

CASA *f*ILARMÔNICA
p.a.u.e.r.r.e.n.s.e



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

E DO BARRO FEZ-SE A VIDA:
ANTEPROJETO DE UMA CASA FILARMÔNICA PARA PAU DOS FERROS/RN

ANA LÍGIA PESSOA SAMPAIO

NATAL, 2017

ANA LÍGIA PESSOA SAMPAIO

E DO BARRO FEZ-SE A VIDA:

ANTEPROJETO DE UMA CASA FILARMÔNICA PARA PAU DOS FERROS/RN

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no semestre letivo de 2017.2, como requisito para obtenção de título de Arquiteta e Urbanista.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Bianca Carla Dantas de Araújo - Orientadora – UFRN

Prof^ª. Dr^ª. Solange Virgínia Galarça Goulart – Avaliadora Interna – UFRN

Prof^ª. Dr^ª. Juliana Magna da Silva Costa Morais – Avaliadora Externa - UFPB

NATAL, 2017

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Dr. Marcelo Bezerra de Melo Tinôco - DARQ - -CT

Sampaio, Ana Lúgia Pessoa.

E do barro fez-se a vida: anteprojeto de uma casa filarmônica para Pau dos Ferros/RN / Ana Lúgia Pessoa Sampaio. - Natal, 2017.

110f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Bianca Carla Dantas de Araújo.

1. Projeto arquitetônico - Casa filarmônica - Monografia. 2. Escola de música - Monografia. 3. Hiperadobe - Monografia. 4. Pau dos Ferros/RN - Monografia. I. Araújo, Bianca Carla Dantas de. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BSE15

CDU 72.012.1

15/344 - ERICKA LUANA GOMES DA COSTA CORTEZ

AGRADECIMENTOS

Terminar um curso de graduação ainda é um grande privilégio no Brasil, mais ainda é ter tantas pessoas que somaram em sua vida acadêmica, tornando todo o processo ainda mais completo. Todas foram importantes para alcançar essa etapa e a essas pessoas deixo aqui o meu agradecimento.

Agradeço aos meus pais, Maria Lúcia Pessoa Sampaio e Gilton Sampaio de Souza, por, literalmente, tudo! Se há pessoas que devemos agradecer sempre, essas pessoas são os pais. Os meus, em especial, sempre focados numa formação mais pautada na justiça social e que são os meus grandes espelhos, como pessoas, como acadêmicos, como cidadãos. Provaram que não há limites quando você faz o que você gosta.

À minha família, base de tudo, sempre estiveram ali quando precisei e sei que sempre estarão. Devo agradecimentos especiais ao meu irmão Galego, a minha Madrinha Auxiliadora que basicamente me criou no sítio (que infância maravilhosa) e à minha prima Diana Paula que assumiu o papel de minha mãe quando vim morar em Natal aos 14 anos.

Á Luizinho, meu primo e “esposo”, com quem fui dividir apartamento quando cheguei em Natal há quase 10 anos e estamos aí até hoje nesse matrimônio nada oficial e nenhuma briga acumulada, amém.

Ao IFRN, instituição que me acolheu e me fez ter certeza da área que eu queria seguir. Muito além dos livros técnicos, agradeço principalmente pela formação humana da instituição.

Agradeço a todos que compõem o Grupo HCURB, que desde 2015 tem sido uma terceira casa para mim (porque a segunda é o Galinheiro). Em especial aos bolsistas, Désio, Adielson e Bárbara, à Yuri e à Professora Angela, a quem devo imensamente esses dois anos de aprendizado e de introdução ao mundo da produção científica.

Aos professores de Arquitetura e Urbanismo da UFRN e alguns profissionais com quem tive a oportunidade de trabalhar, que estarei levando um pedacinho de cada nessa nova fase. Muitas trocas e aprendizados. Em especial, a professora Giovana Paiva que me guiou dentro do curso nesses 5 anos, à Viviane Teles, que muito contribuiu na minha introdução à arquitetura de terra, e à professora Bianca Dantas, que aceitou agregar sua experiência e orientar este trabalho.

Por fim, agradeço à Sociedade Filarmônica Pauferrense pela confiança, à Domingos Lacerda pela contribuição a este trabalho, e àqueles que estão ali no dia-a-dia, os amigos, que até nesse momento de desespero contribuíram de alguma forma. Destaque para Emílio e Júlia, os “paus para toda obra”, que estavam ali ajudando no momento de maior sufoco.

Os meus sinceros agradecimentos.

À Antônio de Holanda Cavalcanti.

RESUMO

A discussão da Casa Filarmônica surge em 2010, com o falecimento de Antônio de Holanda Cavalcanti, natural de Pau dos Ferros-RN, agrônomo, que fez carreira em Goiânia-GO. Em seu testamento, deixou parte de seus bens para criação da Sociedade Filarmônica Pauferrense (SFP). Carente de equipamento de interesse social similar nas mais de trinta cidades que formam a região, esse projeto procura mediar interesses da população, da Diretoria da SFP e dos poderes políticos envolvidos, sob o olhar da arquitetura vernacular. Logo, o objetivo deste trabalho é apresentar aspectos do desenvolvimento do anteprojeto de uma Casa Filarmônica para a cidade de Pau dos Ferros, que valorize não só a música como expressão cultural, mas o conjunto de técnicas que compõem a arquitetura do semiárido do Rio Grande do Norte, desmistificando-o e trazendo novos olhares e formas de encarar o barro como material de construção. A proposta valoriza elementos intrínsecos e particulares da região, como clima, território e cultura, em oposição à produção em massa de edificações que se observa na contemporaneidade. Destaca-se que a estigmatização de materiais como o barro, abundante na região, pelo setor da construção civil é também uma forma dos grandes empresários venderem as próprias técnicas industrializadas que em quase nada são adaptadas aos diversos bioclimas do Brasil. Assim, parte-se da análise das requisições do programa de necessidades, por meio de revisão bibliográfica, estudo de referências, entrevistas e de experimentações *in loco*. Defende-se aqui que pensar o coletivo valorizando a técnica construtiva como uma expressão da identidade local é também resistir a esse ideal de cidade contemporânea derivativa e homogênea, é resgatar valores e princípios da própria população.

Palavras-Chave: Casa Filarmônica. Escola de Música. Hiperadobe. Pau dos Ferros.

ABSTRACT

A discussion of the Philharmonic House arises in 2010, with the death of Antônio de Holanda Cavalcanti, a native of Pau dos Ferros-RN, an agronomist, who made a career in Goiânia-GO. In his will, he left part of his assets for the creation of the Pauferrense Philharmonic Society (SFP). Lacking similar equipment of social interest in the more than thirty cities that make up the region, this project seeks to mediate the interests of the population, the SFP Board and political politicians involved, under the guise of vernacular architecture. Therefore, the objective of this work is to present a development of the preliminary project of a Philharmonic House for a city of Pau dos Ferros, which value not only a music as a cultural expression, but also the set of techniques that make up an architecture of the semiarid Rio Grande do Norte, demystifying-and bringing new looks and ways of looking at clay as building material. The proposal values intrinsic and particular elements of the region, such as climate, territory and culture, as opposed to the mass production of buildings observed in contemporary times. It is worth noting that the stigmatization of materials such as clay, abundant in the region by the civil construction sector, is also a way for big businessmen to sell their own industrialized techniques, which are hardly adapted to the different bioclimates in Brazil. Thus, one starts from the analysis of requisitions of the necessities program, through bibliographical revision, study of references, interviews and experiments *in loco*. It is defended here that to think the collective valuing the constructive technique as an expression of the local identity is also to resist to this ideal of contemporary city derivative and homogeneous, is to rescue values and principles of the own population.

Keywords: Philharmonic House. School of Music. Hiperadobe. Pau dos Ferros.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Partitura	20
FIGURA 2: Percentual de municípios com grupos artísticos de orquestra por Unidade Federativa	21
FIGURA 3: Percentual de municípios que têm curso de capacitação ou profissionalizante em atividades típicas de cultura, segundo o tipo de curso - Brasil - 2006/2014.....	23
FIGURA 4: Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo na Sala São Paulo.....	24
FIGURA 5: Níveis de Ruído em dBa.....	27
FIGURA 6: Curvas de igual sensação sonora	27
FIGURA 7: Simulação de difusores nas paredes de uma sala	29
FIGURA 8: Localização de Pau dos Ferros	31
FIGURA 9: Antônio de Holanda Cavalcanti, patrono da SFP	32
FIGURA 10: Localização do terreno.....	34
FIGURA 11: Planta do loteamento Jardim São Paulo	35
FIGURA 12: Entorno da Casa da Música	36
FIGURA 13: Casa da Música do Porto, Portugal.....	37
FIGURA 14: Sala na cobertura para pequenos shows e contemplação	38
FIGURA 15: Planta Baixa e Corte da Sala de Concerto	38
FIGURA 16: Sala de Concerto.....	39
FIGURA 17: Escola de Música da UFRN (EMUFRN)	40
FIGURA 18: Planta da Escola de música.....	40
FIGURA 19: Centro Uakti, Belo Horizonte.....	41
FIGURA 20: Entrada da sala antes.....	44
FIGURA 21: Entrada da sala depois	44
FIGURA 22: Sala antes	44
FIGURA 23: Sala depois.....	44
FIGURA 24: Esquema de localização.....	45
FIGURA 25: Proposta final.....	47
FIGURA 26: Projeto de interiores.....	48
FIGURA 27: Sala da coordenação	48
FIGURA 28: Depósito.....	48
FIGURA 29: Destelhamento	49
FIGURA 30: Telhado final.....	49
FIGURA 31: Execução do forro e do piso	49
FIGURA 32: Espaço entre piso e parede.....	49

FIGURA 33: Segunda camada de gesso.....	50
FIGURA 34: Colocação da banda acústica	50
FIGURA 35: Detalhe da banda	50
FIGURA 36: Perfis	50
FIGURA 37: Suporte para janela	50
FIGURA 38: Instalação das placas de gesso na parede P4	51
FIGURA 39: Isolamento em lã de vidro na parede P4.....	51
FIGURA 40: Pintura.....	51
FIGURA 41: Paredes finalizadas	51
FIGURA 42: Estante no depósito	51
FIGURA 43: Vista da entrada	51
FIGURA 44: Coordenação	51
FIGURA 45: Esquadrias.....	52
FIGURA 46: Materiais e equipamentos utilizados para medições.....	52
FIGURA 47: Informações técnicas do aparelho.....	53
FIGURA 48: Certificado de Calibração	53
FIGURA 49: Tempo ótimo de reverberação segundo NBR 12179	55
FIGURA 50: Pontos de Medição	56
FIGURA 51: Biblioteca de barro por Kere Arquitetura	59
FIGURA 52: Construção em hiperadobe	61
FIGURA 53: Superadobe	62
FIGURA 54: Hiperadobe	62
FIGURA 55: Retirada da amostra do barro do terreno	63
FIGURA 56: Testes para definir a qualidade do barro em campo	63
FIGURA 57: Amostra com 04 dias de repouso.....	64
FIGURA 58: Teste da Bola	64
FIGURA 59: Teste do Rolo.....	65
FIGURA 60: Mural construção de tijolo de adobe para testar resistência do barro.....	66
FIGURA 61: Porcentagem de vagas destinadas a deficientes físicos e motocicletas	70
FIGURA 62: Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).....	74
FIGURA 63: Espaço geográfico no semiárido.....	77
FIGURA 64: O terreno	78
FIGURA 65: Zona 07 e Carta Bioclimática de Picos (PI)	79
FIGURA 66: Mapa acústico do loteamento	80
FIGURA 67: Grand piano e detalhe de suas teclas	81

FIGURA 68: Fachada Oeste.....	82
FIGURA 69: Fachadas	82
FIGURA 70: Partido arquitetônico	83
FIGURA 71: Fluxograma.....	84
FIGURA 72: Quadro geral de áreas internas	86
FIGURA 73: Assembléia e reunião informal com o maestro Elton.....	87
FIGURA 74: Detalhe do corredor à oeste - parede de hiperadobe à esquerda e parede de adobe à direita	89
FIGURA 75: Sistema com telha metálica "sanduíche"	89
FIGURA 76: Detalhe piso drenante	90
FIGURA 77: Planta Baixa do Térreo – Estrutura, Caixa d’água e reserva inferior	91
FIGURA 78: Detalhe cobogó e ventilação vertical para remoção do ar quente	92
FIGURA 79: Massa específica dos materiais de acordo com Protolab.....	94
FIGURA 80: Forros Refletivos	96
FIGURA 81: Simulação no Ecotect	97
FIGURA 82: Implantação e Memorial Botânico	100

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Percentual de municípios com grupos artísticos, com indicação de variação percentual, segundo o tipo de atividade desenvolvida - Brasil - 2006/2014	22
TABELA 2: Composição das paredes em drywall.....	46
TABELA 3: Nível de Pressão Sonora da Sala Experimental	54
TABELA 4: Dados obtidos na medição do T60.....	57
TABELA 5: Taxas e áreas.....	68
TABELA 6: Valores dB(A) e NC	74
TABELA 7: Nível de Pressão Sonora Equivalente (LAeq) no entorno	79
TABELA 8: Densidade da Parede Externa	95
TABELA 9: Densidade da Parede Interna	95
TABELA 10: Densidade da Cobertura.....	98
TABELA 11: Perda de Transmissão das Partições Compostas da Sala de Concerto	98

LISTA DE SIGLAS

E.....	Energia
f.....	Frequência
T.....	Período
λ	Comprimento de onda
τ	Coefficiente de Absorção
c.....	Velocidade do som no ar [m/s]
dB.....	deciBell
I.....	Intensidade Sonora [W/m^2]
L_{eq}	Nível Sonoro Equivalente [dB]
L_{Aeq}	Nível Sonoro Equivalente na Curva A [dB(A)]
NI.....	Nível de Intensidade Sonora [dB Ref. $10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$]
NPS.....	Nível de Pressão Sonora [dB Ref. $2,0 \times 10^{-5} \text{ Pa}$]
NWS.....	Nível de Potência Sonora [dB Ref. 10-12 W]
P.....	Pressão Sonora [Pa]
P_0	Pressão Sonora de Referência [Pa]
S.....	Área de Superfície [m^2]
V.....	Volume [m^3]
W.....	Potência Sonora [W]
m.....	massa [kg/m^2]
D.....	Isolamento Bruto [dB]

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. MÚSICA: DA ARTE À TÉCNICA	18
1.1. A MÚSICA ERUDITA NO BRASIL	18
1.2. O ENSINO DA MÚSICA NA FORMAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	19
1.3. PRÁTICAS CULTURAIS E OS PÚBLICOS DA CULTURA.....	21
1.4. NOÇÕES DE ACÚSTICA.....	24
1.4.1. Propriedades do Som	25
1.4.2. Acústica Geométrica	28
2. DO BARRO FEZ-SE O HOMEM	30
2.1. PAU DOS FERROS, A PRINCESINHA DO OESTE	30
2.2. ANTÔNIO DE HOLANDA E A MÚSICA ERUDITA, SUA RELAÇÃO COM A MÚSICA E COM PAU DOS FERROS	31
2.3. A SOCIEDADE FILARMÔNICA PAUFERRENSE (SFP)	33
2.4. A DOAÇÃO DO TERRENO	34
3. REFERÊNCIAS PROJETAIS	36
3.1. REFERÊNCIAS DIRETAS	36
3.1.1. Casa da Música – Porto, Portugal:	36
3.1.2. Escola de Música da UFRN – Natal, RN:	39
3.2. REFERÊNCIAS INDIRETAS	41
3.2.1. Centro UAKTI	41
4. PROJETO PILOTO	43
4.1. O PROJETO	44
4.2. A EXECUÇÃO	48
4.3. ANÁLISE E RESULTADOS	52
5. DO BARRO FEZ-SE A VIDA	58
5.1. POR UMA ARQUITETURA LOCAL E HOLÍSTICA.....	58
5.2. CONSTRUÇÃO COM TERRA ENSACADA	59
5.3. O BARRO DO TERRENO	62

6. CONDICIONANTES DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	67
6.1. CONDICIONANTES LEGAIS.....	67
6.1.1. Plano Diretor e Código de Obras:.....	67
6.1.2. Segurança contra incêndio:	70
6.1.3. Acessibilidade – NBR 9050/2015	73
6.1.4. Legislação – Desempenho Acústico	73
6.2. CONDICIONANTES REGIONAIS	76
6.3. CONDICIONANTES FÍSICO-AMBIENTAIS	76
7. DA IDÉIA À CONCEPÇÃO: A CASA FILARMÔNICA.....	81
7.1. CONCEPÇÃO FORMAL	81
7.1.1. Conceito	81
7.1.2. Partido Arquitetônico.....	82
7.1.3. Zoneamento	84
7.2. PROGRAMA DE NECESSIDADES	85
8. MEMORIAL DESCRITIVO.....	88
8.1. A CASA FILARMÔNICA PAUFERRENSE.....	88
8.2. O SISTEMA CONSTRUTIVO	88
8.3. ESTRATÉGIAS DE CONFORTO	92
8.4. DESEMPENHO ACÚSTICO	93
8.4.1. Isolamento Acústico do Sistema Construtivo Escolhido	95
8.4.2. Tratamento e Isolamento Acústico da Sala de Concerto	95
8.5. MEMORIAL BOTÂNICO.....	99
CONCLUSÃO.....	101
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE	107

INTRODUÇÃO

Quando se fala em Nordeste no âmbito nacional, ou mesmo do interior nordestino numa esfera mais regional, a seca e a pobreza são imagens que primeiro marcam o ideário das pessoas, estimulados por um discurso midiático cheio de estereótipos e de análises superficiais. A esse discurso segue um estigma que assola a região, cuja imagem está sempre relacionada a um estilo de vida subdesenvolvido, discurso este absorvido pelos próprios habitantes, aceitando a condição imposta. Estando enquadrada no Polígono das Secas, conforme Manual de Preenchimento da DITR (Declaração do Imposto sobre a Propriedade Rural) junto a grande parte do Nordeste brasileiro geoeconômico (BRASIL, 2010), Pau dos Ferros e todo o Alto Oeste Potiguar, localizadas no extremo oeste do Rio Grande do Norte, sofreram com prolongadas crises de estiagem, algumas históricas e que dificultaram bastante a vida do sertanejo comum. Aproveitando-se desse contexto físico-ambiental, a fala de políticos da região intensifica ainda mais o conformismo como forma de diminuir a responsabilidade que recairia a si próprio pelas condições vividas pela população (MALVEZZI, 2007).

“O Holanda ele tinha uma frustração, ele gostaria de tocar ou cantar alguma coisa. Mas, ele era totalmente ‘surdo’ musicalmente” (Domingos Lacerda).

No entanto, não se deve interpretar o Nordeste e o semiárido apenas pelas suas características físicas, climáticas e morfológicas, é preciso compreendê-lo sobre um olhar mais abrangente do que o normalmente propagado, como bem destaca Roberto Malvezzi em seu livro *Semiárido, uma Visão Holística*, ressaltando a importância de enxergá-lo como um ser uno, com corpo, mente e alma; “o semiárido brasileiro não é apenas clima, vegetação, solo, sol ou água. É povo, música, festa, arte, religião, política, história” (MALVEZZI, 2007, p. 9).

Nascido em Pau dos Ferros, em meio a esse contexto e evidenciando o defendido por Malvezzi, Antônio de Holanda Cavalcanti entendia a carência da região e, ao mesmo tempo, o seu potencial, deixando de herança um projeto e um sonho pessoal para a cidade. Amante da música erudita, Holanda articulou e organizou alguns meses antes de seu falecimento o seu testamento para que parte de seu patrimônio fosse direcionado para a criação de uma Sociedade Filarmônica para Pau dos Ferros.

Em 2010, com o seu falecimento fruto da complicação de um pós-operatório, veio a público seu testamento e seu desejo de deixar parte de seus bens

para criação da Sociedade, projeto este que hoje está sendo tocado por seu companheiro, Domingos de Lacerda Júnior. Sem filhos e solteiro, “não tem por conseguinte herdeiros necessários, quer ascendentes, quer descendentes, como tal definidos em lei, e pode por isso, dar aos seus bens a destinação que bem entender”, como destacado em seu testamento, feito no 5º Tabelionato de Notas, pertencente à comarca de Goiânia, em Goiânia (GO). Neste testamento, destaca-se:

NONO: Que ele outorgante testador determina que seja instituída na sua Cidade Natal, Pau dos Ferros, Estado do Rio Grande do Norte, uma sociedade civil com o nome de Sociedade Filarmônica Pau Ferrense, cujo objetivo será o de operar uma Escola de Música, sobretudo de caráter beneficente. (Escritura Pública de Testamento, Livro nº 11, fls. 56Vº/60Vº, 5º Tabelionato de Notas).

A Sociedade Filarmônica Pauferrense (SFP) é então fundada em 15 de maio de 2011, após contato dos representantes do Antônio de Holanda com interessados em tocar o projeto vinculados à Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, campus de Pau dos Ferros. Foi aprovado e registrado seu estatuto em cartório, como sociedade civil de direito privado, sem fins lucrativos, e organização não governamental, democrática e pluralista.

Pau dos Ferros, universo de estudo deste trabalho e onde a Sociedade está sediada, localiza-se na microrregião de Pau dos Ferros no extremo oeste do estado do Rio Grande do Norte, próximo às divisas com o Ceará e a Paraíba, assumindo a função de “Pólo Territorial” da região em que está enquadrada, o Alto Oeste Potiguar, pela sua função como centro comercial, de serviços e financeiros (BRASIL, 2010). Tem população estimada em 2016 de 30.206 pessoas, numa área de 259,959 km² e densidade de 106,73 hab/km². Sua vasta agenda de eventos culturais ao longo do ano traduz a valorização da música como expressão da cultura e forma de lazer.

Numa tentativa de trazer à tona um pensamento mais holístico acerca da região, considerando aspectos que vão desde os bioclimáticos aos socioculturais e levantando o debate sobre a forma de construir no semiárido, propõe-se aqui uma solução mais adequada ao contexto da cidade e que busca o fortalecimento da identidade local frente às imposições da indústria e do mercado da construção civil que, não só estigmatiza sua população, mas seus materiais também. Não é apenas dos outros a tarefa de assumir a responsabilidade sobre os desafios e rumos de viver no semiárido. Deve-se sempre enfatizar que há uma responsabilidade social por trás de cada profissão, sendo nossa também a competência de enfrentar e trazer novos olhares e possibilidades para a região.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é desenvolver o anteprojeto de uma Casa Filarmônica para a cidade de Pau dos Ferros, RN, sob um olhar mais holístico, englobando

cultura e técnica na promoção e popularização do ensino da música na região. Para isso, visa-se conceber estrutura para realização de concertos e eventos, assim como para o ensino da música na região; compreender os conceitos que permeiam a construção com terra e da arquitetura holística na concepção do projeto arquitetônico; e aplicar estratégias de conforto acústico adequados aos ambientes de uma Casa Filarmônica.

