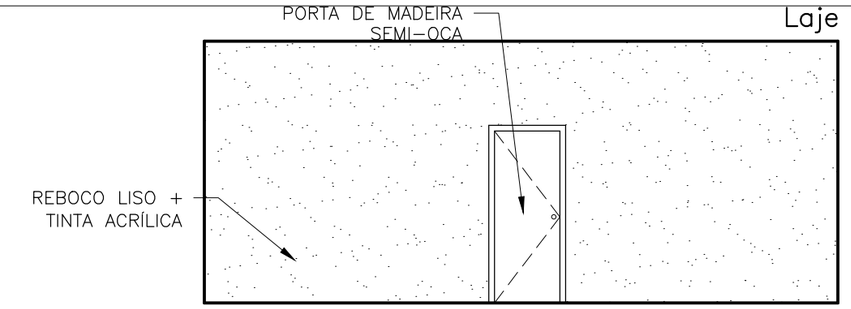


3 CORTE AA
ESCALA 1:75

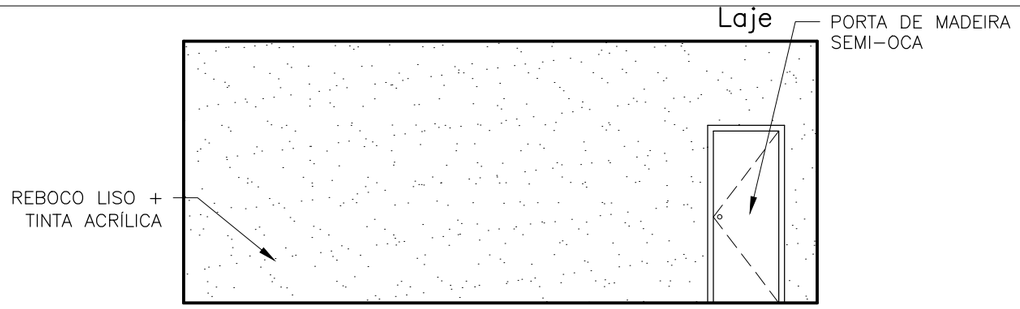


4 FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:75

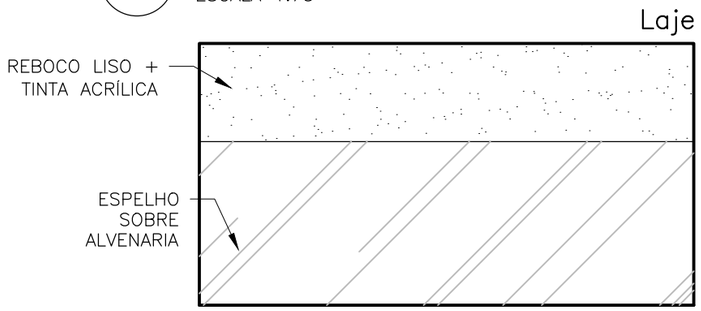
FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75
Assunto: Levantamento arquitetônico		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 2/10



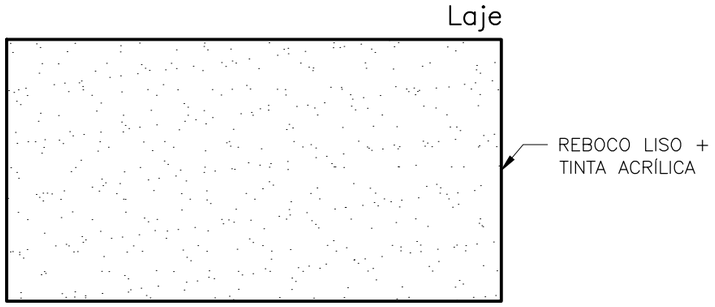
5 VISTA 1
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



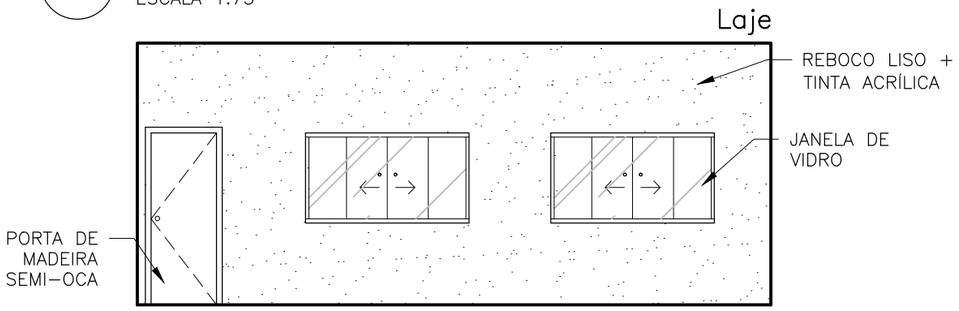
9 VISTA 5
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



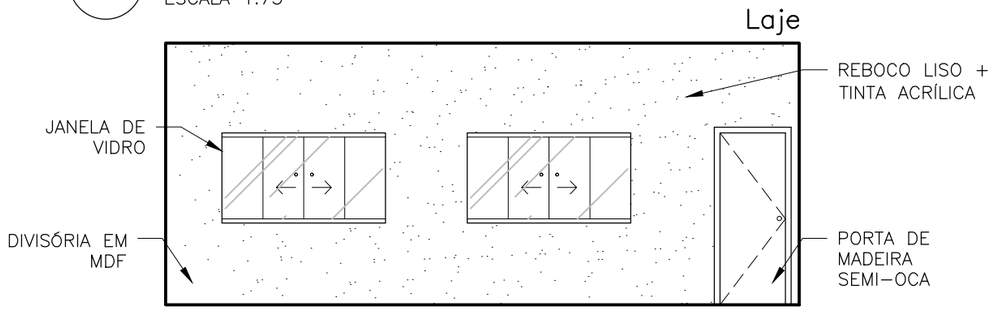
6 VISTA 2
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



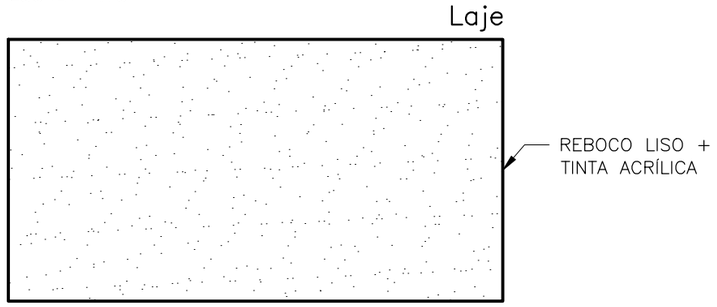
10 VISTA 6
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