Esse tipo de projeto – de alta complexidade acústica e de grande impacto social – não foi explorado durante o curso, sendo um complemento importante aos estudos referentes à graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). A possibilidade de ser executado torna ainda mais desafiadora a experiência, saindo do campo da imaginação, da concepção apenas pela concepção, e indo para o real, possuindo clientes com prazos e requisições próprias, dialogando com o poder público e se limitando, apesar de propor algo diferente, às restrições do mercado local e do contexto em que está inserido.

A iniciativa de Antônio de Holanda Cavalcanti, pois, é condizente com a ausência de instrumentos políticos que incentivem a criação de grupos e estruturas voltadas para o setor cultural, contribuindo para a melhoria desses números apresentados pelo Ministério da Cultura (2010) e abrangendo ainda uma gama de cidades ao redor que têm Pau dos Ferros como pólo. É uma necessidade a ser suprida e um projeto com potencial suficiente para mudar a dinâmica da cidade, a sua educação e a sua produção cultural, afinal, a “arte é assim historicamente condicionada, consoante a uma situação particular em idéias, aspirações e necessidades, possibilitando conhecimento e transformações” (FISCHER, 1971, apud COSTA, 2003, p. 4), podendo ser um divisor de águas para o futuro da cidade.

A obtenção de dados desta pesquisa se dará por meio de quatro formas distintas, porém complementares, de forma a garantir um produto bem fundamentado e adequado às necessidades da organização a partir de método projetual adaptado ao tipo de projeto.

Desse modo, pretende-se realizar uma revisão bibliográfica acerca do universo cultural que envolve a música erudita, com ênfase em sua história no Brasil e sua evolução nos dias de hoje, a fim de entender a demanda e o público alvo dessa expressão artística. Assim como uma breve explanação do conceito de Holismo e como será aplicado ao projeto arquitetônico. Também serão estudadas soluções estruturais e técnicas relativas ao conforto da edificação, principalmente em termos acústicos. Além disso, essa revisão se voltará para a compreensão do programa e a funcionalidade exigidos para uma Casa Filarmônica, do mesmo modo que as

alterações necessárias nesse programa para seu funcionamento em paralelo como escola de música, requisitado em testamento por Antônio de Holanda Cavalcanti.

No intuito de complementar a revisão bibliográfica, de caráter mais teórica, foram realizados estudos de referências a partir de pesquisas em ambiente virtual e/ou visitas técnicas a teatros, casas filarmônicas e/ou espaços utilizados como suporte à música erudita em geral. O objetivo era realizar uma avaliação pós ocupação e auxiliar na concepção funcional e formal do projeto.

Foi realizado, ainda, ensaios com o barro do terreno para uma caracterização superficial de seu potencial como material de construção e, como exercício de conforto e teste de eficiência acústica de parte do sistema construtivo a ser utilizado no projeto, um estudo prático de isolamento acústico em uma sala de aula de música em Pau dos Ferros. Esse teste é parte de uma colaboração com o Campus de Pau dos Ferros da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, onde a sala está localizada e serviu de laboratório para algumas soluções acústicas a partir de testes de desempenho para o trabalho final.

Por fim, como parte essencial da compreensão da vontade do cliente, in memoriam, foram realizadas algumas entrevistas não estruturadas (RIBAS, 2004) com o poder público, na pessoa do Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Econômico de Pau dos Ferros, o Engenheiro Cláudio Fídias para esclarecer alguns aspectos legais sobre uma obra com esse impacto, e para obtenção da topografia do terreno, assim como entrevistas com pessoas que tiveram contato direto com o senhor Antônio e representantes da Sociedade Filarmônica Pauferrense. Em especial, interessou-se em entrevistar Domingos Lacerda Júnior, ex-companheiro do cliente com quem viveu maior parte de sua vida. Sua entrevista foi realizada no dia 27 de maio de 2017 durante visita à Pau dos Ferros para aula inaugural da Filarmônica e trechos dela estão distribuídos ao longo dos capítulos. Também foi entrevistada a professora Maria Lúcia Pessoa Sampaio, integrante do quadro docente da UERN e, até o fim da elaboração deste trabalho, Presidente da SFP.

Assim, com a descrição do tema, dos objetivos, da justificativa e da metodologia proposta para este trabalho, o texto segue dividido em sete capítulos para, enfim, ponderar os resultados obtidos nas considerações finais.

No primeiro capítulo, “Música: da Arte à Técnica”, tem-se a parte inicial do referencial teórico, dividido em quatro eixos que envolvem a promoção da música e discutem a importância do ensino da música no país: a Música Erudita no Brasil; o Ensino da Música na Formação de Jovens e Adultos; e as Práticas Culturais e os Públicos da Cultura; e Noções de Acústica. No

segundo capítulo, “Do Barro fez-se o Homem”, busca-se uma contextualização do projeto, com descrição mais aprofundada do universo de estudo, da Sociedade Filarmônica, do patrono e localizando o terreno.

No terceiro capítulo, o foco já passa a ser estudos que direcionariam o projeto em si, nele são abordados projetos que, por serem de interesse estético e/ou funcional serviram de referência para este trabalho. No quarto capítulo, referente à sala experimental e todo o aprendizado que sua execução trouxe. E, no quinto capítulo, “Do Barro fez-se a vida”, é introduzido o barro e suas múltiplas qualidades, destacando estudos que já vem tentando sistematizar algumas técnicas com esse material. Nele também há uma breve introdução sobre arquitetura holística e são apresnetados os ensaios feitos com o barro do terreno.

Já no sexto capítulo, o objetivo passa a ser, enfim, explicar o que foi proposto nesse trabalho, faz-se um balanço dos condicionantes que limitarão ou mesmo encaminharão certas soluções arquitetônicas. No sétimo, tem-se todo o processo de concepção do projeto arquitetônico. É nesse ponto que a proposta começa a ser detalhada. No, oitavo e último capítulo, tem-se descrições mais detalhadas de certos aspectos da construção, cálculos e simulações de seu desempenho acústico, assim como a sugestão de um memorial botânico.

1. MÚSICA: DA ARTE À TÉCNICA

Como seres sociais que forjam relações culturais e históricas na construção de uma sociedade, as pessoas, para Vigotski (apud SCHLINDWEIN, 2015), psicólogo proponente da Psicologia Cultural-Histórica, passam por um processo de humanização ao longo da vida só possível no convívio em sociedade, nascer na espécie humana, homo sapiens, sem humanizar-se não é o bastante. Ao envolver os conhecimentos adquiridos, o intelecto, a emoção e os sentidos, o fazer artístico se caracteriza como um trabalho completo.

Nesse sentido, a primeira parte do referencial teórico está dividido em quatro eixos. Pretende-se, aqui, trazer um breve histórico sobre o desenvolvimento da música erudita no Brasil. A partir disso, estudar o seu ensino e papel na formação de jovens e adultos, assim como sua importância social e cultural, apresentando relatos de experiências educacionais exitosas. Para discutir o cenário cultural dessa expressão artística no país, conhecendo seu público ou mesmo estratégias para desenvolver esse público. Por fim, introduz-se noções de acústica que auxiliarão na compreensão deste trabalho.

1.1. A MÚSICA ERUDITA NO BRASIL

A divulgação e comercialização de espetáculos de arte em proporção global, possibilitados pelas inovações tecnológicas nos métodos de gravação e reprodução, alteraram as relações entre sujeito e objeto, mudanças estas questionáveis quando observadas do ponto de vista das formas de percepção e técnicas presentes na produção artística (SANTAELLA, 1982). Para Santaella (1982), é necessário um transitar entre emissor e receptor vinculado a um trabalho social conjunto a fim de produzir significação e evidenciar a articulação de signos e linguagem na composição da obra final. A interação entre músico e plateia é essencial, especialmente na música erudita.

No Brasil, essa expressão artística está diretamente ligada ao período inicial da colonização portuguesa no país, transformando-se e moldando-se ao longo dos séculos nesses mais de 500 anos desde a sua introdução (BERNARDES, 2001). Em texto de sua autoria, Rogério Budasz (Apud

*“Ele não dava conta de ouvir e definir o que era um Dó, Ré. [...] Ele era excessivamente desafinado, porque não tinha o ritmo mesmo”
(Domingos Lacerda).*

BERNARDES, 2001) fala das primeiras expressões de música erudita no país na catequização dos povos indígenas pelos jesuítas.

Escrever um panorama da História da Música Erudita ou de Concerto no Brasil é um desafio há muito acalentado. Diferente de outras produções artísticas brasileiras, a música ainda carece de estudos organizados com o objetivo de contar sua história e, principalmente, contextualizá-la perante o repertório consagrado da música ocidental. Essa vertente da produção musical brasileira por muitos é considerada como o último tesouro ainda por ser descoberto e verdadeiramente explorado da cultura do país (BERNARDES, 2001, p. 05)

Contudo, apesar de séculos de história, em comparação com outros estilos musicais, a música erudita é pouco conhecida pela maior parte da população devido a fatores que vão desde falta de publicação e divulgações de obras compostas aqui, pouca aproximação com a cultura popular, assim como o desinteresse da indústria em criar um cenário mais forte para esse setor quando há outros estilos que consideram mais “vendível”.

Ortodoxa para uns, arcaica para outros, uma orquestra reúne esforços individuais e coletivos na manutenção de uma tradição longamente cultivada, uma expressão musical milenar. Das especificidades instrumentais à sincronia e uso de vários saberes, a composição de uma obra orquestral expressa e comunica, efetivando individual e coletivamente os mecanismos necessários à cooperação para realização de sua meta, a música (COSTA, 2003).

Nas últimas décadas, a discussão sobre a estética da música erudita foi trazida à tona por jovens músicos brasileiros, gerando polêmicas ao retratar a dinâmica social das classes populares numa aproximação da proposta do Modernismo Brasileiro (FERREIRA, 2011). Compositores como Ernesto Nazareth, Villa-Lobos e Chiquinha Gonzaga buscavam trazer componentes da cultura brasileira, especialmente aquela de ascendência africana, em suas criações, enriquecendo a obra ao representarem o Brasil em suas obras e valorizando a identidade nacional com originalidade. Mas, não há unanimidade acerca dessas criações, como em quase todas as áreas, há aqueles de ideais tradicionalistas e aquele mais progressistas, propondo a renovação do estilo (FERREIRA, 2011). Excluindo-se o juízo de valor agregado a ambas as conotações, esses grupos de vanguarda surgiram com grande intensidade e bem organizados, sendo responsáveis pela criação de festivais de música contemporânea (BERNARDES, 2001)

1.2. O ENSINO DA MÚSICA NA FORMAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

A música enquanto linguagem é fundamentada pelos princípios da comunicação social ao relacionar membros de uma sociedade através de intenções e efeitos. Expressa, então, uma relação entre o homem e o seu mundo: “pela arte, a individualidade se torna social” (COSTA,

2003, p. 4). Ao trabalhar, o artista absorve e controla a realidade num processo consciente e racional, a espontaneidade da obra artística transmite emoção por meio de técnicas e recursos formais, “refletindo uma realidade que transita entre a magia e o esclarecimento” (FISCHER, 1971, apud COSTA, 2003, p. 4).

A música é a linguagem que se traduz em formas sonoras capazes de expressar e comunicar sensações, sentimentos e pensamentos, por meio da organização e relacionamento expressivo entre o som e o silêncio. A música está presente em todas as culturas, nas mais diversas situações: festas e comemorações, rituais religiosos, manifestações cívicas, políticas etc. Faz parte da educação desde há muito tempo, sendo que, já na Grécia antiga era considerada como fundamental para a formação dos futuros cidadãos ao lado da matemática e da filosofia. (BRASIL, 1998, p. 45)

Pautar a educação nas artes desenvolve a percepção estética de um aluno e seu pensamento artístico, caracterizando método singular de ordenar e dar sentido à experiência humana (SCHLINDWEIN, 2015). A música, como forma de comunicação, meio de expressão e manifestações de sentimento pode ser também uma prática pedagógica criativa no ensino de saberes diversos, além de desenvolver a integração de aspectos sensíveis, estéticos e cognitivos na formação de uma linguagem considerada uma das mais importantes formas de expressão humanas (SOUZA e JOLY, 2010). Desde 1998, com o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (BRASIL, 1998, p. 45) já se discute a importância da música para a educação:

A música é a linguagem que se traduz em formas sonoras capazes de expressar e comunicar sensações, sentimentos e pensamentos, por meio da organização e relacionamento expressivo entre o som e o silêncio. A integração entre os aspectos sensíveis, afetivos, estéticos e cognitivos, assim como a promoção de interação e comunicação social, conferem caráter significativo à linguagem musical. É uma das formas importantes de expressão humana, o que por si só justifica sua presença no contexto da educação, de um modo geral, e na educação infantil, particularmente. (BRASIL, 1998, p. 45)

Em 2008, a educação musical tornou-se obrigatória em escolas de ensino básico no Brasil com a Lei nº 11.769, do dia 18 de agosto de 2008, que determina como prazo máximo para a adequação das escolas o ano de 2011. Contudo, como é facilmente percebido, até hoje a



FIGURA 1: Partitura

Fonte: Stock Photos

maioria das escolas não cumpre esta determinação e, com a situação sócio-político atual do país e as novas propostas do Ministério da Educação de revisar o currículo e de retirar a obrigatoriedade de disciplinas antes consideradas essenciais, fica uma incógnita quanto ao futuro dos estudos sociais e culturais no Brasil, sendo este projeto importante na discussão dessas prerrogativas no contexto regional.

1.3. PRÁTICAS CULTURAIS E OS PÚBLICOS DA CULTURA

Para compreender a dimensão coletiva na arte, é importante destacar que esta complementa e amplifica o desenvolvimento intelectual dos indivíduos, lapidando a interação destes com o ambiente social. Contudo, seu ensino e utilização como mecanismo de aprendizagem ainda é pouco difundido e valorizado no país, menos ainda no estado do Rio Grande do Norte, que ocupa a antepenúltima posição quanto ao percentual de municípios com grupos artísticos de orquestra por Unidade Federativa (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2010). Enquanto em Pernambuco, estado próximo, 41,62% dos municípios possuem grupos de orquestra, o Rio Grande do Norte apenas tem em 4,79%. Mas, ainda assim, é muito pouco comparando com outros estilos musicais.

Parte do problema, de acordo com Denis Wagner Molitsas (2014), parte da maneira de como focalizamos a música erudita no Brasil, cujo dilema parte do próprio nome que, seja ela chamada de música clássica, erudita, de concerto ou intelectual, em todos há uma sugestão de exclusividade e superioridade. Além disso, seu público, com algumas exceções, não vem se renovando no Brasil e o acesso a ela continua sendo um privilégio para poucos.

Apesar do aumento no número de orquestras no Brasil, como destacado na Tabela 01, houve uma diminuição na oferta de cursos de capacitação tanto de música quanto de teatro no país (FIGURA 03) e o consumo de produtos relacionados à música erudita teve queda acentuada entre 2013 e 2014, representando apenas 2% do total de vendas do país, de acordo com Molitsas

Brasil	11,50
1 Pernambuco	41,62
2 Acre	40,91
3 Rio de Janeiro	20,65
4 São Paulo	20,47
5 Sergipe	16,00
6 Alagoas	15,69
7 Bahia	14,39
8 Roraima	13,33
9 Amapá	12,50
10 Ceará	12,50
11 Rio Grande do Sul	10,89
12 Pará	10,49
13 Paraíba	10,31
14 Maranhão	9,68
15 Rondônia	9,62
16 Santa Catarina	8,87
17 Amazonas	8,06
18 Paraná	7,77
19 Mato Grosso do Sul	7,69
20 Minas Gerais	6,57
21 Goiás	5,69
22 Espírito Santo	5,13
23 Mato Grosso	4,96
24 Rio Grande do Norte	4,79
25 Piauí	3,14
26 Tocantins	2,16

FIGURA 2: Percentual de municípios com grupos artísticos de orquestra por Unidade Federativa

Fonte: MINISTÉRIO DA CULTURA, 2010

(2014). A resistência ao novo, o distanciamento da cultura local e do público mais jovem, que poderia consumir seu produto por mais tempo e ir perpassando na sua família são problemas enfrentados por quem está no mercado.

Tipo de atividade desenvolvida	Percentual de municípios com grupos artísticos (%)		Variação 2014/2006 (%)
	2006	2014	
Artesanato	64,3	78,6	22,2
Manifestação tradicional popular	47,2	71,9	52,3
Dança	56,1	68,5	22,1
Banda	53,2	68,4	28,6
Capoeira	48,8	61,7	26,4
Grupo musical	47,2	54,6	15,7
Coral	44,9	50,4	12,2
Bloco carnavalesco	34,2	46,9	37,1
Teatro	39,9	43,4	8,8
Orquestra	11,5	22,1	92,2
Artes plásticas e visuais	22,2	19,6	(-) 11,7
Escola de samba	11,4	14,6	28,1
Associação literária	9,4	13,8	46,8
Cineclube	4,2	13,6	223,8
Gastronomia	-	13,6	-
Arte digital	-	7,2	-
Moda	-	6,8	-
Circo	2,9	6,8	134,5
<i>Design</i>	-	5,1	-

TABELA 1: Percentual de municípios com grupos artísticos, com indicação de variação percentual, segundo o tipo de atividade desenvolvida - Brasil - 2006/2014

Fonte: IBGE, 2014

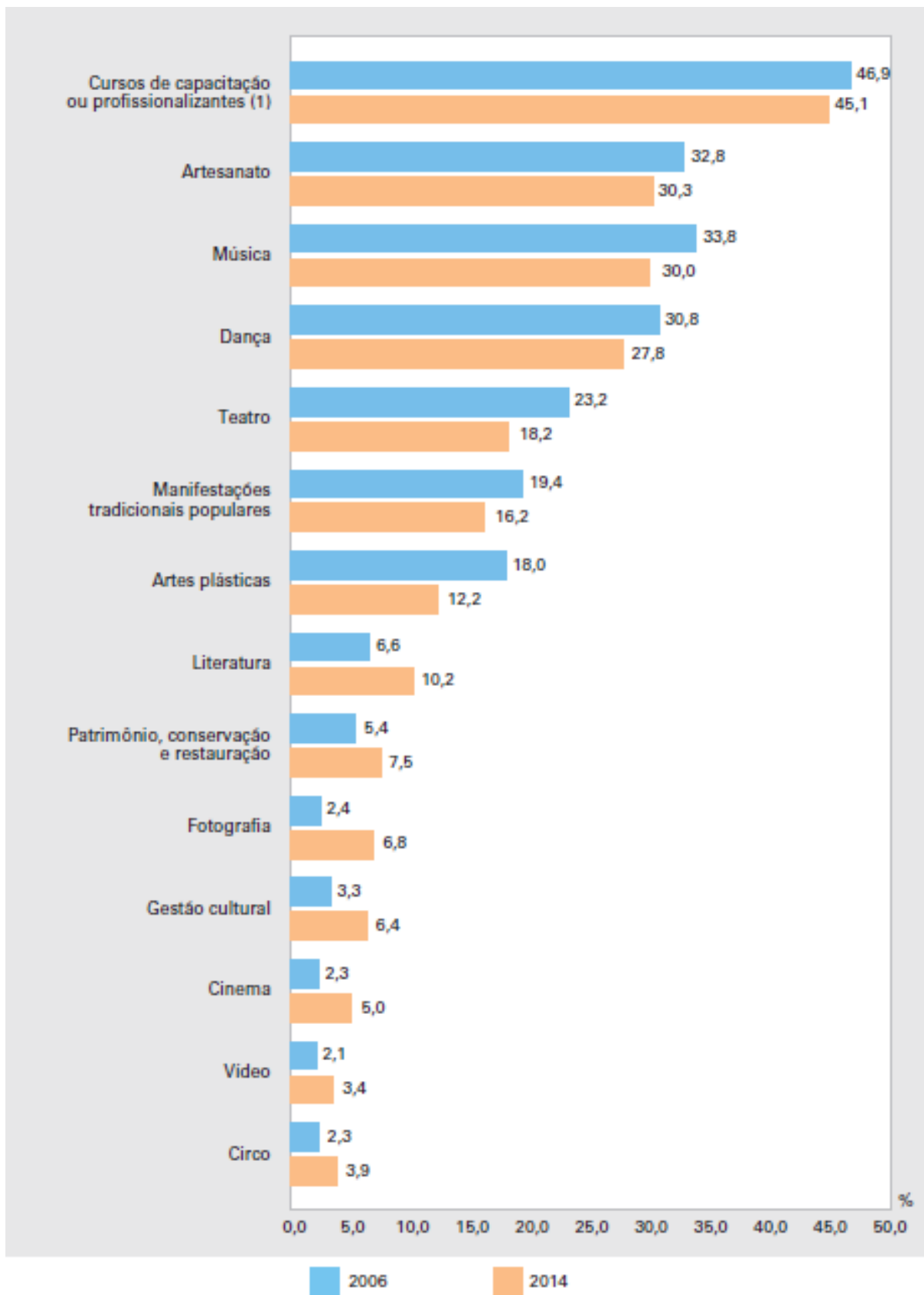


FIGURA 3: Percentual de municípios que têm curso de capacitação ou profissionalizante em atividades típicas de cultura, segundo o tipo de curso - Brasil - 2006/2014

Fonte: IBGE, 2014

Todavia, é possível usar como modelo iniciativas de sucesso ao redor do mundo ou mesmo do Brasil onde a música erudita ocupa um maior espaço na indústria e no dia-a-dia das pessoas para reverter o cenário atual com soluções alternativas. Molitsas ressalta que vem da tradição familiar, do ensino de música nas escolas e do acesso a apresentações de qualidade as maiores contribuições para formação de públicos para a música clássica.



FIGURA 4: Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo na Sala São Paulo
Fonte: Observatório do Terceiro Setor, 2017

Em São Paulo, com o objetivo de constituir novas plateias e consumidores, fizeram um grande investimento nos últimos anos para construção e recuperação de teatros por meio de acordo com a iniciativa privada e leis de incentivo fiscal (MOLITSAS, 2014). Desse investimento, renasceram três conjuntos musicais, atraindo novas plateias e lotando os teatros que hoje contam com ampla variedade de concertos.

1.4. NOÇÕES DE ACÚSTICA

Atingir um padrão de conforto, mesmo como algo subjetivo e extremamente pessoal, é um dos principais objetivos de qualquer projeto arquitetônico, seja ele relacionado à iluminação, temperatura, ao olfato, à audição, etc. Como uma das variáveis do conforto

ambiental, o conforto acústico é uma das preocupações mais crescentes dos arquitetos, conforme se estuda os efeitos dos ruídos no nosso dia-a-dia.

Um caso muito famoso que aconteceu em 2012 no recém-inaugurado Tribunal Superior Eleitoral evidenciou a importância de se pensar a acústica de um ambiente ainda no projeto, mas não se restringir apenas ao isolamento, pensar também na qualidade do som naquele ambiente, no tratamento acústico da sala. Projeto de Oscar Niemeyer, o edifício foi inaugurado em dezembro de 2011 com 115.657 m² em formato de cúpula. O problema é que os membros da Corte não conseguiam entender o voto dos companheiros devido à configuração do ambiente, a sala sofria com a reverberação e a falta de inteligibilidade do som (GALUCCI, 2012). A princípio tentaram consertar com placas e tapetes, mas não foi suficiente, se tornando um grande empecilho para a realização das sessões. Hoje, como não se fala mais no assunto, é possível que tenham vencido esse obstáculo, mas fica o exemplo de um edifício de grande orçamento que pecou ao não dar a devida importância ao conforto acústico.

1.4.1. Propriedades do Som

O som é produzido quando se é gerado um estímulo no meio, fazendo-o vibrar e ocasionando variações periódicas em forma de ondas na pressão atmosférica. No ar, o som se propaga a 330 m/s sob a forma de ondas concêntricas e esféricas cujo centro comum é a fonte (CARVALHO, 1967 apud AZEVEDO, 2013). Dentro da onda, cada ponto é relativo a um raio sonoro que se movimenta em forma retilínea, indo em todas as direções e preenchendo todo o volume do espaço em que foi propagado. Os tipos de som são caracterizados a partir de sua frequência, sua amplitude e seu timbre, podendo ser considerado um som agradável ou não, no caso de um ruído, muito intenso ou muito fraco e muito alto ou muito grave.

A frequência (f) é referente ao número de ciclos que uma onda sonora completa em determinado período de tempo. A unidade mais comum é a Hertz (Hz), relativo ao número de ciclos de uma onda a cada segundo. A capacidade auditiva do ser humano está entre 20 Hz, sons inferiores a isso são chamados de infra-sons, e 20.000 Hz, sons superiores são chamados de ultra-sons. Os sons compreendidos nas faixas de frequência de 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 e 8000 Hz são os indicados para análise pelas Normas Internacionais e chamados de bandas de oitava. Para calcular a frequência de um som, tem-se que:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Em que “f” é a frequência, “λ” o comprimento de onda e “c” a velocidade de propagação. A velocidade (c) depende do meio em que o som está se propagando, e ela pode mudar com a

mudança de meio também, sendo maior em meios mais densos e rígidos. Além disso, é influenciada pela umidade do ar e a temperatura. Mas, quanto mais alta a frequência desse som, maior será a sua absorção no meio. É por isso que, ao nos se aproximar de festas, escutam-se primeiro os sons mais graves que possuem mais energia, sendo transmitidos mais facilmente entre os materiais mais rígidos (SIMÕES, 2011). Dessa forma, a Energia (E) transmitida pelo ruído aéreo ao atingir um meio diferente pode ser traduzida na expressão:

$$E_{\text{total}} = E_{\text{refletida}} + E_{\text{absorvida}} + E_{\text{transmitida}}$$

Sendo o coeficiente de transmissão (τ) a relação entre a energia transmitida (E_t) e a energia incidente (E_i), tem-se ainda que, quanto maior a energia transmitida, maior o coeficiente de transmissão do material, como destaca a expressão:

$$\frac{E_t}{E_i}$$

A partir do coeficiente de transmissão (τ) é possível descobrir a Perda de Transmissão Sonora (PT) ou o Índice de Redução Acústica (R) de um material, descobrindo em decibéis (dB) o seu isolamento. Mas também, a partir da frequência (f) do som e da massa (m) do material é possível delimitar a Perda de Transmissão. Os dois métodos estão descritos abaixo:

$$PT = 10 \log \frac{1}{\tau} \qquad PT = 20 \log (fm) - 47 \text{ (dB)}$$

Testando a equação, percebe-se que ao dobrar a massa por unidade de superfície do material, a Perda de Transmissão aumenta em 4-6dB, convencendo-se chamar de Lei das Massas. Caso a frequência duplique, ocorre o mesmo. Outra lei que é essencial ao se propor soluções de isolamento acústico é a Lei da Massa-Mola-Massa, em que:

Em sistemas com paredes duplas, a incorporação de um espaço de ar de 15 a 200 mm fornece um aumento na perda de transmissão de aproximadamente 6 dB acima da soma aritmética das perdas de transmissão de cada uma das duas paredes. [...] é recomendado o preenchimento deste espaço com material de absorção acústica para eliminar as ressonâncias da cavidade. [...] É também recomendado usar paredes com diferentes espessuras e/ou materiais para evitar a excitação das duas paredes simultaneamente (GERGES, 2000, p. 219).

Caso a superfície seja uma partição composta, ou seja, apresentar porta, janela, ou qualquer outro elemento de material diferente, o produto da área (S_i) desses componentes com o seu coeficiente de transmissão (τ), somados ($\sum S_i \tau_i$), deve ser dividido pela área total ($\sum S_i$) da superfície afim de se obter um coeficiente geral para a partição composta (τ_c) e, assim, conseguir calcular a Perda de Transmissão da superfície conforme fórmula anterior.

$$\tau_c = \frac{\sum_{i=1}^N S_i \tau_i}{\sum_{i=1}^N S_i}$$

O Nível de Pressão Sonora (L_{eq}) é a grandeza que mede a sensibilização do ouvido com o estímulo sonoro, pode ser medido em Pascal (Pa) ou deciBell (dB) e é nosso principal interesse de observação e quantificação neste trabalho para análise do desempenho acústico do sistema. Para fins de cálculo, tem-se a relação entre a Pressão Sonora emitida (P) e a Pressão Sonora de Referência (P_0), relativa ao limiar da audição, o equivalente a 20mPa, ou 2×10^{-5} Pa. Desenvolvendo a primeira equação abaixo, tem-se a fórmula simplificada à direita:

$$L_{eq} = 20 \cdot \log \frac{P}{P_0} \qquad L_{eq} = 20 \cdot \log \bar{P} + 94$$

Níveis de Ruído em dBA				
Repousante 0 dBA	Incomodativo 50 dBA	Fatigante 80 dBA	Perigoso 100 dBA	Lesivo 120 dBA
dormitório 35 dBA	trânsito 70 dBA	indústria 85 dBA	britadeira 115 dBA	avião a jato 135 dBA

FIGURA 5: Níveis de Ruído em dBA
Fonte: SIMÕES, 2011

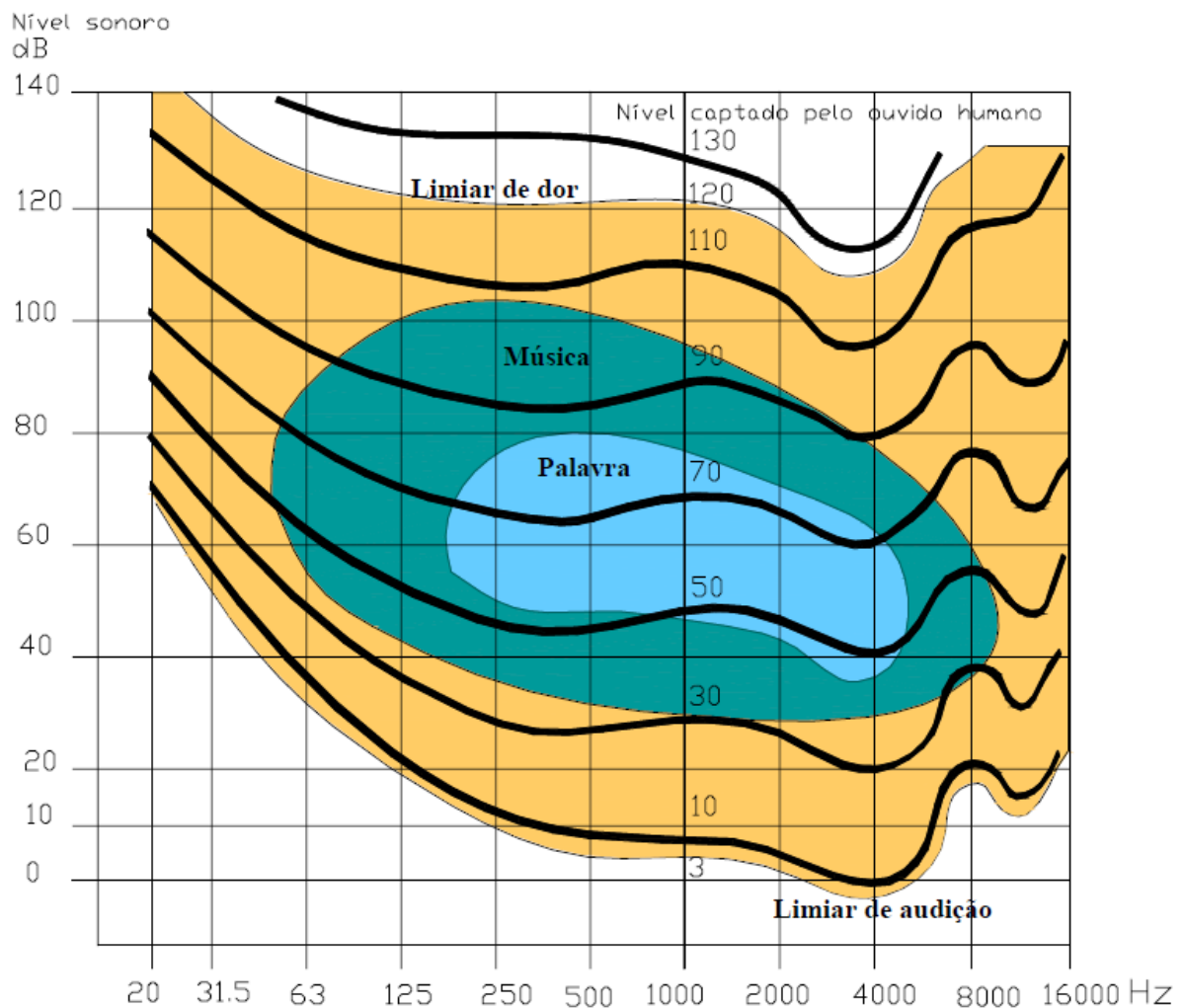


FIGURA 6: Curvas de igual sensação sonora
Fonte: MATEUS, 2008.

Como o som dentro de um ambiente não é sempre constante e há variações, para fins de análise e estudo procura-se o nível sonoro médio durante determinado período de tempo, também chamado de Nível Sonoro Equivalente (L_{Aeq}). A maioria dos equipamentos de medição a determinam automaticamente com base no tempo escolhido. Como geralmente a leitura é feita na Curva A, dB(A), comumente se utiliza o símbolo “ L_{Aeq} ” para representar. Assim, sabendo que “n” é o número total de leituras e L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (fast) a cada 5 s, durante o tempo de medição do ruído, para determinar o L_{Aeq} , tem-se que:

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

É possível ainda descobrir o Isolamento Bruto entre recintos (D) medindo-se, com uso de decibelímetro, o Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) nos ambientes (N_1 e N_2) e subtraindo-os. Ressalta-se que esses valores devem ser corrigidos para um resultado mais preciso.

$$D = N_1 - N_2$$

Os cálculos, fórmulas e teorias que permeiam a área da acústica se aprofundam com o passar dos assuntos e a quantidade de informações desejadas. Mas, para fins deste trabalho, os cálculos e equações que interessam estão destacadas acima.

1.4.2. Acústica Geométrica

Além de entender as propriedades do som e dos materiais, é importante ter o controle das reflexões sonoras dentro de um ambiente, como forma de melhorar o desempenho acústico do recinto de acordo com sua forma, dimensões e tipo de ocupação.

Para isso, é importante entender como os raios sonoros se comportam ao atingir as superfícies. Como já destacado no item 1.4.1, um raio sofre perda de energia ao atingir um anteparo, devido à absorção e à transmissão, enquanto outra parte é refletida, seguindo a mesma angulação do raio incidente. Seguindo essa lógica, se um raio sonoro é propagado em meio a retas paralelas, este tende a ser refletido infinitas vezes periodicamente, até que a sua energia se dissipe ou encontre algum anteparo e mude a sua direção. Quebrar o paralelismo resulta numa quebra constante da direção dos raios sonoros, fazendo-os parar em dado momento e impedindo a formação de ondas estacionárias (AZEVEDO, 2013). Além disso, conforme Souza (2003 apud AZEVEDO, 2013), é essencial evitar que largura, altura e o comprimento de um

recinto não sejam múltiplos entre si por facilitar a coincidência de fase das ondas refletidas, facilitando a propagação de ondas estacionárias.

Como bem destacado na FIGURA 7: Simulação de difusores nas paredes de uma sala, há formas de quebrar o paralelismo mudando os ângulos das paredes, criando difusores e fazendo o som percorrer a sala toda sempre em ângulos diferentes, dificultando a coincidência das fases das ondas. Alguns ambientes, como teatros que possuem lugares mais distantes, é necessário pensar num reforço sonoro, mas sempre evitando a formação de uma reverberação excessiva ou mesmo ecos, quando há um atraso maior que 1/15 de segundo entre o som direto e o refletido (CARVALHO, 1967 apud AZEVEDO, 2013). Daí a necessidade de um estudo aprofundado da geometria do recinto e das propriedades reflexivas de suas partições como experiência essencial na fase de projeção, principalmente considerando os usos do ambiente. Espaços multiusos geralmente pedem algum nível de flexibilidade para funcionarem melhor, que permitam variar a reverberação de dentro da sala.

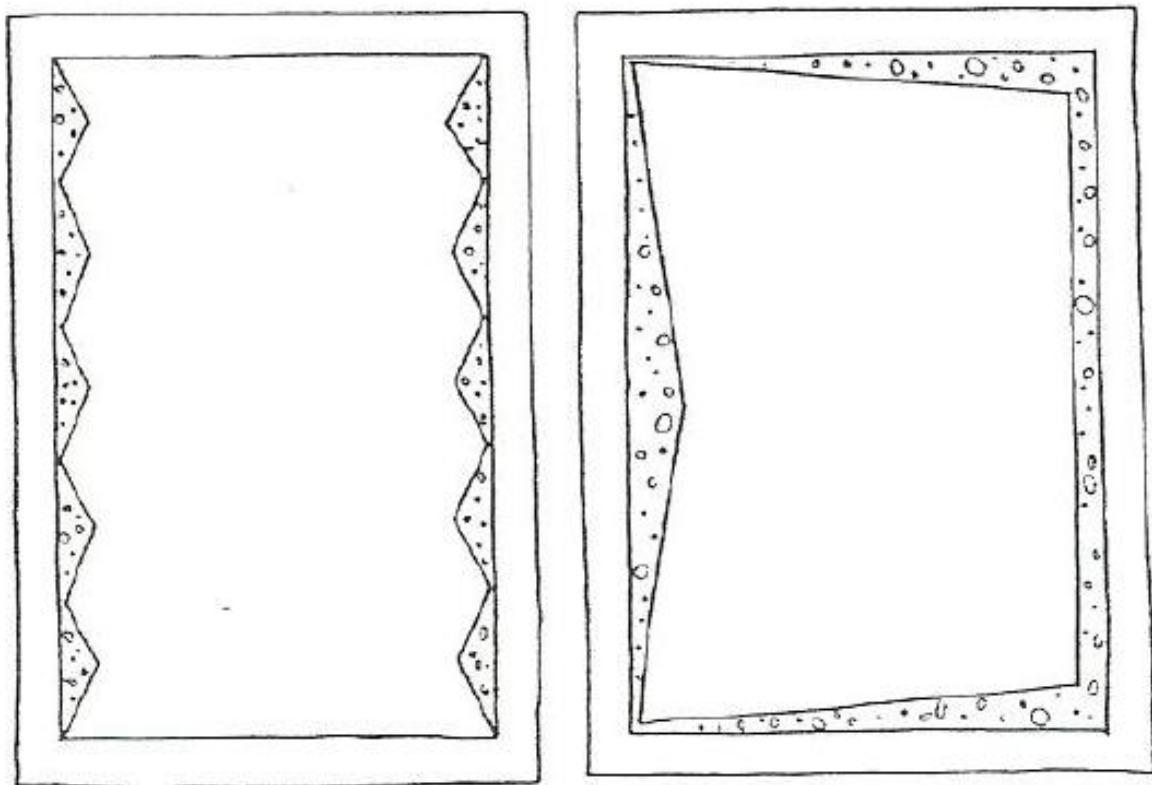


FIGURA 7: Simulação de difusores nas paredes de uma sala
Fonte: SOUZA et. al., 2003, fig. 125 p.116.

Assim, destaca-se a importância de, ainda na concepção do projeto se pensar na acústica, evitando custos com reformas desnecessárias e de interferir em algo já consolidado, podendo intervir até nas outras disciplinas da construção civil.

2. DO BARRO FEZ-SE O HOMEM

Terceira parte do referencial teórico, busca-se aqui uma contextualização do projeto, com descrição mais aprofundada do universo de estudo e localizando o terreno. Nessa parte, apresenta-se o cliente, in memoriam, a partir de relatos de pessoas próximas e revisão bibliográfica, destacando os seus desejos com esse trabalho. A partir disso, introduz-se a Sociedade Filarmônica Pauferrense, sua história, formação e razão social. É esta organização que representará a vontade de Antônio e conduzirá as decisões do projeto arquitetônico.

A discussão da Casa Filarmônica surge em 2010, com o falecimento de Antônio de Holanda Cavalcanti, natural de Pau dos Ferros-RN, agrônomo, que fez carreira em Goiânia-GO, principal ator e idealizador desse projeto de ensino para a cidade.

2.1. PAU DOS FERROS, A PRINCESINHA DO OESTE

O município de Pau dos Ferros está localizado no extremo Oeste do estado do Rio Grande do Norte, na região do Alto Oeste Potiguar e na microrregião de Pau dos Ferros. Por possuir menos de 100 mil habitantes, é classificada pelo IBGE como uma cidade pequena. No entanto, segundo (DANTAS, 2014), a cidade deve ser considerada (inter) média, devido ao seu papel como polarizador, ofertando serviços variados que atraem diariamente habitantes das cidades da região, serviços estes que englobam educação, saúde, suporte jurídico, bancos, etc. Pelo grande volume de negócios que acontecem ali, é na verdade um centro comercial regional. Inclusive, sua origem está ligada ao fato de ser um local de passagem do capital mercantil através do binômio gado- algodão (DANTAS, 2014).

A cidade auxilia cerca de dezessete municípios que compõem a sua microrregião, entre eles estão: Alexandria, Francisco Dantas, Itaú, José da Penha, Marcelino Vieira, Paraná, Pilões, Portalegre, Rafael Fernandes, Riacho da Cruz, Rodolfo Fernandes, São Francisco do Oeste,

“Tudo que se escrevia sobre o Rio Grande do Norte, independente de ser sobre Pau dos Ferros, ele tinha. Ele tinha uma biblioteca, porque era muito ligado nesse nativismo” (Domingos Lacerda).

Severiano Melo, Taboleiro Grande, Tenente Ananias e Viçosa. Combinados, esses municípios somam uma população estimada em 118.951 (IBGE, 2015).

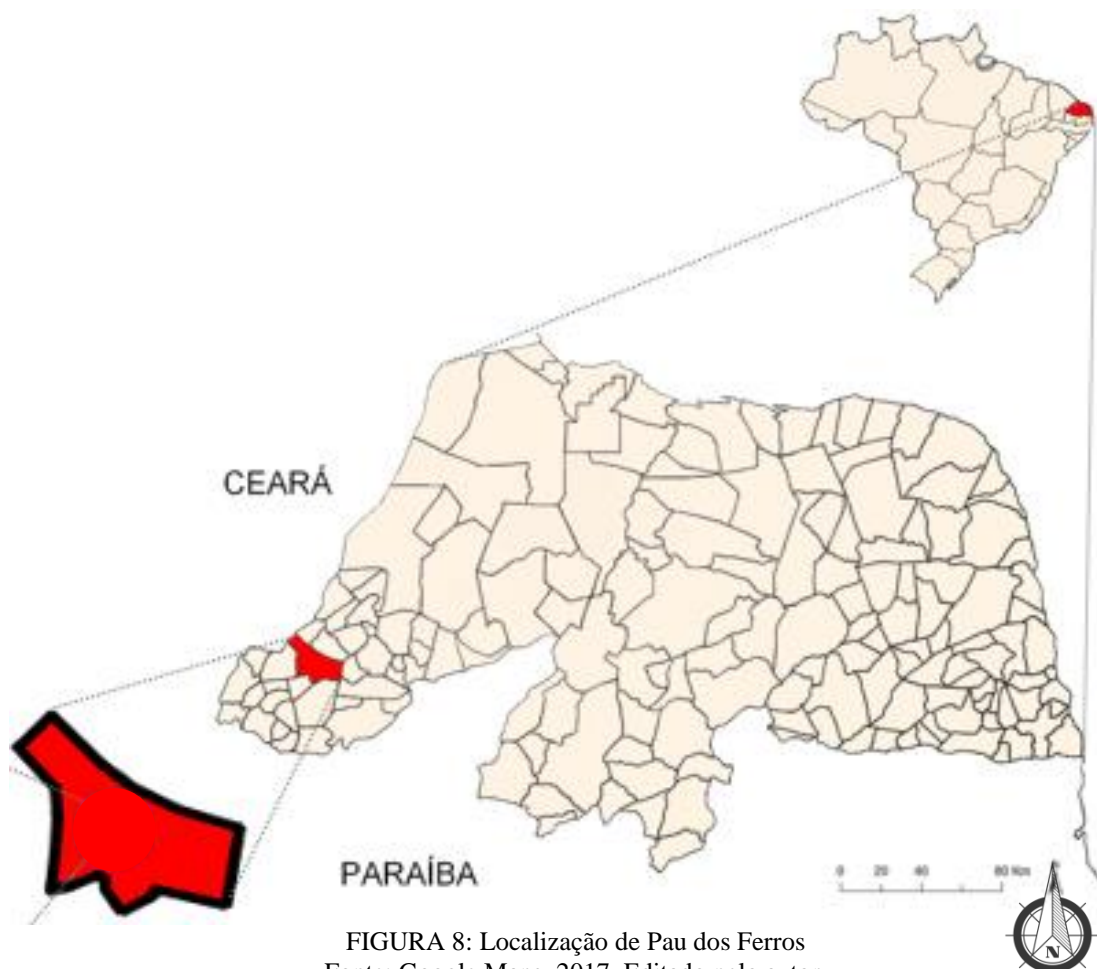


FIGURA 8: Localização de Pau dos Ferros
Fonte: Google Maps, 2017. Editado pelo autor.