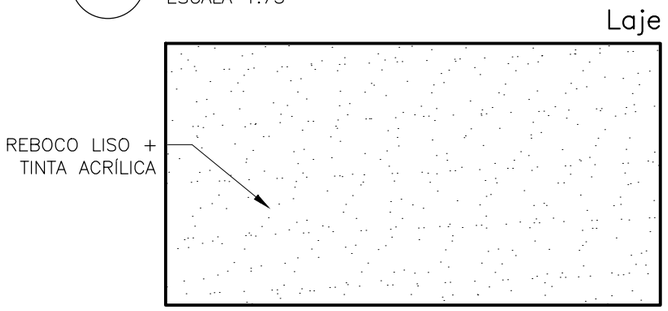
7 VISTA 3
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



11 VISTA 7
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico

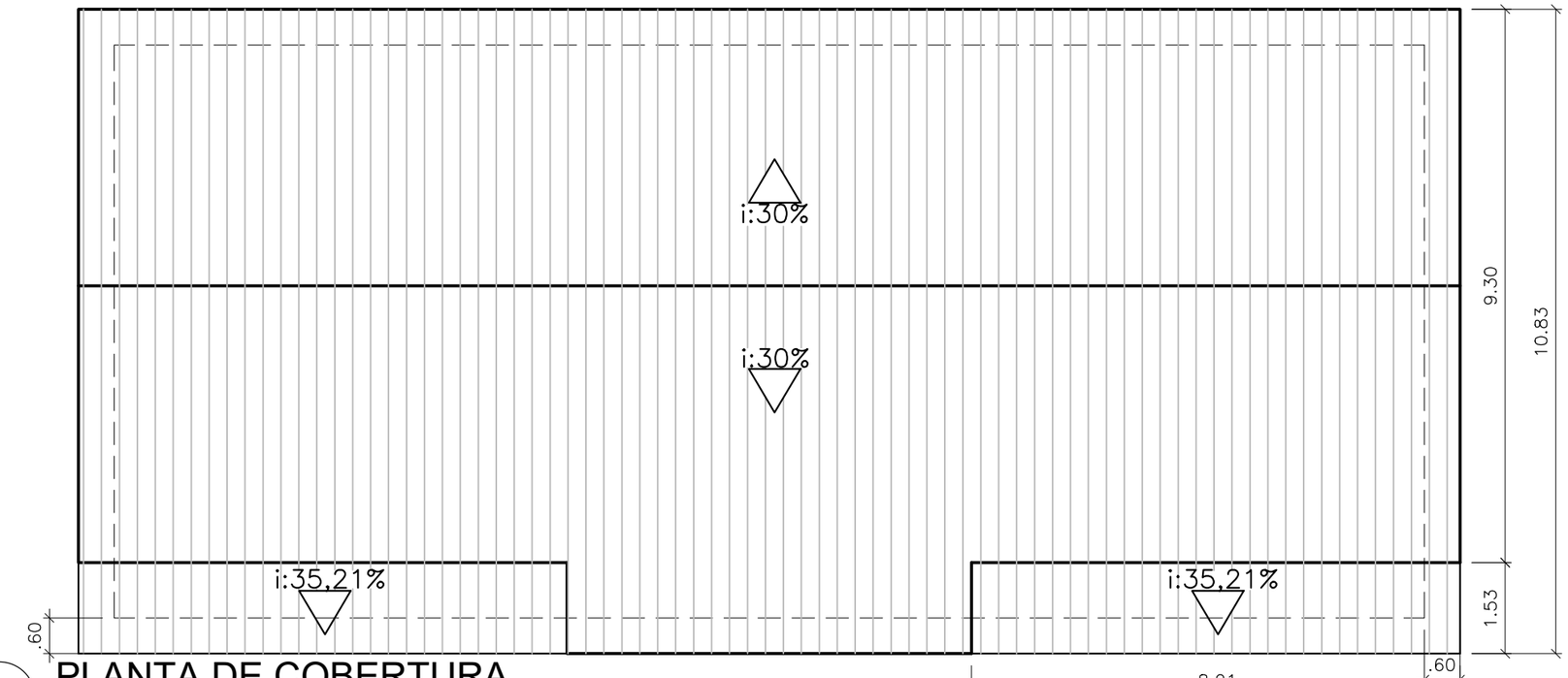


8 VISTA 4
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico



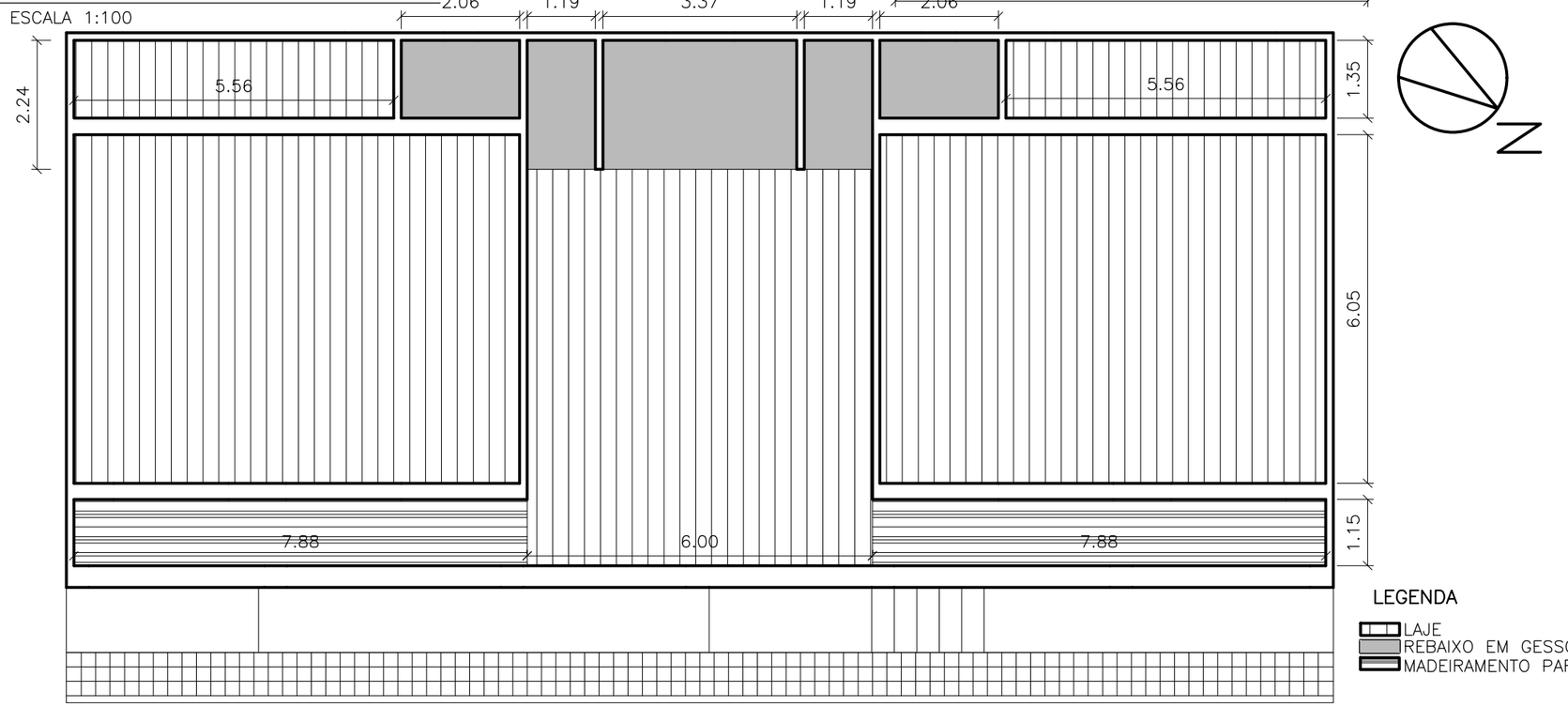
12 VISTA 8
ESCALA 1:75
Piso Cerâmico

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75
Assunto: Levantamento arquitetônico		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 3/10



13 PLANTA DE COBERTURA

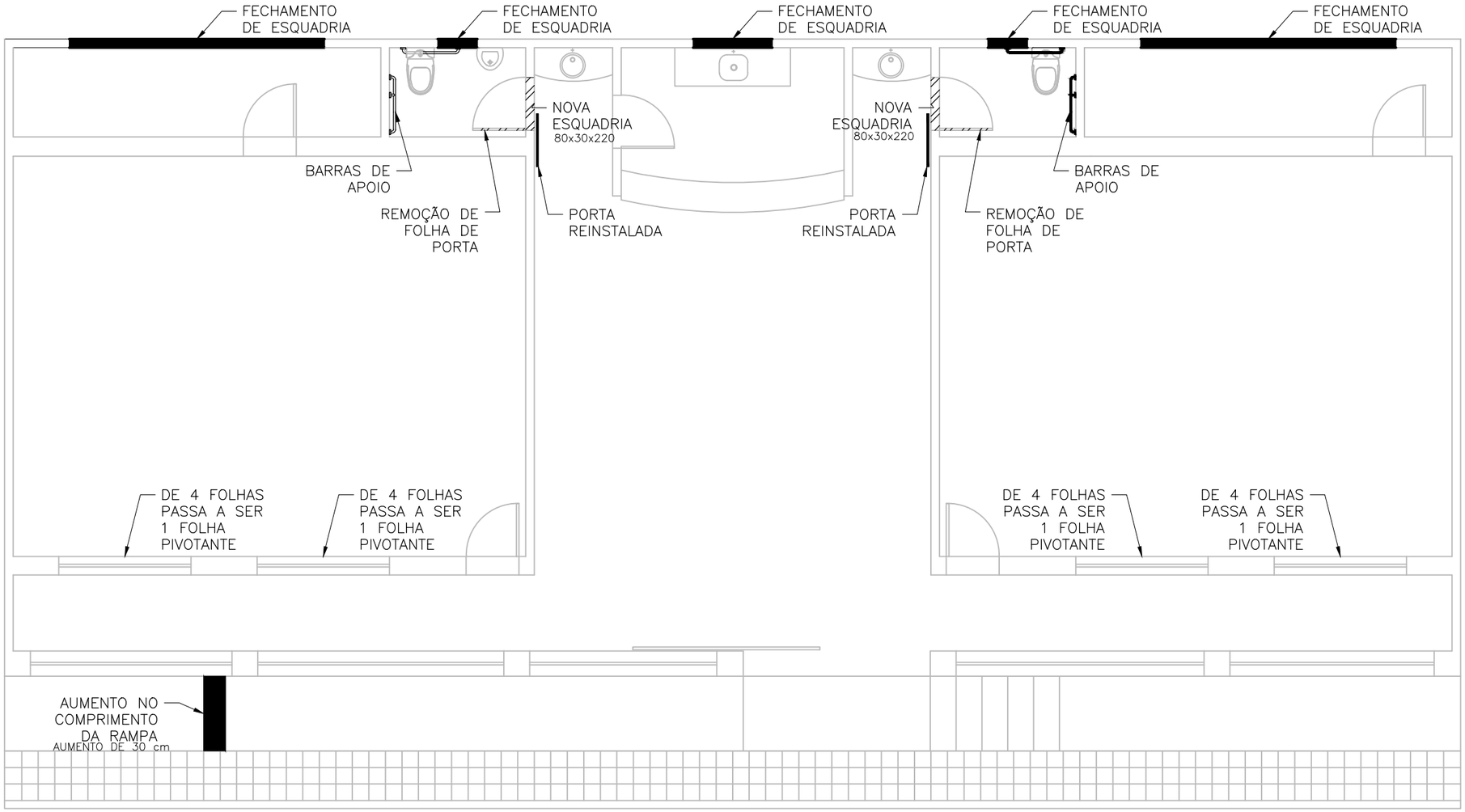
ESCALA 1:100



14 PLANTA DE FORRO

ESCALA 1:100

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/100
Assunto: Levantamento arquitetônico		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 4/10