Dessa forma, a Casa Filarmônica aqui proposta não se restringirá ao âmbito municipal, mas terá um impacto também regional na educação e qualidade de vida da região, subsidiando não apenas Pau dos Ferros, mas todas as cidades que compõem a sua microrregião e até algumas da Paraíba e do Ceará pela proximidade.

2.2. ANTÔNIO DE HOLANDA E A MÚSICA ERUDITA, SUA RELAÇÃO COM A MÚSICA E COM PAU DOS FERROS

Nascido no dia 13 de agosto de 1932, Antônio de Holanda Cavalcanti era engenheiro agropecuarista e costumava ir em concertos de orquestras em suas viagens ao exterior. Apesar de ter ido morar cedo em Goiânia, Goiás, nunca abandonou suas raízes. Junto de seu companheiro, Domingos Lacerda Júnior, visitava Pau dos Ferros quando podia. Filho de Maria Juraci de Lima, natural de São Miguel, e de Joaquim de Holanda Cavalcanti, também natural

de Pau dos Ferros, possuía setes irmãos, sendo o filho mais novo do segundo casamento de seu pai.

Teve sua formação inicial no Grupo Escolar Joaquim Correia e foi para Natal em 1948 onde fez um curso técnico e, paralelamente, o Ensino Fundamental II em outra instituição. Resolveu fazer o exame Madureza – exame equivalente ao Supletivo hoje – e passou, indo morar com o seu irmão Adail no Rio de Janeiro. Segundo o que contava, foram três anos de estudo ininterruptos numa escola no centro do Rio sem mesmo ir a um cinema ou uma praia. Prestou vestibular para a Escola Nacional de Engenharia e para o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). Aprovado nos dois, optou pelo ITA por se encantar com a estrutura ofertada, iniciando o curso de Engenharia de Aerovias em 1952 e finalizando-o em 1958.

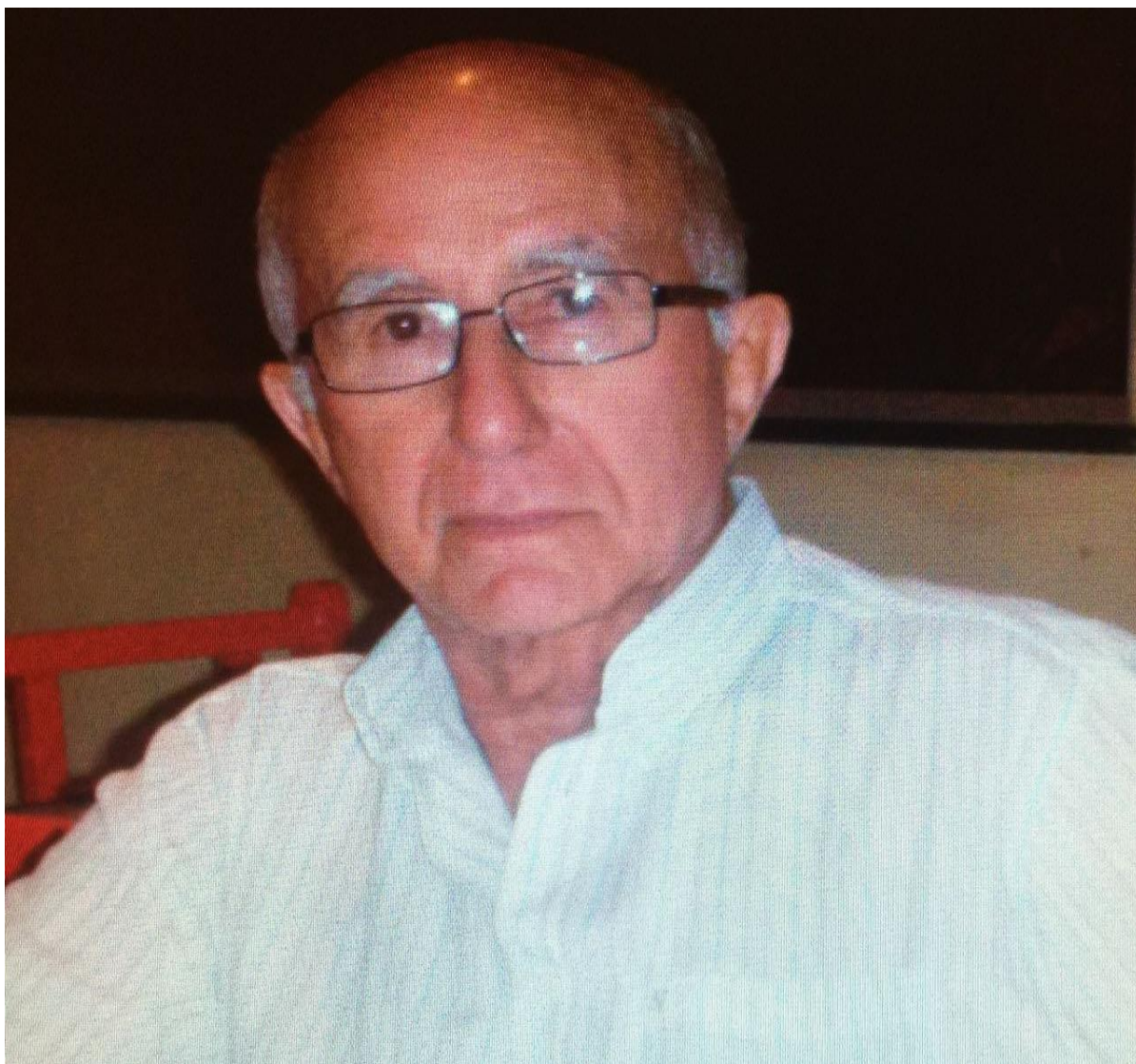


FIGURA 9: Antônio de Holanda Cavalcanti, patrono da SFP
Fonte: Acervo da Sociedade Filarmônica Pauferrense

No último ano do curso Engenharia ele foi chamado para trabalhar na Cartepillar Brasil e na Petrobras, fez opção pela Cartepillar. Foi ao USA, fazer treinamento e voltando foi ser

supervisor das revendas Caterpillar em todo Norte e Nordeste Brasileiro, fixando residência em Recife. Em 1963, foi convidado pelo empresário e banqueiro Walter Moreira Sales, para administrar uma de suas empresas, que era uma revenda Caterpillar com lojas em Goiânia, Brasília e Uberlândia. Em 1966, resolveu entrar paralelamente na atividade Agropecuária, adquirindo uma propriedade em Trindade a 30 Km, de Goiânia. Em 1970, desliga-se da empresa de Máquinas e passa a dedicar-se a criação de gado de corte. Em 1988, adquire uma nova propriedade no Vale do Rio Araguaia, também com gado de corte.

A sua vida foi interrompida aos 11 de agosto de 2010, mas, antes dessa data, aos 14 de abril, lavrou em testamento percentual de seus bens para que fosse criado em sua cidade natal – Pau dos Ferros uma Sociedade Filarmônica com o objetivo de dar formação musical aos seus conterrâneos.

2.3. A SOCIEDADE FILARMÔNICA PAUFERRENSE (SFP)

A Sociedade Filarmônica Pauferrense (SFP) foi fundada em 15 de maio de 2011, registrada no Cartório de Aruanã/GO, em cumprimento ao testamento do falecido cidadão pauferrense Antônio de Holanda Cavalcanti (Patrono), que destinou recursos de uma de suas propriedades (Fazenda) para criação de uma Sociedade, com o fim específico de fundar uma Orquestra Filarmônica em sua cidade natal, Pau dos Ferros. A partir da primeira Assembleia Geral realizada aos 27 de setembro de 2014, na qual foi eleita a Diretoria, a SFP passou a funcionar no Campus Avançado Professora Maria Elisa de A. Maia, em espaço cedido pelo colegiado do referido Campus.

Dentre os seus objetivos, a SFP busca “promover a propagação da cultura, da educação e da arte através do ensino não formal de música em geral, sobretudo a erudita” (Inc. I, Art 2o do Estatuto da SFP). A SFP pode ser considerada uma grande herança cultural para Pau dos Ferros e Alto Oeste Potiguar, região distante dos grandes centros e com escassa oportunidade de atividades culturais na área social, educacional, profissional, científica e tecnológica. Assim sendo, a SFP vem suprir uma carência histórica, na medida em que esta vem fomentando o acesso à música e o desenvolvimento humano através do ensino gratuito. Maria Lúcia Pessoa Sampaio, atual presidente da SFP, em entrevista realizada dia 10 de novembro de 2017 defende:

Quando pronto se constituirá num marco para Pau dos Ferros, noutras palavras um “divisor de águas” para a cultura musical da cidade, podendo se considerar temporalmente o antes e o depois de sua existência; a Casa Filarmônica irá suprir uma lacuna diante da escassez de ambientes voltados para a cultura musical na cidade e região; será um espaço transformador de vidas, porque oportunizará aos amantes da música convívio com essa arte, principalmente, para pessoas que não teriam condições de saírem de sua cidade para aprender a tocar/manusear instrumentos. Se constituirá

um espaço para formação de músicos e de plateia e a Casa Filarmônica estará cumprindo o desejo de um cidadão paufferrense que se junta ao desejo de muitos outros para consolidação do projeto de favorecer a música erudita para a população.

Assim, após resolvidos todos os trâmites legais, que duraram até início de 2017, iniciou-se a corrida para tirar o sonho do Holanda do papel. Tanto a Prefeitura de Pau dos Ferros quanto a Universidade Estadual do Rio Grande do Norte se prontificaram para ajudar a tornar o projeto realidade.

2.4. A DOAÇÃO DO TERRENO

A busca por um terreno se inicia no final de 2016, quando membros da Sociedade Filarmônica passam a pesquisar valores e averiguar o mercado imobiliário da cidade. A preferência era que fosse perto da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, porque todo o suporte humano viria de lá, inclusive um curso de música está entre os planos do Campus. Ao avaliar o loteamento Jardim de São Paulo, no bairro do Arizona, zona sul da cidade, observou-se que uma de suas quadras era destinada a um equipamento de interesse social e foi assim que se iniciou o diálogo com o poder público da cidade para conseguir a doação do terreno. Hoje, a Prefeitura é uma das apoiadoras do projeto.

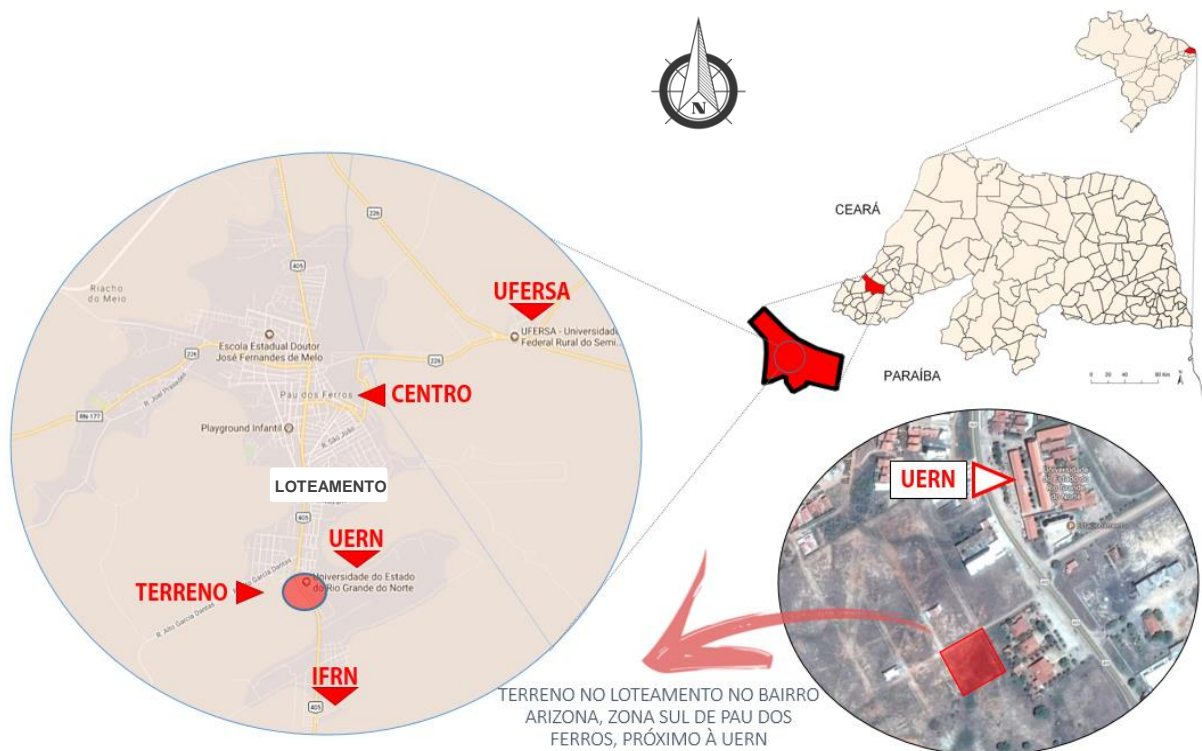


FIGURA 10: Localização do terreno
Fonte: Google Maps, 2017. Editado pelo autor.

3. REFERÊNCIAS PROJETOAIS

Nesse capítulo serão abordados projetos que, por serem de interesse formal, estético e/ou funcional, servem de referência para este trabalho sob algum aspecto. Essas referências serão encontradas por meio de revisão bibliográfica e de visita técnica. O capítulo está dividido em três sessões, que são: referências diretas, referências indiretas e um estudo prático de uma sala experimental para teste de sistema construtivo. Em cada sessão, destacar-se-á o que mais foi aproveitado de cada referência.

“Ele se identificava com músicas mais melodiosas daí o gosto pelo erudito. Gostava muito de Beethoven, mas eu acho que a música que ele mais gostava de Beethoven fosse a Sinfonia em Ré Maior. E ele tinha uma predileção pelo violino” (Domingos Lacerda).

3.1. REFERÊNCIAS DIRETAS

Como referências diretas, foram visitadas a Casa de Música do Porto, em Portugal, e a Escola de Música da UFRN, em Natal.

3.1.1. Casa da Música – Porto, Portugal:

Localizada na cidade do Porto, na Avenida da Boa Vista, o projeto da Casa da Música é assinado pelo arquiteto holandês Rem Koolhaas e foi construída onde antes estava a Praça de Mouzinho de Albuquerque. Construída em concreto, com paredes de 40cm distribuídas em vários ângulos, sua forma não convencional chama bastante atenção na região, se destacando da arquitetura ao redor.



FIGURA 12: Entorno da Casa da Música
Fonte: Delaqua, 2014

A visita à Casa da Música foi realizada no dia 11 de novembro de 2017. Pelo que foi passado por funcionário da instituição, houve uma grande preocupação em isolar o edifício do meio externo, informação sempre enfatizada em cada uma das salas visitadas. Segundo Victor Delaqua (2014), em artigo publicado no Archdaily, há duas paredes de 1 metro de largura no auditório principal. A idéia de um edifício sólido e pesado, mas com amplas aberturas, sendo bem iluminado alterna a sensação do usuário entre leveza e amplitude em alguns lugares para estar dentro uma fortaleza em outros.

Contudo, ao contrário do que aqui proposto, que é a obtenção de uma estética e desempenho através da simplificação do processo construtivo, a Casa da Música portuguesa vai no sentido oposto, que é o de oferecer uma arquitetura de impacto, complexa e difícil de decifrar pelo lado de fora. Tanto que foi necessário dividir a execução da edificação em um plano sequencial com 85 fase para solucionar a complexidade estrutural proposta. Levaram 13 meses apenas para determinarem cada um desses processos.



FIGURA 13: Casa da Música do Porto, Portugal
Fonte: Delaqua, 2014

Nesse sentido, em termos de volumetria, apesar do interessante aspecto estético da edificação e de como ela busca fugir dos padrões, seria extremamente inviável no nosso caso, considerando o contexto de uma construção com poucos recursos materiais e humanos no interior.



FIGURA 14: Sala na cobertura para pequenos shows e contemplação
Fonte: Delaqua, 2014.

Internamente, ficou claro que cada sala visitada era única e queria transmitir uma sensação, deixando nítida a proposta do arquiteto para ela. Seja nas visuais, se é uma sala para provocar sensações ou mesmo para teorizar o som, com fins didáticos para compreensão de como a acústica funciona. Utilizando de uma variada gama de revestimentos, desde os mais modernos e geométricos aos azulejos portugueses, esses ambientes se tornam memoráveis pelo destaque. Nesse aspecto, também houve uma grande contribuição para esse projeto, em especial as salas de concerto e a da cobertura.

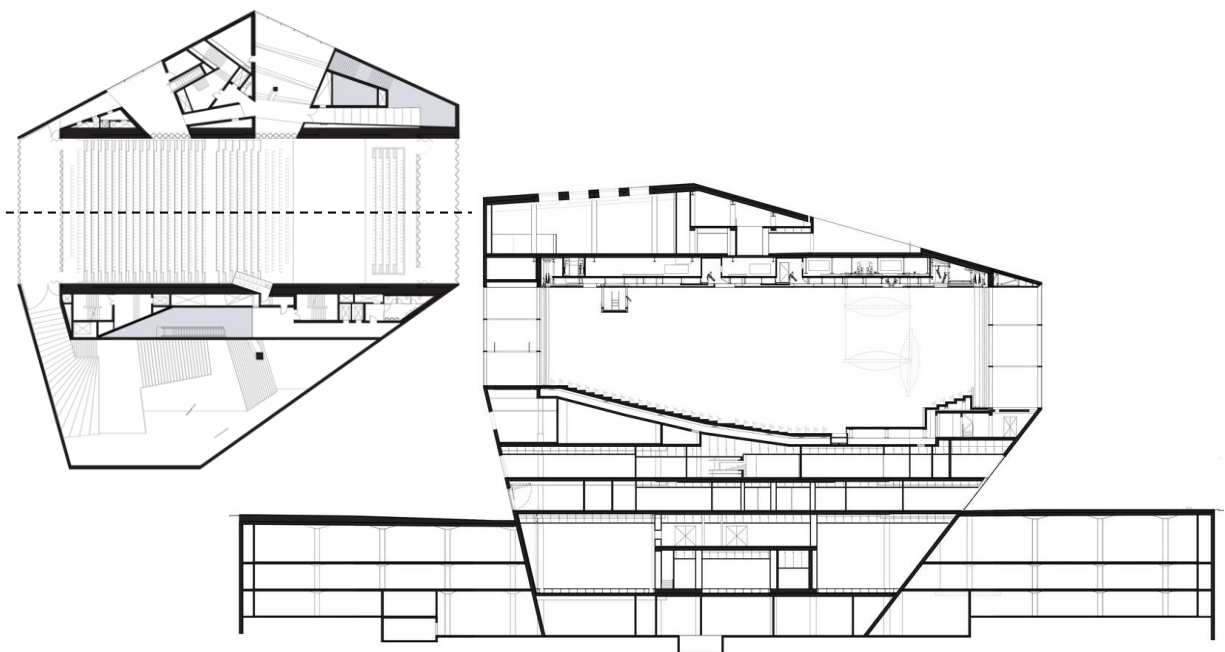


FIGURA 15: Planta Baixa e Corte da Sala de Concerto
Fonte: Delaqua, 2014.



FIGURA 16: Sala de Concerto
Fonte: Delaqua, 2014.

A sala de concerto da Casa da Música foi a maior inspiração para esse projeto. Desde a escolha de um fundo de palco permeável, com iluminação natural e deixando o ambiente mais permeável e menos claustrofóbico, até a escolha do acabamento brilhoso por cima de um opaco formando desenhos, se moldando à medida que a iluminação muda. Esta proposta direcionou bastante a escolha de um acabamento do tipo para o hiperadobe na parte interna da edificação. As suas dobras naturais por si só já garantem um efeito diferenciado em relação ao de Portugal.

Assim, a contribuição da Casa da Música para este projeto vai desde o conceito para volumetria até os acabamentos, como também a compreensão do edifício como uma estrutura não apenas para suportar, mas ensinar, cumprindo uma função social.

3.1.2. Escola de Música da UFRN – Natal, RN:

Projetada pelo arquiteto Ubirajara Galvão e inaugurada em 1991, a Escola de Música está localizada logo na entrada da UFRN e é referência no estudo de música no estado. A visita à Escola ocorreu no dia 06 de julho de 2017 com o objetivo de entender o funcionamento da instituição e ver como os usuários, entre alunos e funcionários, a avaliam.



FIGURA 17: Escola de Música da UFRN (EMUFRN)
 Fonte: Acervo do autor, 2017

Foram feitas perguntas na recepção ao bolsista responsável, que concordou em apresentar um pouco do seu olhar sobre a escola. Nessa rápida avaliação, o que mais agradou foi a disposição de dois pátios no térreo e a importância da acessibilidade no projeto. Contudo, nitidamente era perceptível o problema com o isolamento acústico, sendo a principal reclamação das pessoas no local.