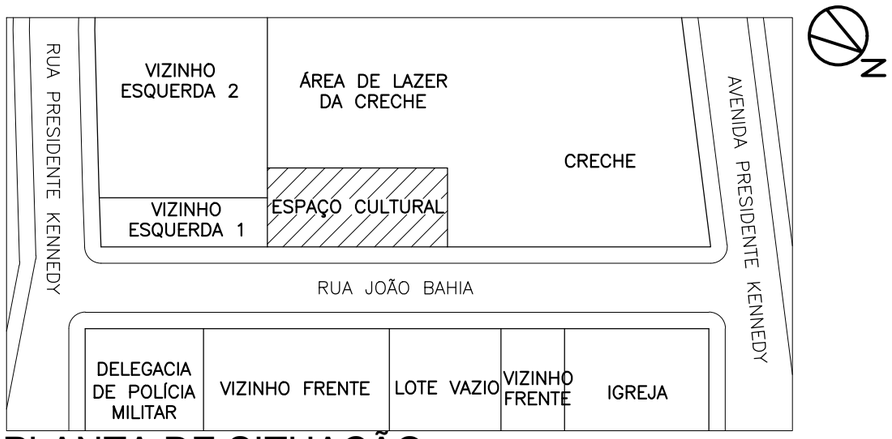
15 PLANTA BAIXA DE REFORMA

ESCALA 1:75

LEGENDA

DEMOLIÇÃO

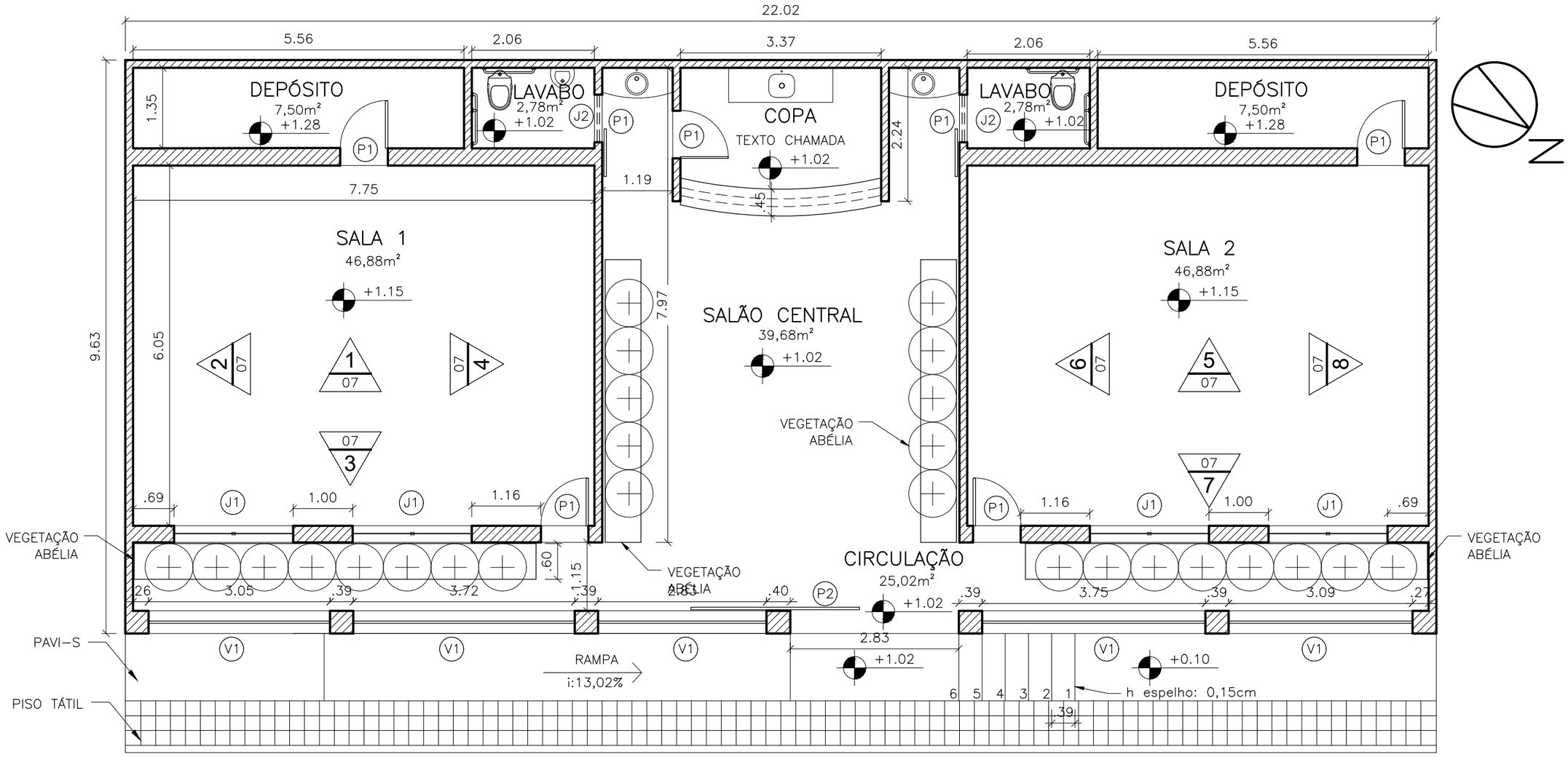
CONSTRUÇÃO



16 PLANTA DE SITUAÇÃO

ESCALA 1:750

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75 e 1/750
Assunto: Planta de reforma e Planta de situação		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 5/10



17 PLANTA BAIXA COM ALTERAÇÕES

ESCALA 1:75

QUADRO DE ESQUADRIAS

PORTAS

	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
P1	80cm	210cm	–	7 und.	1 folha de madeira
P2	283cm	250cm	–	1 und.	Portão de ferro

VÃOS FRONTAIS

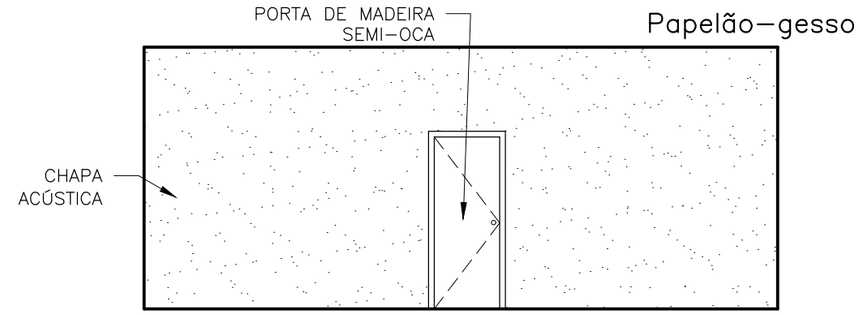
	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
V1	Indicada	207cm	43cm	5 und.	Grades de ferro