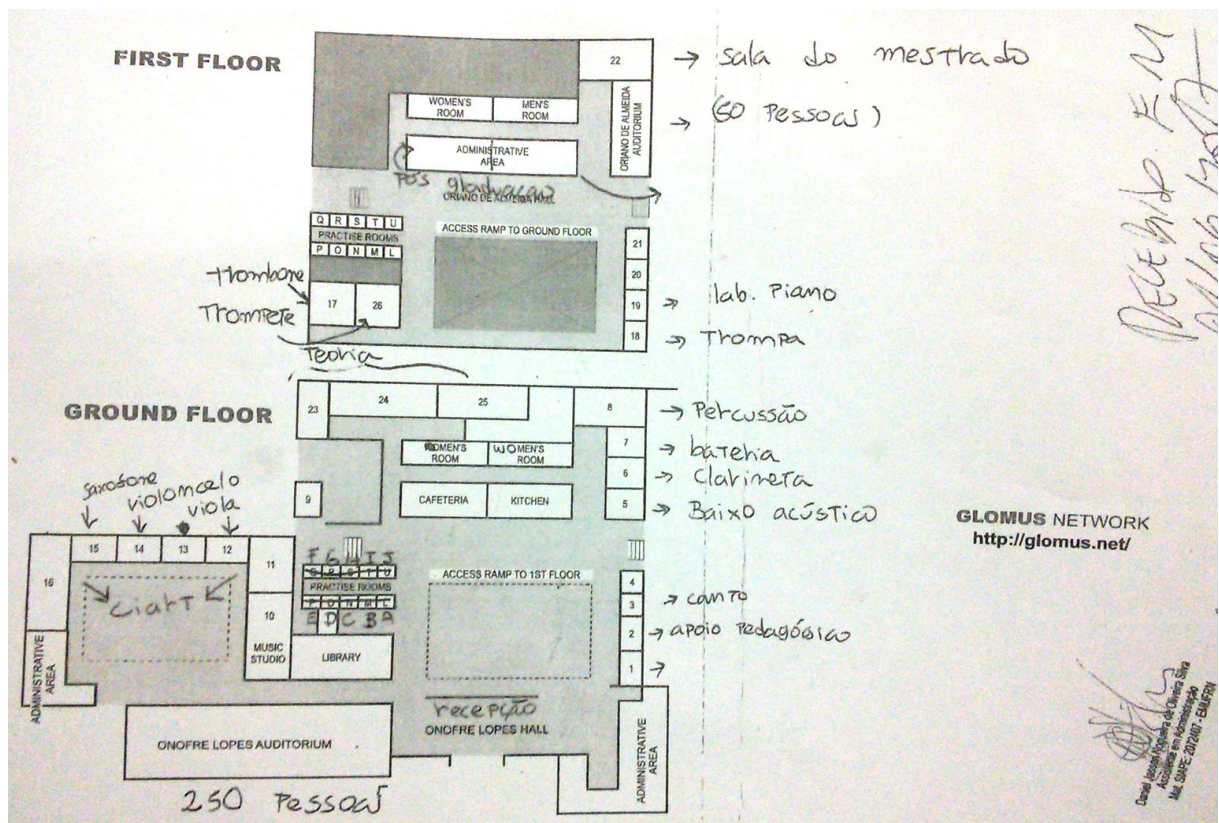


FIGURA 18: Planta da Escola de música
 Fonte: Acervo do autor, 2017

O sistema construtivo escolhido foi alvenaria convencional e concreto armado. Conversando com os professores, destacaram que um dos maiores problemas quanto à geração de ruídos se devia aos alunos gostarem também de praticar nos corredores, mesmo exigindo espaços individualizados e específicos para tanto, mas eles preferem o meio externo. Além disso, é perceptível que as salas não possuem isolamento acústico suficiente para o nível de pressão sonora produzido pelos instrumentos, com esquadrias que poderiam ter um melhor tratamento nesse sentido também.

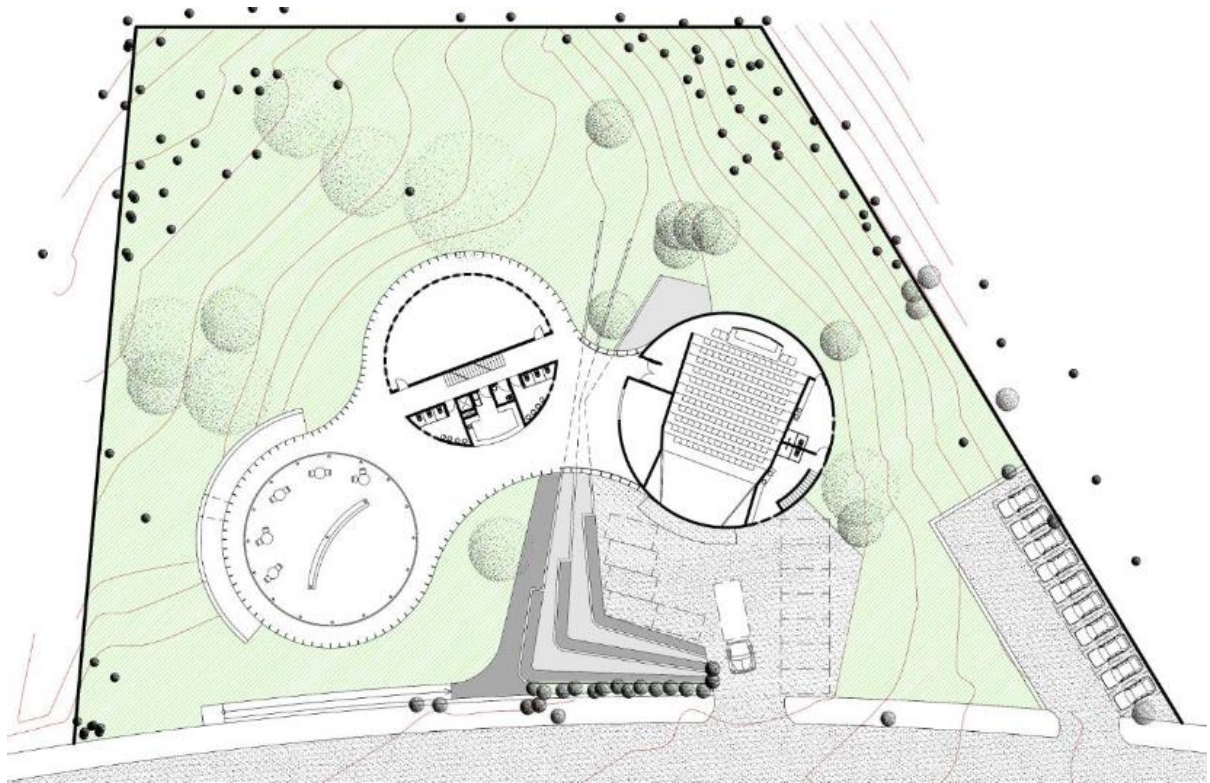
3.2. REFERÊNCIAS INDIRETAS

3.2.1. Centro UAKTI

Devido ao interesse do grupo musical Uakti, referência na música instrumental brasileira, de construir sua sede em Belo Horizonte, o escritório Mach Arquitetos, de Mariza Machado e Fernando Maculan, fez o projeto de um Centro de Referência Mundial Uakti. A principal contribuição deste projeto para o trabalho aqui disposto foi a solução que deram a um grande desnível, criando um espaço de convivência e de apresentações a céu aberto. É uma forma de aproveitar o que para muitos seria uma desvantagem, o terreno acidentado, mas como a tipologia pede arquibancadas, regiões de grande desnível acabam se tornando uma vantagem a ser explorada na projeção.



FIGURA 19: Centro Uakti, Belo Horizonte
Fonte: arcoweb.com.br, 2017



Além disso, a topografia, de declividade muito acentuada, também serviu de partido para determinar os níveis, a localização e a forma da implantação neste projeto do Mach Arquitetos. Para a Casa Filarmônica Pauferrense, apesar de um terreno bem mais compacto, essa referência serve de norte para um bom aproveitamento das áreas externas.

4. PROJETO PILOTO

ESTUDO DIRETO DE APLICAÇÃO DE DRYWALL IN LOCO

Como exercício de conforto e teste de eficiência acústica de parte do sistema construtivo a ser utilizado no projeto, um estudo prático de isolamento acústico em uma sala de aula do Campus Profa. Maria Elisa de Albuquerque Maia foi realizado. Esse teste é parte de uma colaboração com a Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, onde a sala está localizada e serviu de laboratório durante toda a elaboração deste trabalho para algumas soluções acústicas a partir de testes de desempenho no local.

Esse estudo foi especialmente importante para entender as dificuldades técnicas e humanas na execução de um projeto acústico no outro lado do estado. O sistema escolhido foi o drywall com isolamento em lã de vidro (e lã de pet para o forro). Sua utilização na obra final será condicionada ao seu desempenho acústico, sendo levado em consideração as limitações da região.

A sala funcionava como um depósito e estava cheia de entulho. Reconhecendo o importante papel desse trabalho que está sendo iniciado na cidade e dispondo de uma sala vaga, o campus emprestou o lugar à Sociedade Filarmônica Pauferrense para começarem as aulas teóricas e funcionarem temporariamente enquanto o projeto da Casa Filarmônica não fica pronto, deixando-os livres para modificarem o interior, desde que não interferissem na identidade visual externa do campus. A sala, única tratada e isolada acusticamente da edificação, será uma merecida herança para o campus no futuro.

Do ponto de vista de minha participação, essa sala foi um experimento para o projeto da Casa Filarmônica, com a finalidade de testar o sistema construtivo, lidando com todos os problemas que sua escolha poderia acarretar. Foi esclarecido tanto para a Sociedade quanto para a UERN que, mais do que tudo, seria um exercício acadêmico, podendo sofrer modificações ao longo do ano de acordo com o diagnóstico do seu desempenho acústico, mas sempre respeitando a situação financeira e a aprovação do grupo.

*“Ele era muito generoso. Ele dizia: ‘Eu vou lá implantar!’”
(Domingos Lacerda).*



FIGURA 20: Entrada da sala antes
FONTE: Acervo do autor, fevereiro de 2017



FIGURA 21: Entrada da sala depois
FONTE: Acervo do autor, junho de 2017



FIGURA 22: Sala antes
FONTE: Acervo do autor, fevereiro de 2017



FIGURA 23: Sala depois
FONTE: Acervo do autor, junho de 2017

Desse modo, sua utilização como instrumento de análise capaz de redirecionar a projeção é a maior vantagem desse experimento, refletindo diretamente no produto final deste trabalho, além de suprir uma das maiores e mais urgentes necessidades que possuíam: um lugar de qualidade, onde pudessem funcionar temporariamente. Assim, nada mais ideal do que uma sala dentro de uma instituição que valoriza e incentiva a pesquisa para realizar esse exercício acadêmico, aprovando animadamente a realização da empreitada

4.1. O PROJETO

A sala doada, de 6 m x 8 m, precisaria abrigar uma coordenação, um depósito e a sala de aula em si. Os recursos e tamanho limitados foram condicionantes que afetaram diretamente a solução arquitetônica. Como a sala é temporária, ela precisaria ser isolada rapidamente e, dentro de uma universidade, o ideal seria um sistema de fácil remoção caso a sala tivesse que voltar ao seu estado original ou mesmo se desejarem reaproveitar o que for possível para a estrutura

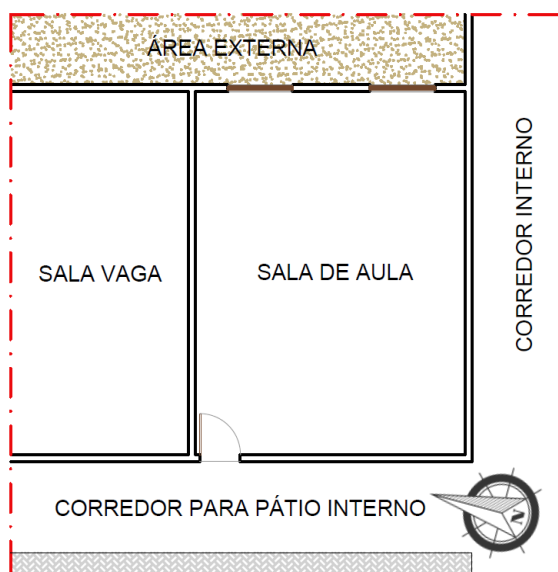


FIGURA 24: Esquema de localização
 Fonte: Acervo do autor, junho de 2017

permanente. Dessa forma, escolheu-se o sistema drywall como uma solução que atende esses requisitos. Contudo, outros problemas se sobressaem dessa escolha. A dificuldade em encontrar materiais com qualidades acústicas até mesmo em cidades como Natal e Mossoró é amplificada em Pau dos Ferros, onde são completamente inexistentes e não há profissionais qualificados para trabalhar com eles, sendo necessário o seu transporte e amplificando o custo.

A sala está localizada na parte posterior do campus, estando entre dois corredores, uma sala e a área externa da edificação, para onde suas janelas estão voltadas (Figura 24). Em conversa com pessoas do Campus e da Sociedade Filarmônica sobre os pontos críticos para o isolamento acústico, destacaram que não havia problema em o som vazar para a área externa, por não haver atividades que pudessem ser atrapalhadas do outro lado, então a solução arquitetônica se voltou para as outras três paredes, com destaque à parede do lado do corredor interno, por haver salas em uso.

Desse modo, na primeira versão da planta, considerou-se a parede do corredor interno como a mais crítica, tendo isolamento em ziguezague e uma câmara de ar entre o drywall e a parede existente, de forma que não estivessem em contato direto. Bandas acústicas foram previstas em todos os pontos de maior contato entre os perfis, as paredes, o piso e o forro, evitando vibrações.

Como os recursos são limitados, preocupou-se bastante em poupar materiais. Logo, a parede da janela não seria isolada e, apesar da sala adjacente estar vaga, a possibilidade dela ser usada nesse meio tempo foi uma das preocupações durante o projeto, sendo proposto um isolamento simples. As paredes divisórias para a coordenação e o depósito atreladas ao espaço efetivo de seus vãos funcionariam como um sistema drywall + câmara de ar + parede existente, completando a proposta das paredes da sala. Todas as paredes drywall seriam com gesso acartonado duplo e o isolamento com lã de vidro. Complementar a isso, propôs-se um forro de drywall com gesso acartonado duplo e isolamento em lã de pet 50mm no espaço da sala de aula e forro de gesso simples na coordenação. A porta de entrada, por não ter os 90 cm exigidos na NBR 9050, teria que ser redimensionada.

Entretanto, ao visitar a sala pela primeira vez, muita coisa mudou a partir da sua observação direta. Notaram-se dois problemas determinantes em relação às paredes das janelas. O primeiro é que realmente as atividades ali, de caráter esportivo, não seriam atrapalhadas caso o ruído escapasse, mas, por outro lado, seu barulho poderia atrapalhar bastante a aula. O segundo diz respeito à existência de um cobogó na parede do corredor interno voltado para a área externa que só foi notado em ida à obra. Sua proximidade com as janelas traria tudo a perder do isolamento em ziguezague proposto para essa parede. Dessa maneira, mudanças no projeto inicial ocorreram durante a obra.

As principais mudanças em relação ao projeto anterior foram: a retirada da parede divisória entre o hall de entrada e a coordenação, por perceber que a porta principal não estava a 10cm da parede e sim a 30cm, não enclausurando o coordenador; a troca da porta do depósito para seu acesso por dentro da coordenação, dado uma segurança a mais; apenas o forro teria gesso acartonado duplo, todas as paredes seriam simples, para baratear a obra; e a mudança do isolamento da parede da sala vaga para a parede das janelas. Sobre esta última, foi discutido com várias pessoas da UERN sobre a possibilidade de utilização dessa sala para o próximo ano, mas garantiram que é muito improvável por fatores como: ela está cheia de entulho; é muito estreita, os professores não gostam dela por estar próxima da cantina, sofrendo muito com o barulho externo. Baseado nisso, as mudanças foram feitas e a planta baixa final pode ser vista na FIGURA 25. As especificações de cada parede proposta estão destacadas na TABELA 2: Composição das paredes em drywall.

Composição das Paredes Implantadas em Drywall			
Parede	Chapas de Gesso Acartonado	Isolamento	Espessura Total
01	-	-	-
02	Simple (apenas um lado) = 1,25cm	Simple (perfis alinhados e isolamento de lã de vidro entre eles) = 5cm	6,25 cm
03	Dupla (apenas um lado) = 2,50cm	Em ziguezague + Câmara de ar = 10cm	12,50 cm
04	Simple (dois lados) = 2,50cm	Simple (perfis alinhados e isolamento de lã de vidro entre eles) = 5cm	7,50 cm
05	Simple (dois lados) = 2,50cm	Simple (perfis alinhados e isolamento de lã de vidro entre eles) = 5cm	7,50 cm

TABELA 2: Composição das paredes em drywall
Fonte: Acervo do autor, junho de 2017



FIGURA 25: Proposta final
 Fonte: Acervo do autor, junho de 2017

O acabamento da sala foi pensado para ser estimulante, estimular a criatividade e tirar os estudantes do plano e do pensamento ortogonal, com notas invertidas pintadas e dando uma relação de continuidade entre as paredes, sempre remetendo às cores da logo da Sociedade Filarmônica. Placas e blocos de gesso que sobraram foram reaproveitados para confecção de estantes embutidas. Um mural de madeira de pallets é previsto para a parte de trás da sala de

aula, servindo tanto como um difusor do som para evitar ondas estacionárias como para suspender alguns instrumentos. Uma cortina para a frente, de forma que possam controlar se querem a sala mais reverberante ou não, assim como simulando também um palco, estando os estudantes voltados para o público e o maestro de costas, formato das orquestras tradicionais.



FIGURA 26: Projeto de interiores
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

A sala da coordenação segue a mesma identidade da sala de aula. Nela, consta uma foto de Antônio de Holanda em destaque, uma parede mural para certificados, fotos, à interesse da Sociedade, uma mesa com espaço para impressora e computador, uma estante de gesso¹ e um gelágua. O depósito pode guardar todo tipo de objeto que a Sociedade achar necessário, possuindo estante com várias possibilidades de compartimentação e espaço para colocar material de limpeza.



FIGURA 27: Sala da coordenação
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

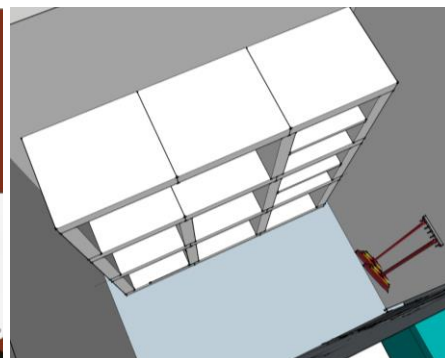


FIGURA 28: Depósito
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

4.2. A EXECUÇÃO

Antes de tudo, foi proposta a troca de telhas e madeiras velhas e trincadas do telhado por novas. Nesse processo, ocorreu o completo destelhamento da sala para colocação de uma manta de impermeabilização entre as telhas e as ripas afim de evitar futuras infiltrações no isolamento e no forro, muito sensíveis à água (Figuras 29 e 30). Aproveitou-se também para substituir ripas e caibros danificados, reforçando a sua estrutura.

¹ Esse tipo de solução em gesso é observado em outras partes do campus.



FIGURA 29: Destelhamento
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

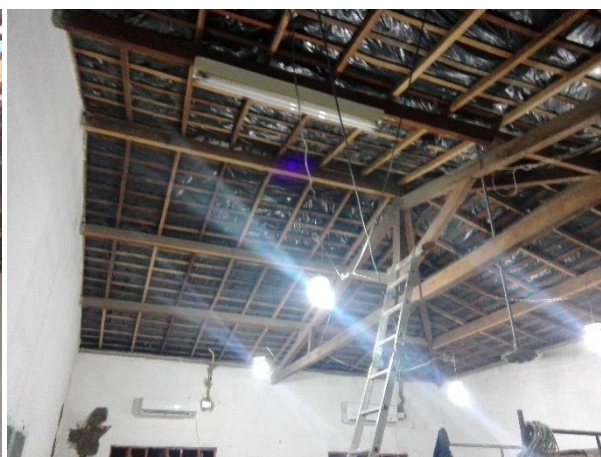


FIGURA 30: Telhado final
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

Em seguida, iniciou-se simultaneamente a colocação do forro e o assentamento do piso. Para execução do forro, profissionais de Mossoró foram contratados por serem especializados em drywall e para introduzir o sistema aos profissionais locais. Não foi possível a colocação de manta acústica no piso para atenuação de ruídos de impacto devido às restrições orçamentárias, a solução encontrada foi deixar um espaço entre o porcelanato e as paredes existentes para diminuir o contato e a vibração entre eles. Esse porcelanato foi assentado em cima do piso anterior, um cimentado, tendo ainda o cuidado para dar uma inclinação em direção à porta principal de forma que não houvesse um desnível muito grande em relação ao piso do corredor.



FIGURA 31: Execução do forro e do piso
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

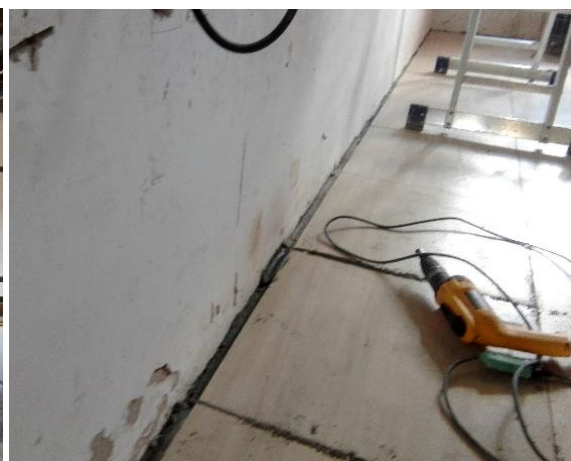


FIGURA 32: Espaço entre piso e parede
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

Geralmente, sugere-se que a parede de drywall suba até onde der e o forro seja conectado a ele para um melhor desempenho acústico. Contudo, pela complexidade do telhado, com três águas e uma tesoura no meio, seria inviável pela dificuldade de execução e pelo maior gasto de material. A solução foi passar o forro por cima, vedando bem para que o ruído chegue o mínimo possível na parte de cima (Figura 33). Para conexão entre o forro e o drywall, foram colocadas

bandas acústicas ao longo de todas as guias (Figura 34), tanto as superiores quanto as inferiores, amortecendo a ligação e atenuando a transmissão das vibrações.



FIGURA 33: Segunda camada de gesso
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 34: Colocação da banda acústica
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

Nenhum tratamento acústico aos materiais ainda foi feito. Para isso, serão feitos testes de desempenho acústico do sistema para garantir a solução mais adequada sem que haja gastos desnecessários por hiperdimensionamento. Os isolantes utilizados foram lã de vidro 50mm para as paredes (Figura 39) e lã de pet 50mm para o forro (Figura 35). Os montantes eram de 47mm e as guias de 48mm (Figura 38). Dificuldades de execução pela inexperiência foram inúmeras, mas a maioria foi perpassada assim que o entendimento do sistema ficou mais claro, entendimento este que será importantíssimo no projeto final. Com o término da instalação da estrutura, dos sistemas elétricos e passado o fundo preparador de paredes, iniciou-se a fase final, pintura e acabamento (Figuras 40 a 44).