QUADRO DE ESQUADRIAS

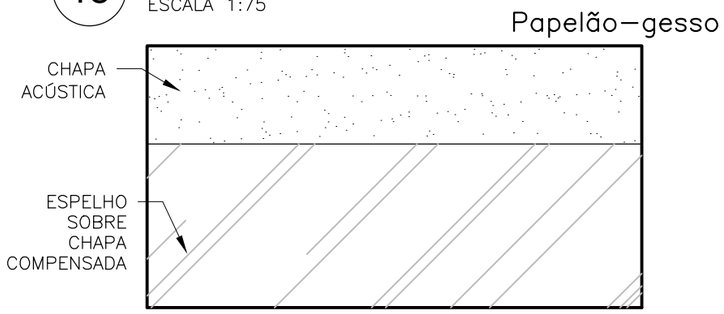
JANELAS

	LARGURA	ALTURA	PEITORIL	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
J1	200cm	110cm	100cm	4 und.	1 folha de vidro pivotante
J2	80cm	30cm	220cm	2 und.	2 folhas de vidro

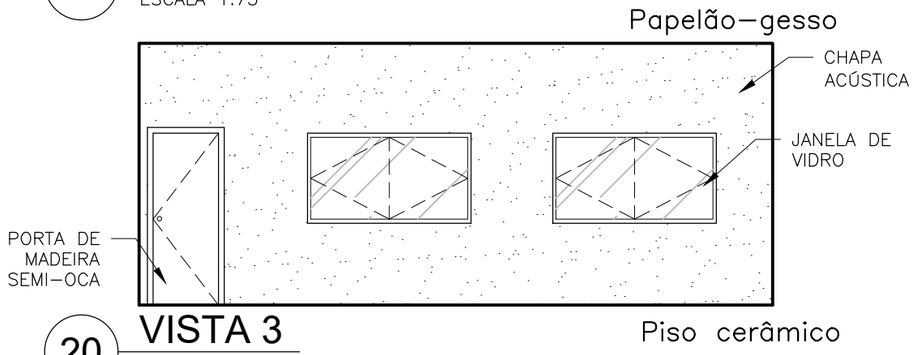
FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75
Assunto: Planta baixa com alterações		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 6/10



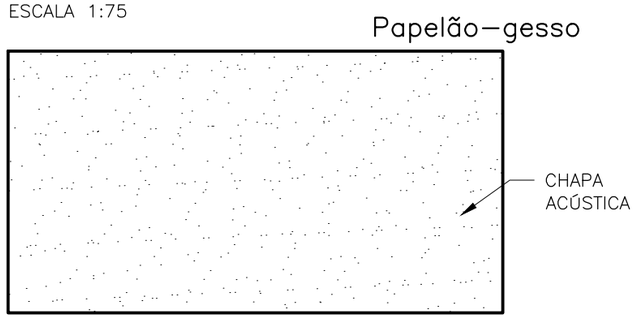
18 VISTA 1
ESCALA 1:75



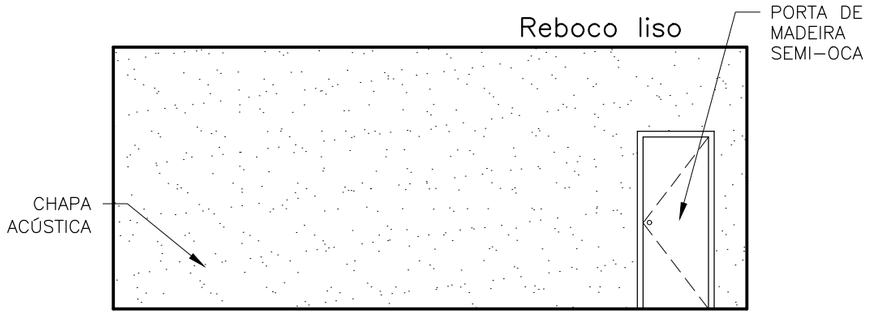
19 VISTA 2
ESCALA 1:75



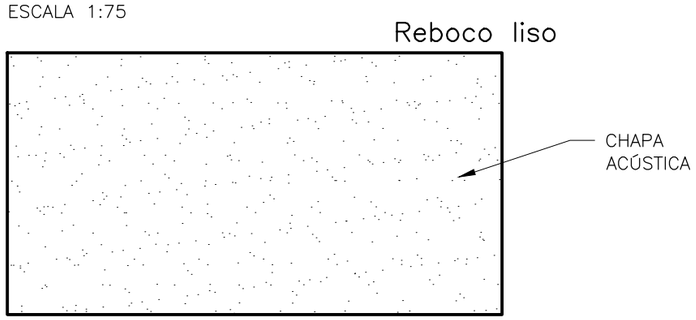
20 VISTA 3
ESCALA 1:75



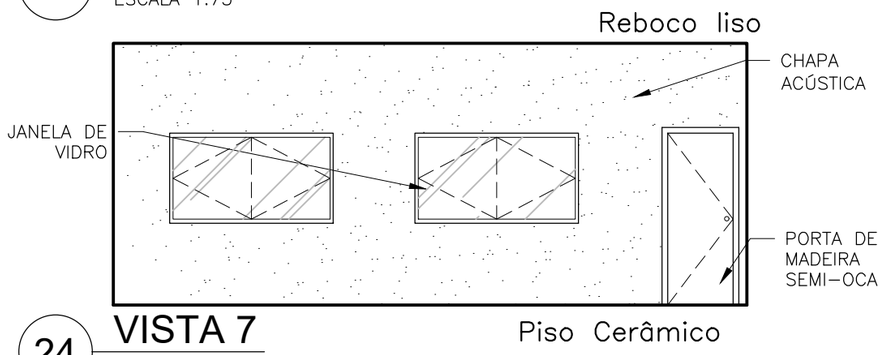
21 VISTA 4
ESCALA 1:75



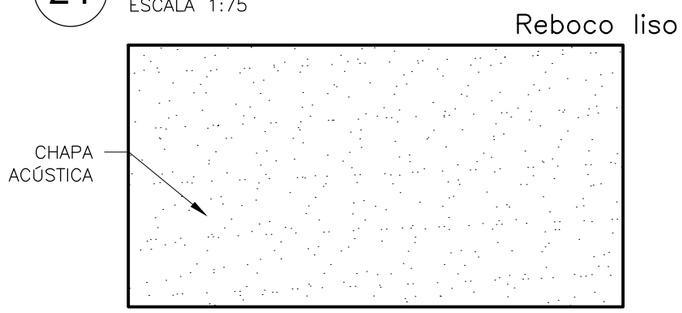
22 VISTA 5
ESCALA 1:75



23 VISTA 6
ESCALA 1:75

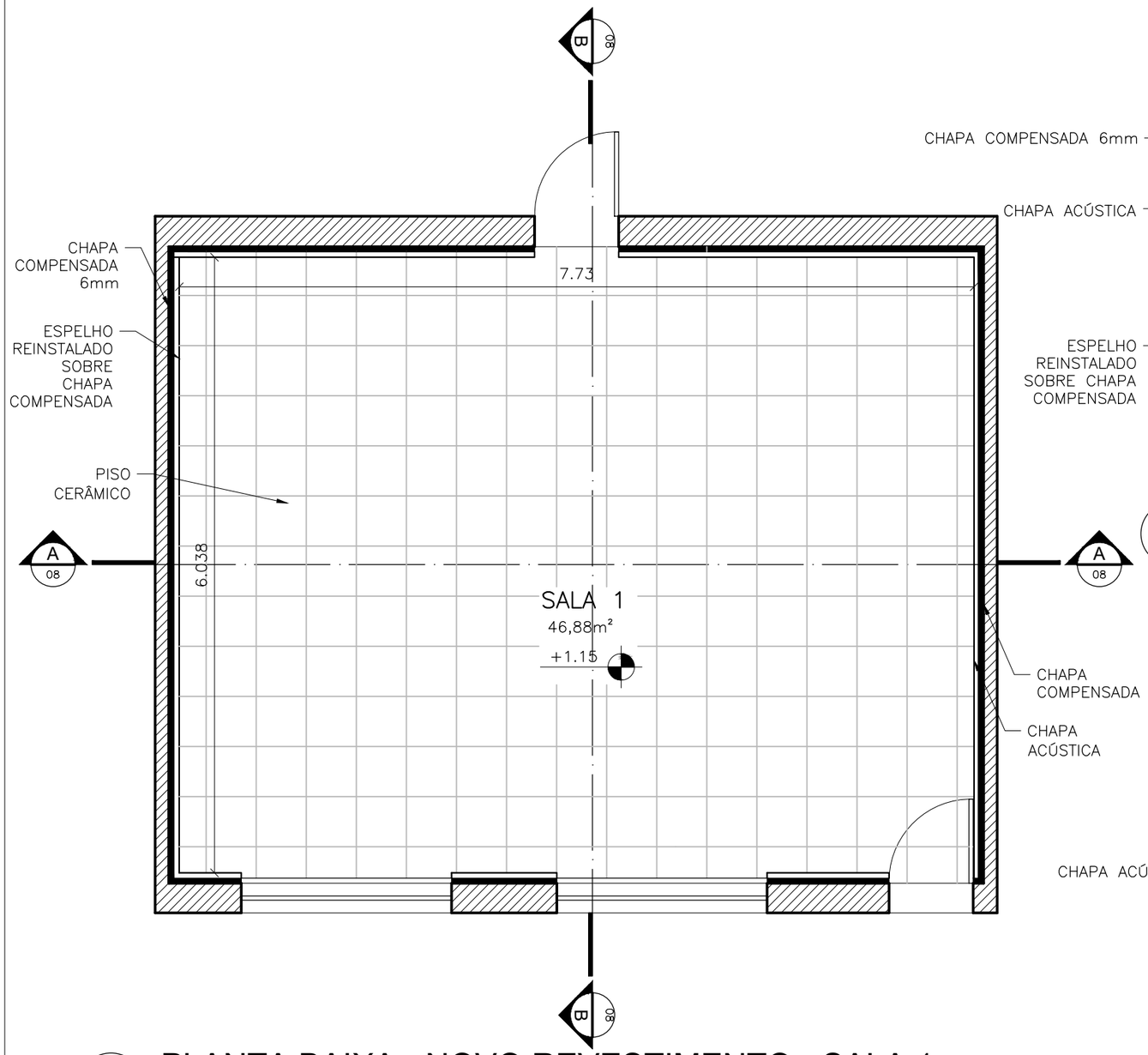


24 VISTA 7
ESCALA 1:75



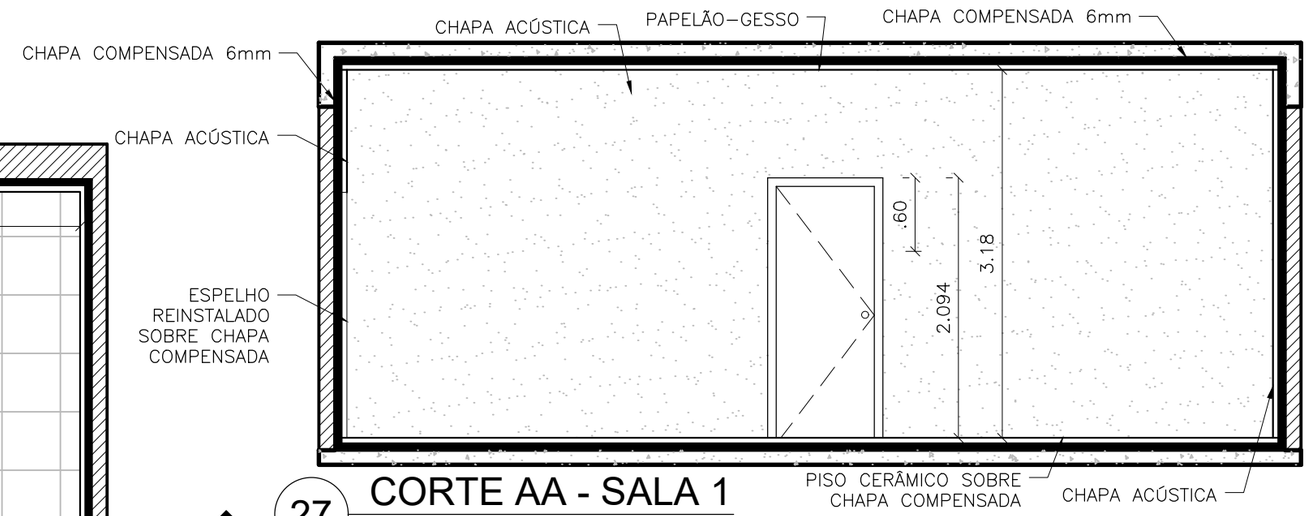
25 VISTA 8
ESCALA 1:75

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/75
Assunto: Vistas		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 7/10