FIGURA 35: Detalhe da banda



FIGURA 36: Perfis
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 37: Suporte para janela



FIGURA 38: Instalação das placas de gesso na parede P4
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 39: Isolamento em lâ de vidro na parede P4
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 40: Pintura
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

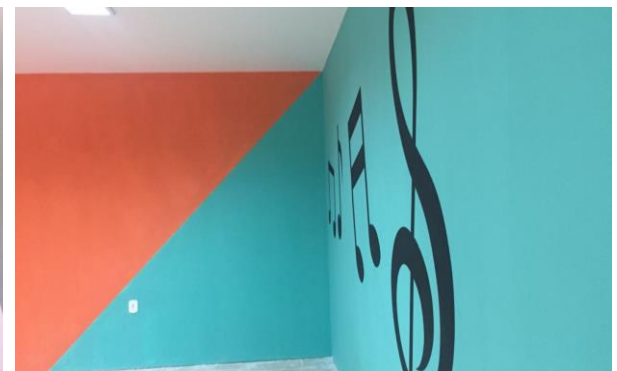


FIGURA 41: Paredes finalizadas
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 42: Estante no depósito

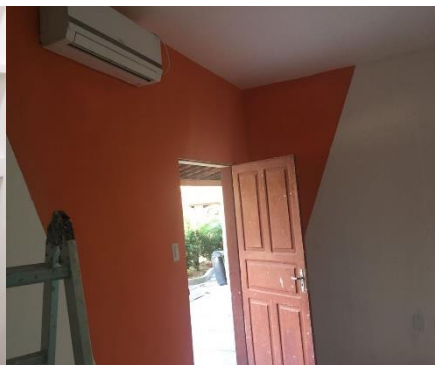


FIGURA 43: Vista da entrada



FIGURA 44: Coordenação

Fonte: Acervo do autor, junho de 2017

Como estratégia de conforto, de segurança e para manter a unidade e a identidade externa da edificação, as venezianas já existentes foram apenas consertadas e janelas de giro de vidro foram colocadas em frente, na parede de drywall. Desse modo, as venezianas sombreariam essas janelas, melhorando o conforto térmico e a eficiência energética do ar condicionado, assim como controlaria a entrada de luz para projeções pela manhã, sem impedir que, se necessário, sejam abertas (Figura 45). O vidro garantiria a vedação do sistema, para atenuar a transmissão de ruídos e a saída do ar.



FIGURA 45: Esquadrias
Fonte: Acervo do autor, junho de 2017

É importante ressaltar que as esquadrias foram um problema a parte. Pela completa falta de materiais na cidade, a distância e a dificuldade de compreensão de desenhos técnicos, tudo teve que ser ensinado na hora sempre da forma mais imagética possível. Alguns detalhes foram absorvidos e executados e outros não, talvez até pela falta de conhecimento técnico de como fazê-lo. As esquadrias ainda serão inspecionadas quanto à execução e sua eficiência testada em conjunto com a eficiência geral do sistema para, se necessário, serem feitas modificações.

4.3. ANÁLISE E RESULTADOS

O equipamento utilizado para medição foi um decibelímetro digital multifunções da marca Solo que atende a IEC-651 (Figura 46), capaz de medir nível de pressão sonora (dB), umidade (%RH), temperatura (°C) e iluminância (lux). Para a sala, mediu-se apenas o nível de pressão sonora e o tempo de reverberação.



FIGURA 46: Materiais e equipamentos utilizados para medições
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

Como critérios para medição, segundo a NBR 10151:2000, o equipamento deve atender às especificações da IEC 60651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2. Além disso, conforme a IEC 60804, o medidor deve ainda possuir recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado na Curva “A” (L_{Aeq}).



FIGURA 47: Informações técnicas do aparelho
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017



FIGURA 48: Certificado de Calibração
Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

O tempo de medição varia de acordo com o que se considera necessário para uma caracterização confiável do ruído em questão, geralmente oscilando de 3 a 10 minutos. Para uma caracterização mais fiel, foram feitas medições de 10 minutos em horário de pico da lanchonete (próxima à sala e uma das principais fontes externas de ruído) para o experimento em questão.

Destaca-se que é exigida uma distância mínima de 1 metro de qualquer superfície em ambientes internos, sejam paredes, pisos, o teto ou mesmo móveis, sendo importante a medição do nível de pressão sonora em pelo menos três posições distintas.

O resultado do nível de pressão sonora em interiores deve ser o resultado da média aritmética de valores medidos em pelo menos três posições distintas, como destaca a FIGURA 50: Pontos de Medição, afastadas entre si em pelo menos 0,5 m.

Quanto ao nível de pressão sonora, é importante ressaltar que as medições foram feitas na Curva A, que equivale à sensação auditiva, desenfazando baixas frequências, e com tempo de resposta rápida (FAST), captando respostas a cada 0,125s. Os resultados podem ser observados na TABELA 3: Nível de Pressão Sonora da Sala Experimental, quanto ao nível de pressão

sonora dentro e fora da sala para cálculo do Isolamento Acústico Bruto (D), e na TABELA 4: Dados obtidos na medição do T60, quanto ao Tempo de Reverberação (T60).

Nível de Pressão Sonora (dB)						
Ambiente	Tempo Inicial	Duração	Tempo Final	LAeq	LAeqMax	LAeqMin
Externo	13:38	10:00	13:48	060,0	076,3	044,0
Interno	13:49	10:00	13:59	037,6	050,2	035,0

TABELA 3: Nível de Pressão Sonora da Sala Experimental
Fonte: Acervo do autor, 2017

Tem-se então que o Isolamento Acústico Bruto (D) com base na diferença de Nível de Pressão Sonora Equivalente (L_{Aeq}) entre o corredor do Campus (N_1) e a Sala de Aula da SFP (N_2) obtido com o sistema de drywall é de:

$$D = N_1 - N_2$$

$$D = 60 - 37$$

$$D = 23\text{dB}$$

Ressalta-se que, apesar de ter duas paredes entre os ambientes medidos, as portas não funcionam como bons isolantes acústicos devido a uma série de erros de execução e a falta de fornecedor local para a demanda específica, sendo necessária a aplicação de uma solução informal com borracha de geladeira. Quanto ao tempo de reverberação (T60), a NBR 12179:1992 traz a figura que pode ser consultada para identificação do tempo ótimo de reverberação para cada uso e conforme o volume do ambiente. Arredondando, a sala experimental tem aproximadamente um volume de 108 m³, considerando que seu pé-direito agora é de 3 m com a instalação do forro.

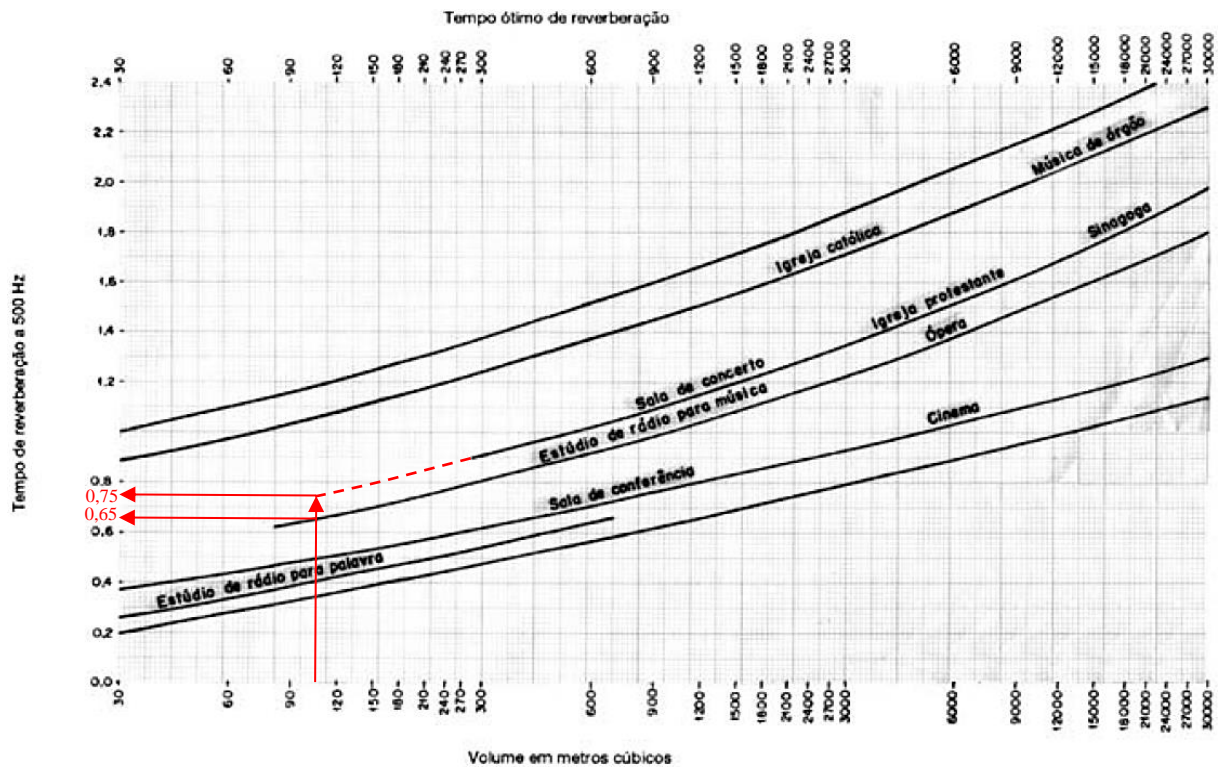


FIGURA 49: Tempo ótimo de reverberação segundo NBR 12179
 Fonte: ABNT, 1992.

Devido a problemas técnicos de memória do aparelho, foram realizadas apenas duas medidas em cada um dos três pontos da sala. O ideal seriam três. Os Códigos na Tabela 4 são referentes ao código no aparelho de medição.

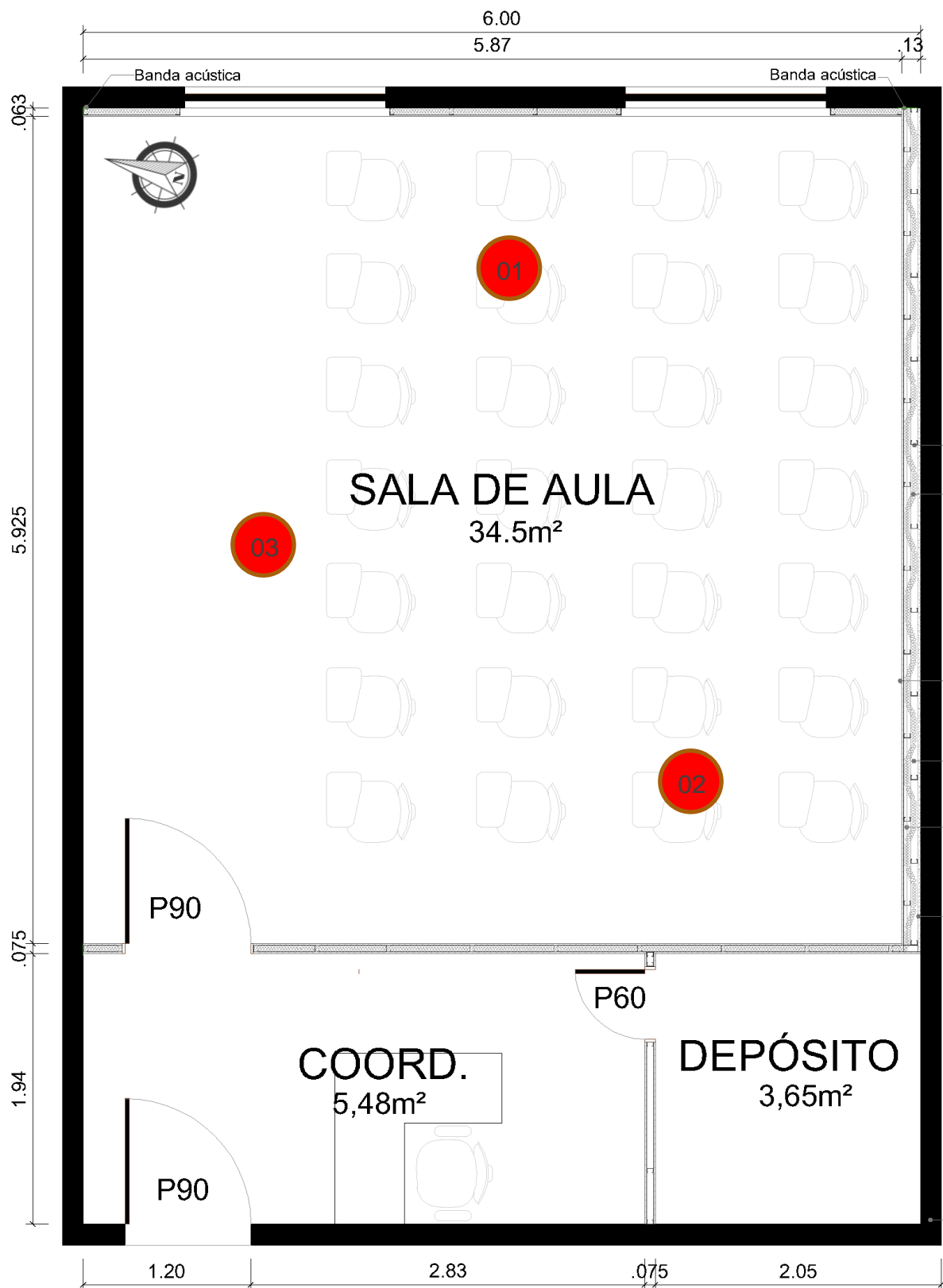


FIGURA 50: Pontos de Medição
 Fonte: Acervo do autor, maio de 2017

Pontos	T60 – Tempo de Reverberação							
	Código	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2 KHz	4 KHz	8 Hz
Ponto 01	026	01,28s	02,56s	02,04s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s

Ponto 02	027	01,66s	02,04s	02,04s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s
Ponto 03	028	01,40s	02,04s	02,04s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s
Ponto 02	029	01,66s	02,04s	02,04s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s
Ponto 03	030	01,85s	02,56s	02,04s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s
Ponto 01	031	00,89s	02,04s	02,56s	02,04s	02,04s	01,53s	01,28s

TABELA 4: Dados obtidos na medição do T60

Fonte: Acervo do autor, novembro de 2017

Com os resultados da TABELA 4: Dados obtidos na medição do T60, é possível notar que a sala está muito reverberante, mais que o adequado para a música, devido à alta refletividade do gesso e às dimensões similares da sala, tornando-a mais propensa a formar ondas estacionárias. O pequeno volume da sala torna mais difícil a sua análise como sala de concerto segundo o método proposto pela NBR 12179, considerando que na verdade será uma sala temporária de ensaio para parte da orquestra, não exatamente uma sala de concerto. Para fins didáticos e experimentais, simulou-se para sala de concerto e para estúdio, estando o ideal nesse meio termo. No Apêndice B, há uma simulação da reverberação com programa específico da Sala de Concerto do projeto final.

Assim, como já bem destacado no item anterior, a utilização de uma técnica já bem aceita pelo mercado da construção civil, mas ainda com poucos profissionais capazes de trabalhar com ela, principalmente no interior, atrelado às exigências de um maior cuidado e precisão na execução do sistema devido à qualidade acústica proposta e à necessidade de trazer o material de fora, trouxe à tona falhas e um custo elevado de execução.

Com a experimentação, ficou claro que técnicas industrializadas e teoricamente fáceis trazidas de fora, não são tão fáceis assim quando tiradas do contexto da cidade grande e causam certa estranheza para quem entra em contato pela primeira vez. Apesar de ser um serviço mais rápido, quando se domina a técnica, leve e limpo, no contexto deste projeto, em que são exigidos materiais com elevadas massas térmicas e pela cidade não dispor de materiais nem técnicos que trabalhem com o sistema drywall, encarecendo a obra com o transporte, concluiu-se que não vale a pena a sua utilização, principalmente quanto ao gesso acartonado, já que, uma de suas maiores vantagens, que é a diminuição significativa do peso da estrutura quando inserido no todo. Dados relativos aos custos com esse projeto piloto estão localizados no Apêndice A em tabela organizada de acordo com valores disponibilizados pela direção da Sociedade Filarmônica Pauferrense.

5. DO BARRO FEZ-SE A VIDA

“Ele queria dar a oportunidade praqueles que tinham a vocação ou o primor musical de desenvolver um talento que, às vezes, por falta de oportunidade, de uma escola, de um primeiro passo não conseguiriam” (Domingos Lacerda).

Segunda parte do referencial teórico, neste capítulo são apresentados a cidade, o conceito de Holismo, como é abordado na arquitetura e que aspectos específicos dessa abordagem serão aplicados no projeto arquitetônico aqui proposto. Além disso, pretende-se introduzir o conceito das construções com terra ensacada, ao mesmo tempo em que se questiona a estigmatização do barro na construção civil, e faz uma caracterização do barro do terreno a partir de ensaios padronizados.

5.1. POR UMA ARQUITETURA LOCAL E HOLÍSTICA

É comum nos depararmos cada vez mais com projetos e construções padronizadas e sem nenhum compromisso com o contexto em que estão inseridas, sempre na tendência de seguir uma escala industrial de construção. Esses modelos passam a representar muito mais do que uma habitação, mas um estilo de vida vendido como superior aos demais, simbolizam status e poder econômico.

Com o processo de globalização observado no mundo todo, combinado aos rápidos avanços tecnológicos, o ensino da Arquitetura enfrenta dilemas diários num mercado de trabalho saturado e extremamente competitivo que, mais do que qualidade, exige rapidez e baixo custo, atropelando o processo de projeção e colocando de lado algumas questões extremamente importantes para um projeto que se pretenda solucionar os problemas de uma região e melhorar a qualidade da vida daqueles que a utilizam, ao mesmo tempo em que se preocupa com o seu impacto no entorno, tanto em termos sociais como ambientais, pensando toda a construção, desde a captação dos recursos até a sua destinação final.

É nesse contexto que entra o pensamento holístico. Por não ser exatamente uma técnica com manual ou mesmo prescrições exatas do que se fazer, servirá mais como uma série de encaminhamentos que ajudarão na forma de pensar o projeto e sua relação com a cidade e a natureza, condicionando as soluções arquitetônicas a sempre se conectarem com o todo.

O termo holístico é utilizado em diálogo com a abordagem sistêmica para denotar integração, globalidade e completude no todo, ou seja, o holismo faz referência a articulação todo/partes que produz um todo maior que a soma das partes (OLIVEIRA, 2013, p. 20)

O edifício é percebido como um organismo pela visão holística, sendo importante considerar durante a elaboração do projeto como se prevê a execução, a manutenção, demolições, o descarte do lixo da obra. Para Ken Yeang, um edifício é um aglomerado de materiais que estão juntos, mas temporariamente, sendo possível seu retorno para a natureza para reciclagem, reuso, ou mesmo voltando ao seu estado natural (SISTEMAS PREDIAIS, 2007). É seguindo essa lógica que decidiu-se utilizar para a Casa Filarmônica como matéria-prima um material extremamente abundante no terreno e ao longo de toda a região, o barro. Além da diminuição do custo energético de sua construção e de suas propriedades termo-acústicas quando utilizado como massa térmica de resfriamento, há também a possibilidade de retorno do material ao seu ambiente natural.

Ressalta-se que não há a pretensão aqui de declarar esse projeto como holístico, mas em destacar que se preocupou em seguir seus preceitos, tentando aplicá-los da melhor forma possível para o contexto em questão.

5.2. CONSTRUÇÃO COM TERRA ENSACADA

Técnica de construção caracterizada pelo levantamento de estruturas a partir de sacos preenchidos com terra estabilizada ou não, as Construções com Terra Ensacada (CTE) constituem uma gama de sistemas construtivos que podem ser utilizados na execução de elementos que vão desde fundações, paredes portantes ou de vedação, até coberturas em arco ou em mesmo em cúpula, como destacado por Clarissa Santos (2015) em sua dissertação de mestrado, texto que serviu como uma das principais bibliografias para este trabalho. Há uma ampla gama de variações dessa técnica, entre elas o superadobe, hiperadobe, brickadobe, earthbag building e taipa ensacada.

Essas construções, por serem relativamente recentes, ainda são pouco estudadas e testadas, sendo difícil alguns cálculos e previsões, principalmente considerando que cada solo exigiria ser testado isoladamente pelas suas particularidades. Entre as vantagens de sua



FIGURA 51:
Biblioteca de barro
por Kere
Arquitetura

Fonte:
ecoefficientes.com

utilização estão o baixo impacto ambiental, a execução de estruturas portantes e em formatos mais orgânicos, a solidez da estrutura, considerada a prova de terremotos e furacões, além da baixa complexidade tecnológica.

É importante destacar que as construções com terra são tão antigas quanto a própria noção de civilização, sendo desenvolvidas conjuntamente às culturas que a adotavam, mas sofreram uma interrupção com o surgimento de (SANTOS, 2015) novos materiais, como o aço e o cimento. Com os avanços tecnológicos e as novas formas de produção, construir com terra passou a ser estigmatizado como sinônimo de falta de recursos e condições precárias, quando comparado a materiais de “melhor qualidade”, como é vendido pela construção civil.

O barro como material de construção perdeu a sua credibilidade devido ao desconhecimento de suas amplas possibilidades (MINKE, 2001, p. 16).

A falta de conhecimento acerca de uma técnica leva a uma compreensão equivocada e, conseqüentemente, ao emprego inadequado dessas tecnologias. A taipa se tornou um problema de saúde pública em determinadas áreas do Brasil devido a problemas de acabamento que permitiam o aninhamento de insetos como o barbeiro, vetor da Doença de Chagas (SANTOS, 2015). A solução poderia ser a conscientização e o ensino da correta forma de construir, mas preferiram fadar o material a um estigma que vai além do social, atingindo patamares de saúde coletiva. Destaca-se que a estigmatização de materiais como o barro, abundante na região pelo setor da construção civil é também uma forma dos grandes empresários venderem as próprias técnicas industrializadas que em quase nada são adaptadas aos diversos bioclimas do Brasil.

Entretanto, com o surgimento do pensamento sustentável e a crescente busca por alternativas na década de 1980, o interesse pela terra como material de construção vem crescendo, estimulando pesquisas e eventos. De acordo com Clarissa Santos (2015), há países que já produziram normas técnicas sobre sua utilização, sendo cada vez mais valorizada como material de construção.

A busca por materiais de impacto ambiental reduzido se torna mais urgente ao se deparar com dados como os trazidos por Fernandes (2013 apud SANTOS, 2015) que a construção civil sozinha é responsável pelo consumo de 50 a 75% dos recursos naturais do planeta, por 40% do consumo energético e 40 % do CO₂.



FIGURA 52: Construção em hiperadobe
Fonte: Pinterest, 2017

O ciclo de vida de materiais altamente industrializados como cimento, aço e blocos cerâmicos necessita de alta energia incorporada para serem produzidos, emitindo carbono para a atmosfera e liberando toxinas na natureza. A utilização de grandes volumes desses materiais na forma convencional consome um elevado número de recursos naturais e continuam gerando resíduos ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (CBCS, 2007). Diminuir o uso deles quando possível é o primeiro passo para um pensamento mais sustentável e holístico.

No Brasil, são as ONGs (Organizações Não-Governamentais) e grupos de Permacultura que mais têm divulgado os processos construtivos em terra e com outros materiais de baixa energia acumulada, defendendo uma construção com materiais mais naturais e o conceito de Bioconstrução.