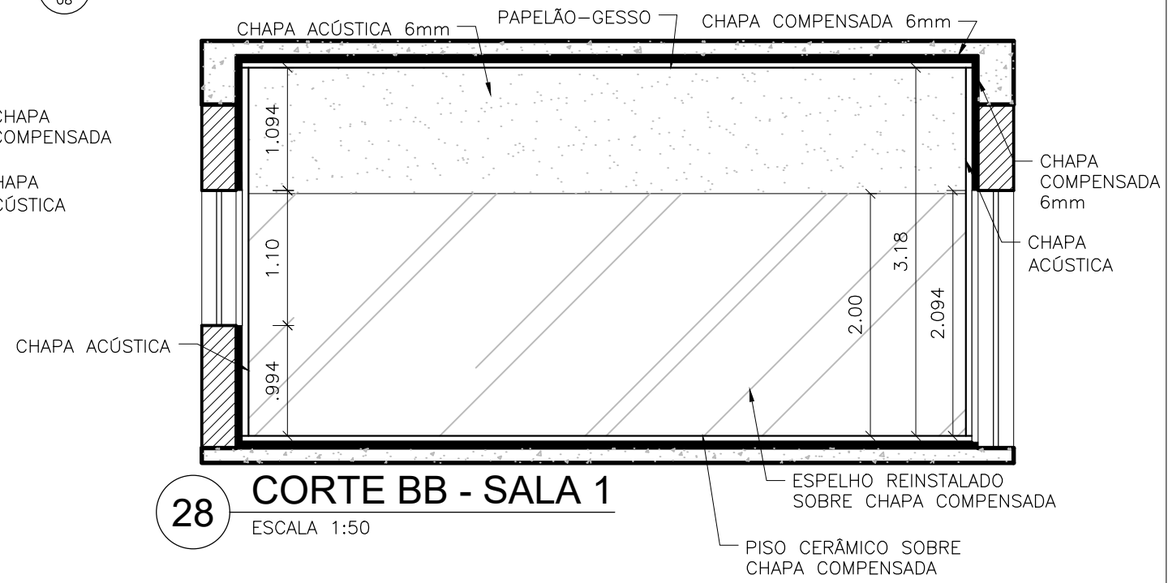
26 PLANTA BAIXA - NOVO REVESTIMENTO - SALA 1

ESCALA 1:50



27 CORTE AA - SALA 1

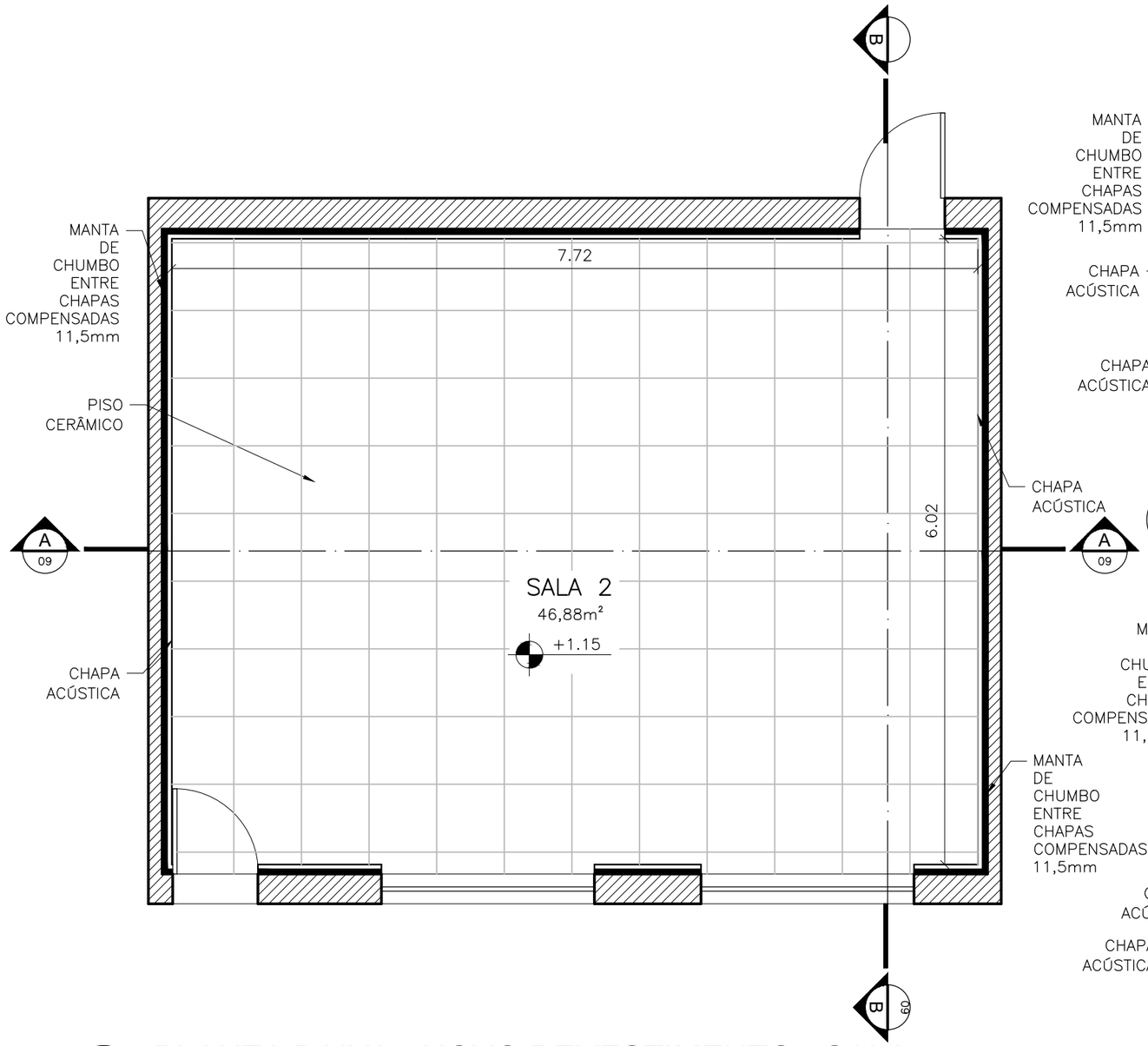
ESCALA 1:50



28 CORTE BB - SALA 1

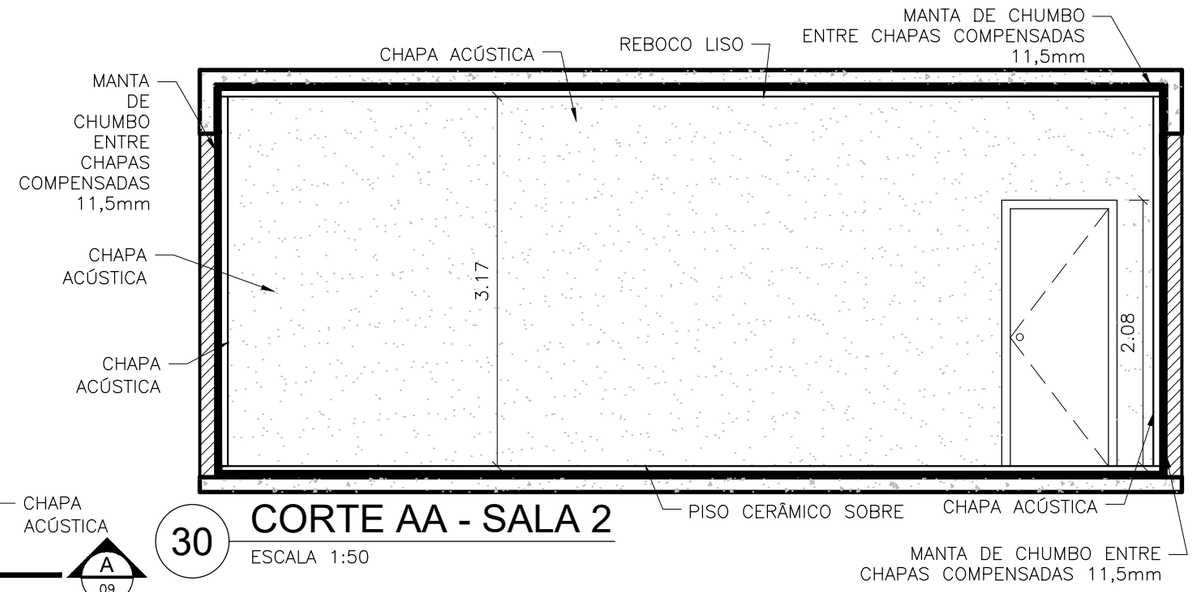
ESCALA 1:50

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/50
Assunto: Intervenção na sala 1		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 8/10



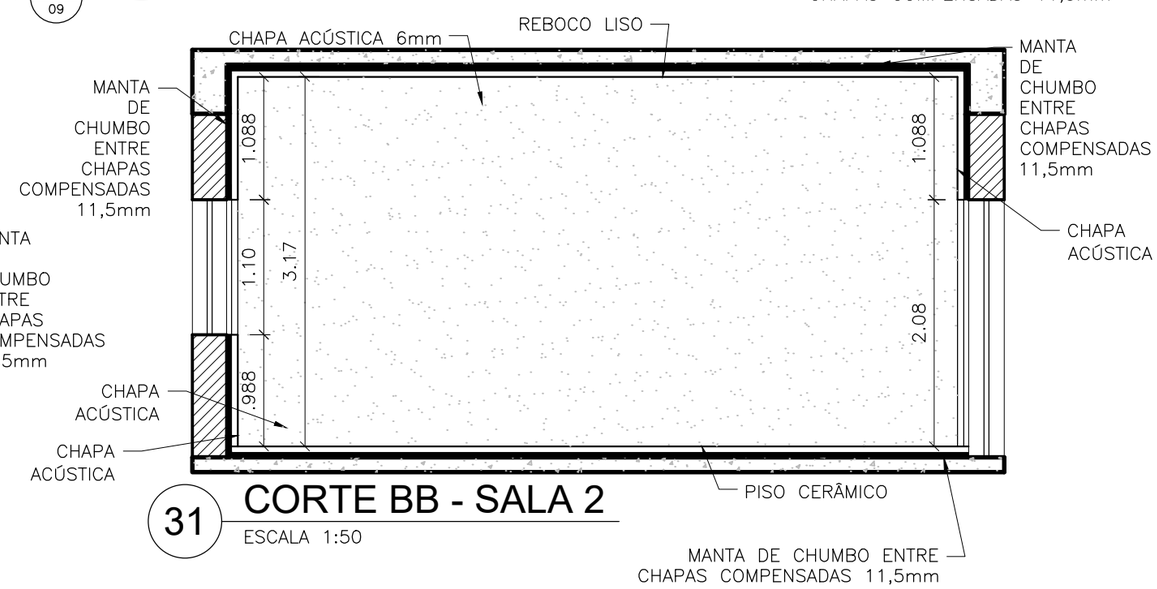
29 PLANTA BAIXA - NOVO REVESTIMENTO - SALA 2

ESCALA 1:50



30 CORTE AA - SALA 2

ESCALA 1:50



31 CORTE BB - SALA 2

ESCALA 1:50

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: 1/50
Assunto: Intervenção na sala 2		Unidade: m
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 9/10

FACULDADE CAPIXABA DE NOVA VENÉCIA		
Proposta de reforma do Espaço Cultural de Mucurici		Data: 09/11/2018
Aluna: Joyce Soares Kretli		Escala: -
Assunto: Perspectivas		Unidade: -
Trabalho Final de Graduação	Turma: ARQN10	Página: 10/10