Especificamente quanto ao superadobe, seu surgimento como técnica se deve ao iraniano Nader Khalil que, na década de 1980, tornou-se mundialmente conhecido ao propor seu sistema de sacos longos em forma de tubo entremeados com arame farpado para construir na Lua e em Marte num trabalho publicado em simpósio organizado pela NASA intitulado “Bases lunares e atividades espaciais do século 21” (SANTOS, 2015). Entre outros projetos, trabalhou na criação de alojamento em campos de refugiados como consultor da NASA e das Nações Unidas (ONU).

O hiperadobe vem como uma variação para o proposto por Nader Khalil que troca o saco plástico por sacos feitos de tela plástica de polietileno de alta intensidade em malha Raschel. Foi desenvolvido pelo brasileiro Fernando Pacheco, engenheiro, tornou os tubos mais fáceis de

preencher e melhorou a aderência entre as camadas e entre a parede e o reboco, não sendo necessária queimá-los. Além disso, custa significativamente menos que o saco convencional, tornando-o ainda mais atraente para a utilização (GEISES, 2011 apud SANTOS, 2015).



FIGURA 53: Superadobe
Fonte: Pinterest, 2017



FIGURA 54: Hiperadobe
Fonte: www.thepicta.com, 2017

Dessa forma, em conformação com o proposto por uma visão mais holística sobre o projeto arquitetônico e fazendo uso da técnica do hiperadobe, a proposta da Filarmônica procura valorizar elementos intrínsecos e particulares da região, como clima, território e cultura, em oposição à produção em massa de edificações que se observa na contemporaneidade. Defende-se aqui que pensar o coletivo valorizando a técnica construtiva como uma expressão da identidade local é também resistir a esse ideal de cidade contemporânea derivativa e homogênea, é resgatar valores e princípios da própria população.

Por que a construção civil, ao invés de se posicionar atrás da máquina industrial, não pode aproveitar o momento de motivação para melhoria e liderar a corrida para a sustentabilidade, já que suas atividades têm um grande impacto ambiental, social e econômico? (LIBRELOTTO ET AL., 2012).

Mais do que a procura por uma rusticidade típica das construções sertanejas, esse trabalho procura viabilizar um sistema construtivo mais natural e que este seja abraçado pelo mercado como qualquer outra técnica convencional.

5.3. O BARRO DO TERRENO

Afim de saber se o barro do terreno era realmente um bom barro para se construir, foram realizados ensaios com uma amostra retirada in loco. Devido à compactação e rigidez do solo, não conseguimos abrir um buraco apenas com as mãos (primeira imagem da esquerda para a direita da Figura 55), tivemos que aproveitar uma vala já aberta para conseguir uma porção do barro (terceira e quarta imagens da esquerda para a direita da Figura 55). Ressalta-se a quantidade de pedras misturada ao material.



FIGURA 55: Retirada da amostra do barro do terreno

Fonte: Acervo do autor, 2017

Para uma caracterização inicial do barro, cujo estudo aprofundado não será possível para essa etapa do trabalho devido ao tempo e ao foco desta proposta, foram realizados os três ensaios abaixo.


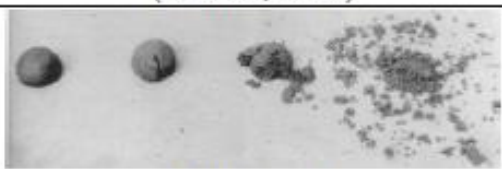

Teste de campo	Propriedade estimada	Imagem
Teste do pote	Granulometria	 (MINKE, 2009)
Teste da bola	Umidade ótima	 (MINKE, 2009)
Teste do rolo	Plasticidade	 (NEVES ET AL., 2009)

FIGURA 56: Testes para definir a qualidade do barro em campo

Fonte: PROTERRA, 2015

O teste do pote é um ensaio de decantação para determinar a proporção de argila em relação a outros materiais presentes no solo. Coloca-se água e o solo num pote proporcionalmente e agita-se para misturar bem. Deve-se deixar uma noite descansando e no dia seguinte medir. O teste do pote não funcionou para o solo aqui tratado. Segundo Santos (2015), porque a argila reagiu ionicamente com os outros materiais e não consegue ou leva mais tempo para decantar, fenômeno que ocorre apenas em algumas argilas.



FIGURA 57: Amostra com 04 dias de repouso
Fonte: Acervo do autor, 2017

O segundo teste, o da bola, refere-se a pegar um pouco do solo umedecido e fazer uma bola com as mãos. Quando formada, deve deixá-la cair da altura dos ombros. Se ela conseguir manter a forma sem se espedaçar, quer dizer que a umidade está ótima para construir. Esse teste é mais importante para a execução em si, para saber a proporção de água e terra.



FIGURA 58: Teste da Bola
Fonte: Acervo do autor, 2017.

O terceiro teste, o do rolo, serve para saber a plasticidade do material. Nele, pega-se uma porção de terra umedecida, desliza a mão sobre ele até formar um rolo de aproximadamente 20 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro (SANTOS, 2015). Feito o rolo, é necessário deslizar ele sobre a mesa até que fique em balanço. Assim que romper, medir o segmento que estava em balanço. Se der menos que 8 cm, não há argila suficiente. Entre 8 cm e 12 cm a quantidade é a ideal. Acima de 12 cm há argila demais (SANTOS, 2015).



FIGURA 59: Teste do Rolo
Fonte: Acervo do autor, 2017.

O barro demonstrou ter umidade ótima e ser altamente plástico. O cordão ficou com 12 cm, no limite do descrito por Santos (2015).



FIGURA 60: Mural construção de tijolo de adobe para testar resistência do barro
Fonte: Acervo do autor, 2017

Como último teste do barro, foi feito um tijolo de adobe de forma bem informal sem aditivo nenhum e usando pouquíssima água. A própria umidade do ar estava deixando a amostra de solo um pouco úmida. Alguns detalhes foram encravados no tijolo para testar se essas partes mais frágeis viriam a fissurar. O tijolo encontra-se intacto.

6. CONDICIONANTES DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Aqui serão destacados os condicionantes que limitarão ou mesmo encaminharão as soluções arquitetônicas. Legais: referente à legislação; Regionais: quanto à disponibilidade de materiais e mão-de-obra na região para escolha do sistema construtivo; Físico-Ambientais: relativo ao conforto térmico e acústico da edificação com base no bioclima da região.

6.1. CONDICIONANTES LEGAIS

Pau dos Ferros, apesar da cidade estar em intenso crescimento há mais de 10 anos, apenas foi iniciado o processo de elaboração do Plano Diretor e do Código de Obras recentemente, não havendo instrumentos legais de ordem municipal que direcionem como se deve construir na cidade. Até uns cinco anos atrás, o gabarito era limitado devido a ausência de Corpo de Bombeiros na cidade. Hoje em dia Pau dos Ferros já conta com Bombeiros e SAMU.

Como exercício, pelas características sócio-econômicas similares entre as duas cidades, resolveu-se utilizar como base a legislação de Caicó quanto ao Código de Obras e Plano Diretor. Além disso, o projeto está condicionado ao Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte e a ABNT NBR-9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos (2004).

*“E ele
consolida
isso pouco
tempo antes
de morrer”
(Domingos
Lacerda).*

6.1.1. Plano Diretor e Código de Obras:

A Lei No 4.204 de outubro de 2006 dispõe sobre o Plano Diretor de Caicó e dá providências e encaminhamentos gerais para o crescimento da cidade, não há realmente delimitação de taxas e normas voltadas para a construção, apenas recomendações gerais, estando todas as informações necessárias dispostas na Lei No 4.772 de 26 de setembro de 2014, que dispõe sobre o Código de Obras de Caicó, mais atual e completa. Como não é um documento de conhecimento geral, traz-se aqui os artigos mais importantes para o projeto da edificação.

x **Quanto a Taxa de Ocupação, Taxe de Permeabilização e Recuos:**

Art. 115. A Taxa de Ocupação máxima permitida para os terrenos do Município com área igual ou superior a 200m² (duzentos metros quadrados) e/ou dimensões superiores a 10x20m é de:

- I. Subsolo, térreo e 2º pavimento - 80% (oitenta por cento);
- II. Acima do 2º pavimento, a taxa de ocupação será em função da área resultante da aplicação dos recuos previstos no Art. 117 desta Lei.

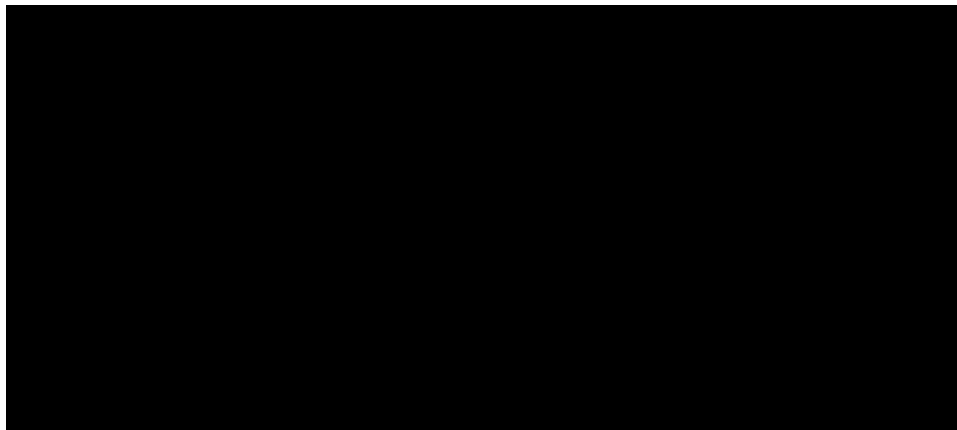


TABELA 5: Taxas e áreas
Fonte: Acervo do autor, 2017

Art. 116. A Taxa de impermeabilização máxima permitida no Município será de 90% (noventa por cento) do lote;

Art. 117. Os recuos estabelecidos para todos os terrenos do Município, com exceção dos localizados no Centro da cidade, são os indicados abaixo.

§1º. Recuo Frontal:

- a) 2,00m (dois metros) até o gabarito de 12,00m (doze metros);
- b) 2,00m (dois metros) + 1/10 da altura que exceder os 12,00 m iniciais, naqueles imóveis com gabarito superior a 12,00m (doze metros);

§2º. Recuos Laterais:

- a) Não obrigatório até o gabarito de 9,00m (nove metros);
- b) 1,50m (um metro e meio) em imóveis com gabarito entre 9,00m (nove metros) e 12,00m (doze metros);
- c) 1,50m (um metro e meio) 1/10 da altura que exceder os 12,00 m iniciais, naqueles imóveis com gabarito superior a 12,00 m (doze metros);

§3º. Recuos de Fundos:

- a) Não obrigatórios até o gabarito de 9,00m (nove metros);
- b) 1,50m (um metro e meio) em imóveis com gabarito entre 9,00m (nove metros) e 12,00m (doze metros);

c) 1,50m (um metro e meio) + 1/10 da altura que exceder os 12,00 m iniciais, naqueles imóveis com gabarito superior a 12,00m (doze metros);

Recuo do Projeto: 3m de todos os lados

x Quanto à tipologia:

Art. 146 - § 7º. Locais de reunião: São edificações destinadas a abrigar eventos de grande afluxo de público.

Art. 132. As edificações destinadas a locais de reunião, além das exigências constantes deste Código, deverão ter instalações sanitárias calculadas na proporção de um vaso sanitário para cada 100 (mulheres) e um vaso para cada 100 (cem) homens e mais um mictório para cada 100 (cem) homens.

Calcula-se aproximadamente 600 pessoas na edificação ao mesmo tempo (capacidade de 528 pessoas na Sala de Concerto + músicos e demais pessoas no resto do prédio) = 6 boxes.

Cada pavimento do projeto possui 6 boxes, fora os acessíveis (excluindo-se o subsolo).

x Quanto à acessibilidade:

Art. 194. Com a finalidade de assegurar o uso por pessoas portadoras de deficiência física, o único ou pelo menos um dos elevadores deverá:

- a) Estar situado em local a eles acessível;
- b) Estar situado em nível com o pavimento a que servir ou estar interligado ao mesmo por rampa;
- c) Ter cabine com dimensões mínimas de 1,10 m (um metro e dez centímetros) por 1,40 m (um metro e quarenta centímetros);
- d) Ter porta com vão de 0,80 (oitenta centímetros);
- e) Servir ao estacionamento em que haja previsão de vagas de veículos para pessoas portadores de deficiências físicas.

x Quanto ao estacionamento:

Art. 69. Os estacionamentos coletivos deverão ter área de acumulação, acomodação e manobra de veículos, dimensionados de forma a comportar, no mínimo, 3% (três por cento) de sua capacidade.

Cálculo de vagas: 3% de 600 = 18 vagas Æ O projeto: 34 vagas para carros, sendo três destinadas a pessoas com deficiência e 2 a idosos, além de 17 vagas para motos e duas baias de embarque, desembarque e serviço

Art. 72. Deverão ser previstas vagas para veículos de pessoas portadoras de necessidades especiais, bem como para motocicletas, calculadas conforme tabela abaixo. Porcentagem de vagas destinadas a deficientes físicos e motocicletas Estacionamento Vagas Veículos conduzidos ou que conduzam pessoas portadoras de necessidades especiais

Estacionamen to	Vagas	Veículos conduzidos ou que conduzam pessoas portadoras de necessidades especiais	Motocicletas
Coletivos	Até 100	5%	30%
Coletivos	Acima de 100	5%	30%

FIGURA 61: Porcentagem de vagas destinadas a deficientes físicos e motocicletas
Fonte: Código de Obras de Caicó, RN, 2014

6.1.2. Segurança contra incêndio:

Há dois documentos que foram levados em consideração na hora de se pensar a segurança contra incêndio para a edificação. O primeiro é o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte (Lei nº 4.436/1974), que determina critérios básicos de segurança que visam garantir meios de combater incêndios, evitar ou minimizar a propagação do fogo, facilitar as ações de socorro, assegurando a evacuação segura dos usuários das edificações. Como é uma norma antiga, convencionou-se utilizar a Instrução Técnica nº 11/2014 (IT 11) do Corpo de Bombeiros de São Paulo como base para as saídas de emergência.

Aprovada em 9 de dezembro de 1974, o Código de Segurança do Rio Grande do Norte, Lei Estadual nº 4.436, visa regulamentar critérios básicos de combate ao incêndio. De acordo com ele, este projeto é classificado quanto à ocupação como de Reunião Pública, cuja Seção VI do Código é inteiramente voltada para descrição dessa ocupação. Destacam-se aqui os trechos mais críticos:

Art. 6. VIII – ocupação REUNIÃO PÚBLICA: edificações destinadas a exposição, teatros, cinemas, auditórios, colégios, centros de cursos diversos, salas de reunião, ‘boites’, salões de festa, bailes, casas noturnas, ginásios poliesportivos, templos religiosos, restaurantes com “boite”, bingos, casas de show e similares;

Art. 12. VI – ambientes com mais de 100 lugares, além das aberturas normais de entrada, deverão dispor de saídas de emergência com largura mínima de dois metros e vinte centímetros (2,20m), acrescentando-se uma unidade de passagem (cinquenta e cinco centímetros) para excedentes de 100 pessoas;

São quatro saídas de emergência, três com vão livre de 2,50 m e uma com 2,00 m

Art. 12. VII – edificações com mais de um pavimento terão escadas com largura mínima de um metro e sessenta centímetros (1,60m), para público de até 200 pessoas, acrescentando-se uma unidade de passagem de cinquenta e cinco centímetros (0,55 m), para excedentes de 200 pessoas;

Há menos de 200 pessoas no segundo piso.

Já a IT 11, de São Paulo, classifica a edificação quanto a ocupação como Local de Reunião de Público, no Grupo F, da divisão F-5 referente à “Arte Cênica e Auditório”. Quanto à altura é classificada como do Tipo IV, Edificação de Baixa-Média Altura. Quanto ao risco é médio, calculando-se como 600MJ/m² a carga de incêndio da edificação.

A Sala de Concerto possui 445m² de área no primeiro nível com 404 lugares e 165m² no mezanino com 124 lugares, totalizando 528 lugares, sendo 21 destes destinados a cadeirantes (em lugares diversos). Como é o local mais crítico, possui quatro saídas de emergência, uma no subsolo com acesso ao palco, duas no piso térreo e uma no 1º andar. A IT 11 determina que, para o grupo F, salas com mais de uma saída de emergência e detectores de fumaça, a distância máxima percorrida deve ser de 65m. A máxima distância percorrida por alguém dentro da Sala de Concerto é de 30 metros.

Para o cálculo da caixa d’água, considerou-se que, pelas condições bioclimáticas da região e a fragilidade que determinados períodos de estiagem impõem à população, seria necessário um hiperdimensionamento. Como um dos princípios projetuais a existência do Memorial Antônio de Holanda, que consiste num espaço de contemplação com estátua e espelho d’água, definiu-se que este seria em uma das áreas mais baixas do terreno e que fosse possível direcionar a captação das águas pluviais dos telhados e dos pisos drenantes até ele, para que abaixo dele fosse construído um reservatório inferior (

). A idéia é que este reservatório seja capaz de abastecer a instituição a longo prazo, como uma cisterna. Assim, calcula-se abaixo o que seria exigido pela norma NBR 5626, referente a Instalação Predial de Água Fria, e o que efetivamente se dimensionou para o projeto, cujo reservatório inferior aproveitou a estrutura do prédio principal. Dessa forma, tem-se que, considerando o consumo diário médio de uma pessoa para cada ocupação, tem-se que:

x Cálculo do reservatório de água exigido pela NBR 5626:

Volume = Consumo diário (L/pessoa) x P (número de pessoas) x 3 dias de reserva

$$V_t = 2L/\text{lugar para Teatro} \text{ } \text{Æ} \text{ } 528 \text{ lugares } \text{Æ} \text{ } 1.056L \text{ x } 3 \text{ dias de reserva} = \mathbf{3.168L}$$

$$V_s = 2\text{L/pessoa para Sala de Evento} \text{ } \text{Æ} \text{ } 250 \text{ pessoas} \text{ } \text{Æ} \text{ } 500\text{L} \times 3 \text{ dias} = \mathbf{1.500\text{L}}$$

$$V_e = 50\text{L/pessoa para Escola} \text{ } \text{Æ} \text{ } 200 \text{ pessoas} \text{ } \text{Æ} \text{ } 10.000\text{L} \times 3 \text{ dias} = \mathbf{30.000\text{L}}$$

Volume total do reservatório de água para uso doméstico deve ser de 34.668 Litros

- x Cálculo Reserva de Incêndio exigida pelo Código de Incêndio do RN:

$$R_{RN} = Q \times T \times H$$

$$R_{RN} = 250\text{L/min} \times 30\text{min} \times 2$$

$$\mathbf{Reserva_{RN} = 15.000\text{L}}$$

- x Cálculo Reserva de Incêndio exigida pela NBR 13714 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio:

$$R_{NBR} = Q \times T$$

$$R_{NBR} = 100\text{L/min} \times 60\text{min}$$

$$\mathbf{Reserva_{NBR} = 6.000\text{L}}$$

Q = vazão de duas saídas do sistema aplicado, 100L/min para divisão F-5

T = tempo; 60 min. para sistemas tipos 1 e 2; e 30 min. para sistema tipo 3.

H = hidrantes funcionando simultaneamente

R = volume da reserva em litros

Como a reserva exigida pelo Código do estado é mais restritiva, ela será utilizada como base para cálculo

Volume total da reserva de incêndio deve ser de 15.000 Litros

- x Volume total de água = Volume_{doméstico} + Reserva_{incêndio} = 34.668 + 15.000L = 49.668 L

VOLUME TOTAL EXIGIDO = 50.000 L

- x Reservatório Superior, mínimo de 2/5 do Volume Total = 2/5 de 50.000 L = **20.000 L**;

- x Reservatório Inferior, mínimo de 3/5 do Volume Total = 3/5 de 50.000 L = **30.000 L**;

Acima, tem-se o exigido por norma e, abaixo, tem-se o proposto aqui neste trabalho, que considera as dificuldades físicas da região e aproveita a estrutura existente.

- x Reservatório superior proposto = 2 reservatórios de 12,5m³ = 12.500 L x 2 = **25.000 L**;

- x Reservatório inferior proposto sob o Memorial = reservatório de 157,32m³ = **157.320L**

VOLUME TOTAL PROPOSTO = 182.320 L

O código dispõe também sobre iluminação de emergência, controle de materiais e revestimentos, sinalização, extintores, Brigadas de Incêndio e inúmeros outras questões que também serão observadas na hora de um maior detalhamento e execução do projeto.

6.1.3. Acessibilidade – NBR 9050/2015

Sendo a norma que mais nos baseamos para fazer projetos, a maior parte de suas especificações quanto a banheiro e circulações já estão sendo seguidas, mas pelo tipo diferente de uso proposto. Todos os pontos colocados aqui, foram rebatidos no projeto.

x Os assentos para P.M.R. e P.O. devem estar localizados junto aos corredores e de preferência nas fileiras contíguas às passagens transversais, sendo que os apoios para braços no lado junto aos corredores devem ser do tipo basculantes ou removíveis, conforme a figura 145.

x Os corredores de circulação da plateia devem ser livres de obstáculos. Quando apresentarem rampa ou degrau, deve ser instalado pelo menos um corrimão, conforme 4.6.5, na altura de 0,70 m, instalado de um só lado ou no meio da circulação. Admite-se que os corredores de circulação que compõem as rotas acessíveis aos lugares da plateia possuam inclinação máxima de rampa de até 12 %.

x Quando houver desnível entre o palco e a plateia, este pode ser vencido através de rampa com as seguintes características:

- a) largura de no mínimo 0,90 m;
- b) inclinação máxima de 1:6 (16,66 %) para vencer uma altura máxima de 0,60 m;
- c) inclinação máxima de 1:10 (10 %) para vencer alturas superiores a 0,60 m;
- d) ter guia de balizamento, não sendo necessária a instalação de guarda-corpo e corrimão.

6.1.4. Legislação – Desempenho Acústico

A legislação vigente quanto ao desempenho acústico de uma edificação está prescrita principalmente em três normas, na NBR 10.151, NBR 10.152 e na NBR 10.1575. A primeira, de 2000, se refere ao ruído na comunidade, delimitando níveis aceitáveis de ruído de acordo com o uso; já a segunda, de 1987, diz respeito ao conforto acústico nos ambientes internos de acordo com a hora; por fim, a terceira é a norma de desempenho das edificações. Vale ressaltar que tanto a NBR 10.151 e a NBR 10.152 possuem mais de 10 anos, a última com quase 30 anos, sendo esta a que determina nos ambientes internos os níveis de ruído utilizados na norma de desempenho.

Os valores delimitados pela NBR 10.151 de acordo com a predominância de uso da área são:

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 62: Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)
Fonte: NBR 10151

Já os valores delimitados pela NBR 10.152 quanto aos ambientes internos são:

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
Hotéis		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Auditórios		
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Escritórios		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50	35 - 45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

TABELA 6: Valores dB(A) e NC
Fonte: NBR 10152

Além das normas já citadas, há também duas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego sobre os valores do ruído, a NR-15, sobre insalubridade no trabalho,

relacionada ao tempo e duração de exposição ao ruído que não prejudique a saúde do trabalhador, e a NR-17, que trata de ergonomia.

Quanto aos veículos automotores, cabe ao CONATRAN a regulamentação da emissão de ruídos, limitando a emissão a 80 dB, quando a 7 metros de distância do veículo (Resolução 204 de 20 de outubro de 2006 – CONATRAN). Como poderá ser visto mais abaixo, essa medida foi respeitada, já que nas ruas apenas na passagem de caminhões que esse valor foi ultrapassado.

O CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, torna a poluição sonora um crime ambiental em sua resolução nº 01 de março de 1990, determina para qualquer localidade que os limites de ruído em ruído a serem seguidos é o da norma ABNT NBR 10151, revisada em 2000:

[...] I – A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II – São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. (CONAMA, 1990)

Além das já citadas nesse trabalho, as quais foram mais estudadas para desenvolvimento do mesmo, há também uma série de outras normas e resoluções que regulamentam as emissões sonoras que vão desde normalizações mais restritivas a nível internacional, como é o caso das ISO (International Organization for Standardization) a peças e situações de exposição bem específicas, como é o caso das propostas pelo CONOMA, outras NBR e pelas portarias do Ministério do Trabalho. Entre elas estão as: ISO 717-1, ISO 717-2, ISO 10052, ISO 16032, ISO 16283-1:2014, ISO 3382-2, Resolução CONAMA nº 1/90, CONAMA nº 2/90, CONAMA nº 272/00, CONAMA nº 418/09, CONAMA nº 433/11, NBR 7497/82, NBR 10152/87, NBR 10151/00, NBR 15145/04, Ministério do Trabalho. Portaria nº 3214/78, Portaria nº 3214/78, Portaria nº 3214/78, Portaria nº 3214/78.

Contudo, apesar da vasta regulamentação a respeito, é facilmente observável o não cumprimento das mesmas num simples passeio pelas cidades brasileiras. A dificuldade de sua implementação vai desde limitações materiais e técnicas a uma cultura de construção no Brasil. Nesse sentido, considerando o uso da edificação aqui proposto e sua localização em loteamento previsto para ser residencial, tornou-se imprescindível pensar numa arquitetura acusticamente viável e que diminuísse o impacto do equipamento na comunidade. Tais aspectos foram fundamentais na escolha do hiperadobe como técnica construtiva em detrimento de tantas outras que também utilizam o barro como material base. Suas propriedades como isolante acústico, pela espessura de suas paredes, que podem chegar a 40cm no envoltório da edificação para um melhor controle do ruído a ser emitido para a comunidade.

6.2. CONDICIONANTES REGIONAIS

A experiência com a sala experimental (detalhada no item 4.3) trouxe à tona dificuldades que eram de certa forma esperadas, mas não na dimensão que aconteceu, destacando a importância de um projeto onde se pense na execução e se o que você está pensando realmente funcionará quando aplicado a um contexto diferente do que está habituado, sendo necessário adaptações. Antes da sala, a ideia era utilizar o sistema Drywall para todas as divisões internas da Casa Filarmônica pela limpeza, praticidade e flexibilidade que o sistema permite. Mas, com as dificuldades de execução, tendo que importar até a mão de obra, sua utilização foi revista, sendo priorizadas as técnicas cujos materiais fossem de maior acesso na região. Além disso, a proposta aqui é popularizar uma técnica mais adaptada ao clima e solo sertanejo, com elevada massa térmica e sem necessidades de trazer todos os materiais de fora para se chegar num bom desempenho.

Então, definiu-se como sistema construtivo para as partições internas, que também necessitam de isolamento, uma parede formada por dupla camada de tijolos de adobe e entre elas uma camada de lã de vidro ou de pet, dependendo da oferta e do custo-benefício no período de compra. A ideia é formar um sistema massa-mola-massa e, como não será portante, já que a estrutura do prédio será independente, não há problema o tijolo ser cru, melhorando ainda mais o ambiente em termos térmicos devido às qualidades do barro.

Contudo, as esquadrias realmente terão que ser trazidas, não há nenhuma empresa que trabalhe com vidro duplo e vedação para um isolamento eficiente. Erros nas esquadrias podem colocar todo o sistema a se perder.

6.3. CONDICIONANTES FÍSICO-AMBIENTAIS

O Brasil consta com 20,4% de seus municípios localizados no Semiárido, segundo dados do INSA (Instituto Nacional do Semiárido, 2012), sendo 1050 dos 1135 municípios integrantes do semiárido pertencentes à Região Nordeste. Já no âmbito estadual, o Rio Grande do Norte possui 147 dos 167 municípios inseridos nessa zona (SOUTO, 2017). A vegetação predominante nessa região é de plantas resistentes a longos períodos de estiagem, a maioria perde suas folhas para economizar água, formando a típica paisagem vendida ao resto do Brasil sobre o Nordeste e relacioná-lo não a um bioma surpreendente que renasce a cada estação, mas a um estigma de atraso e pobreza. Na figura a seguir, pode-se ver a área que o semiárido brasileiro abrange em território nacional.

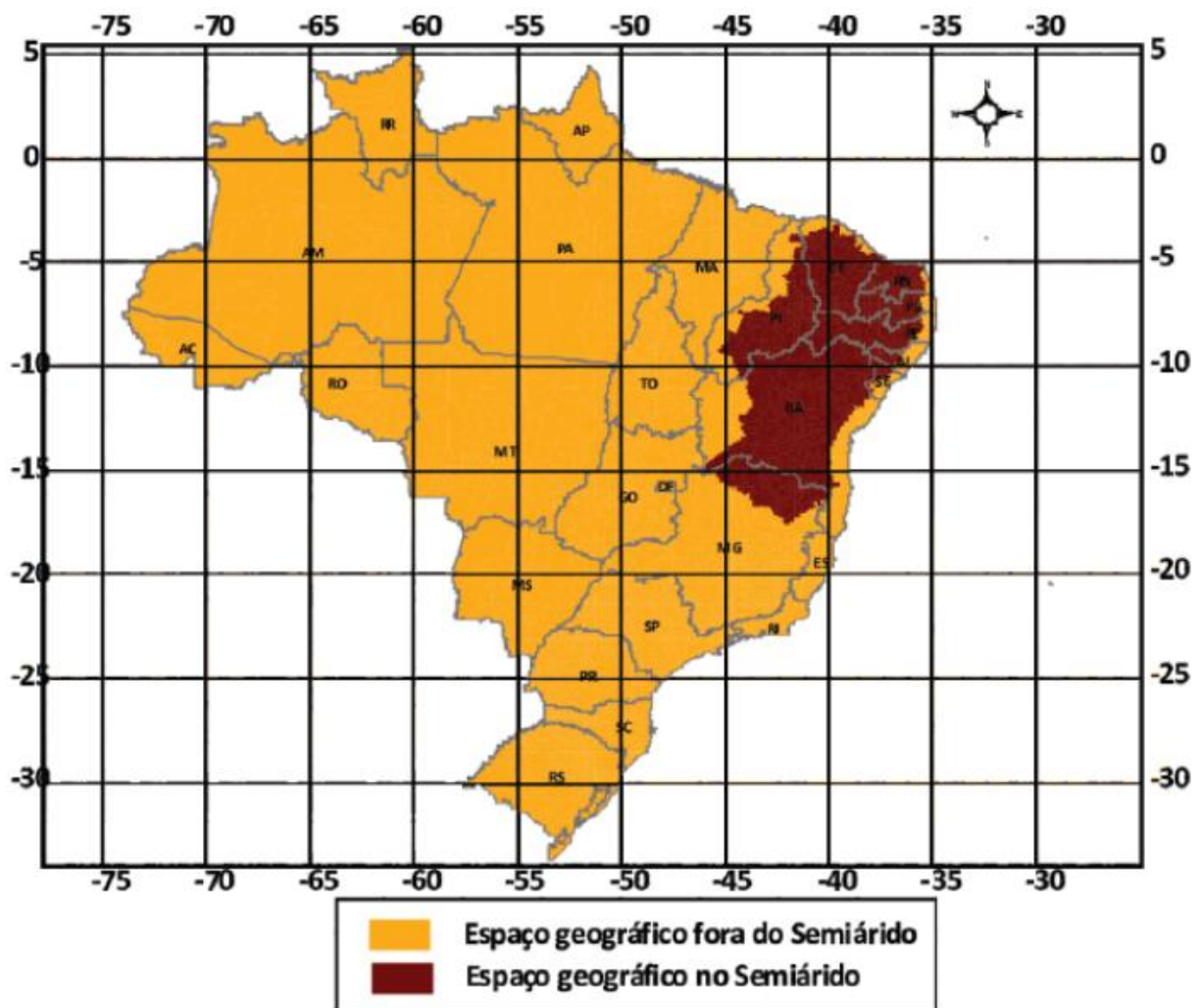


FIGURA 63: Espaço geográfico no semiárido
Fonte: INSA, 2012 apud SOUTO, 2017

Apesar de sua imagem estar relacionada sempre a um lugar deserto, o semiárido nordestino tem uma das maiores capacidades de armazenamento de água do mundo, mas por geralmente serem a céu aberto e sem manutenção alguma, são perdidos pela evotranspiração. Além disso, cerca de 70% do seu solo é cristalino, dificultando a infiltração da água e encaminhando-a para rios intermitentes que desaguarão no mar ou em algum outro rio. Nesse sentido, fica clara a necessidade de pensar um reservatório com grande capacidade para suprir esses períodos de estiagem e aproveitar o período das chuvas. É importante que as águas do telhado também sejam direcionadas para esse reservatório, aumentando a superfície de captação da água.

Quanto ao terreno especificamente, ele foi doado após longa procura pela Prefeitura de Pau dos Ferros, recebendo todo o apoio do prefeito Leonardo Rêgo e do Secretário de Planejamento e Desenvolvimento, Cláudio Fídias. O Secretário ainda solicitou a realização do levantamento topográfico do terreno para que este trabalho pudesse ser elaborado. Em

entrevista realizada no dia 14 de julho de 2017, ele esclareceu algumas dúvidas legais sobre a proposta e destacou que a prefeitura estava com o projeto de uma quadra poliesportiva para a quadra do lado, previamente destinada a uma área verde que será relocada. Dois equipamentos lado a lado se tornou uma oportunidade de integrá-los e criar um ambiente conjunto de convivência.

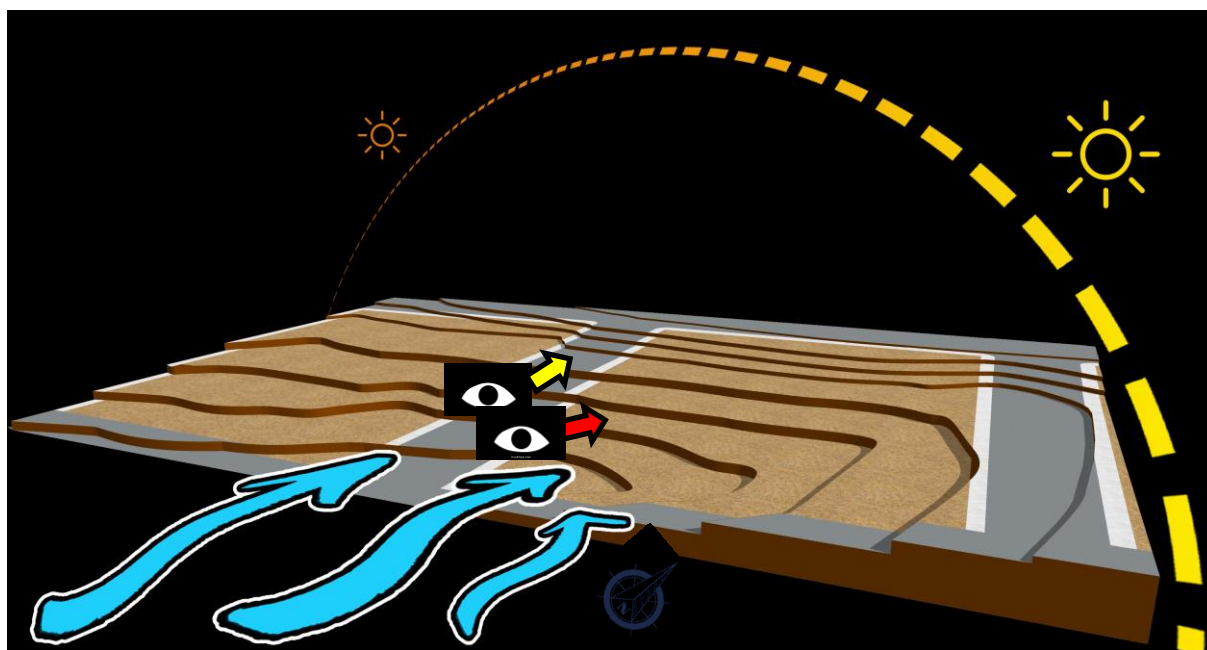


FIGURA 64: O terreno
Fonte: Acervo do autor

Como destacado na Figura 64, o vento é sudeste, quase sul, onde há uma grande área rural. O sol passa diagonalmente em relação aos eixos do terreno. Quanto ao impacto dessas condições nas demais decisões projetuais, é importante verificar a NBR 15.220 referente ao “Desempenho térmico de edificações: Zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social” que divide o Brasil em 8 zonas bioclimáticas. Pau dos Ferros está localizada na Zona 7.

Destaca-se que a Zona Bioclimática 7 corresponde a boa parte do que é considerado como região semiárida, revelando o perfil da zona, como pode-se perceber comparando a FIGURA anterior com a seguinte.

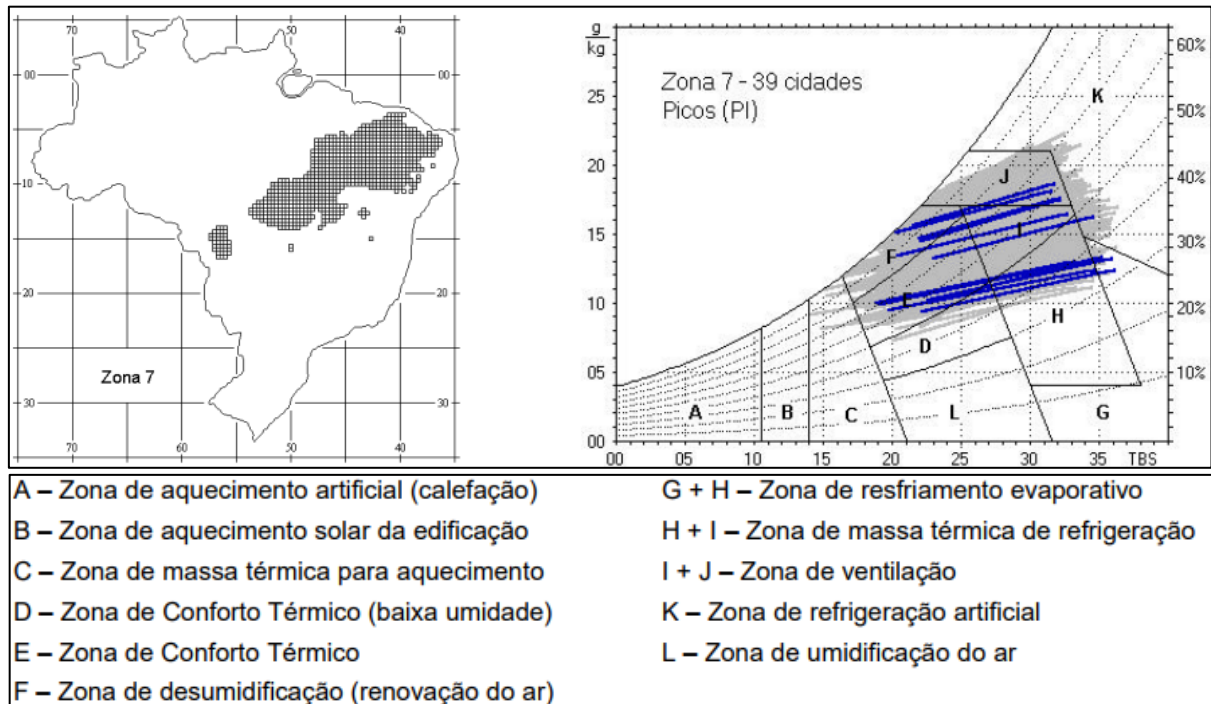


FIGURA 65: Zona 07 e Carta Bioclimática de Picos (PI)

Fonte: ABNT, 2003

Estar na Zona Bioclimática 07 quer dizer que as aberturas para ventilação devem ser pequenas e sombreadas, suas vedações, tanto as paredes quanto a cobertura, pesadas, com elevada massa térmica e como estratégias de condicionamento passivo o resfriamento evaporativo e ventilação seletiva, dependendo da diferença de temperatura entre o meio externo e interno (ABNT, 2003). Na Figura 65, é possível ainda verificar quais estratégias a mais é possível usar em outras épocas do ano para a cidade de Picos, no Piauí. A carta bioclimática de Pau dos Ferros ou de cidade próxima não foi encontrada.

Quanto ao perfil acústico da região, foram feitas medições *in loco* para se obter os níveis de pressão sonora em alguns pontos estratégicos para o projeto.

Ponto	Tempo Inicial	Duração	Tempo Final	LA _{eq}	LA _{eq} Max	LA _{eq} Min
01	11:33	10:00	11:43	066,9	082,8	040,1
02	11:47	10:00	11:57	049,8	066,8	034,7
03	12:03	10:00	12:13	043,6	064,0	030,4
04	12:22	10:00	12:32	047,8	064,5	033,6

TABELA 7: Nível de Pressão Sonora Equivalente (LA_{eq}) no entorno

Fonte: Acervo do autor, 2017.

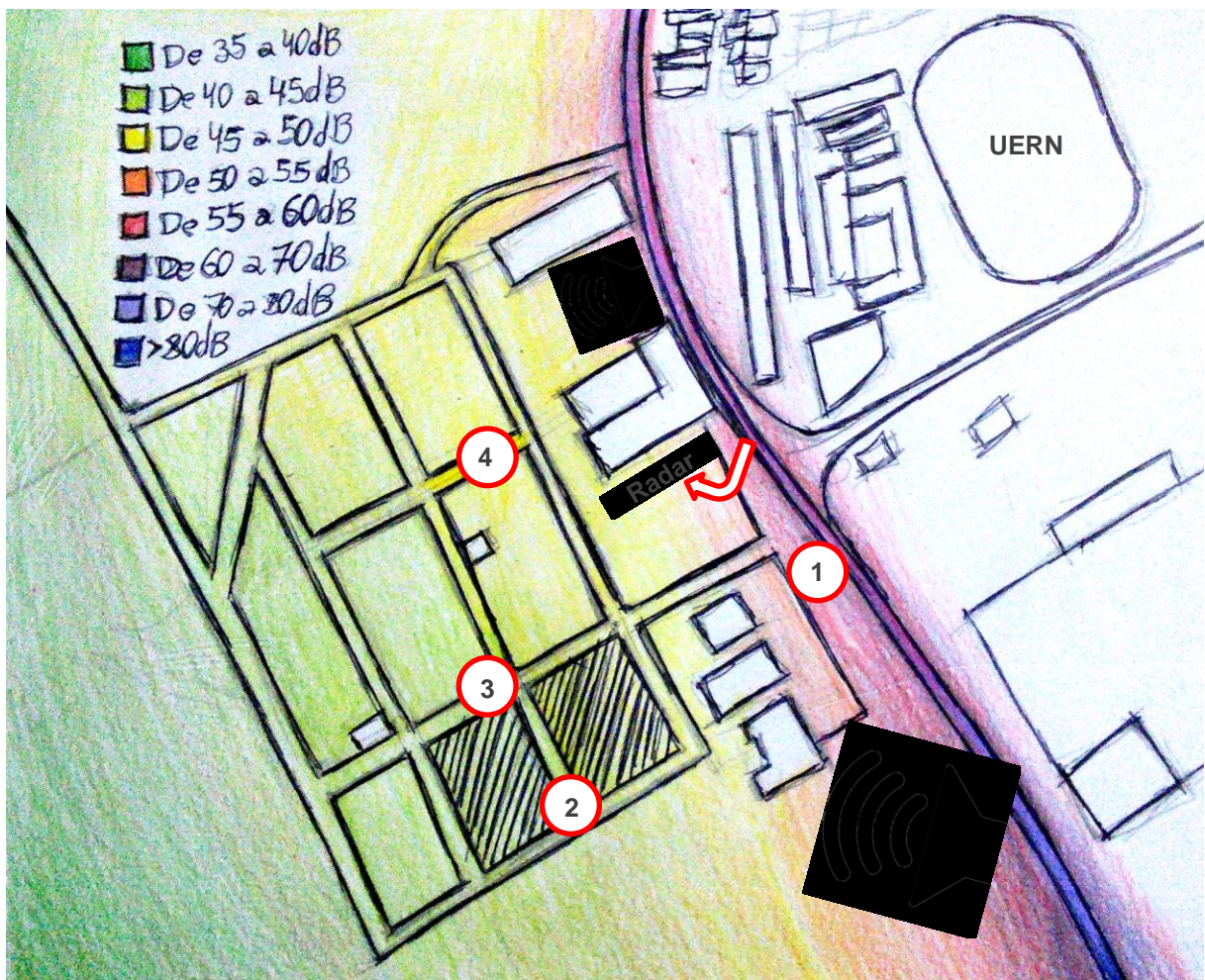


FIGURA 66: Mapa acústico do loteamento
Fonte: Acervo do autor.

Observou-se que ruído mais intenso é o que vem da pista, uma rodovia federal, a BR 405, que conecta várias cidades da região, não ocasionando grandes transtornos ao terreno em si devido à distância, mas ainda assim presente. O foco está na verdade em isolar o som que vem dos ambientes internos da Filarmônica, para que este não cause transtorno na vizinhança. Os resultados podem ser observados na FIGURA 66: *Mapa acústico do loteamento*. O L_{Aeq}, referente ao Nível de Pressão Sonora Equivalente, dentro do loteamento ficou abaixo do definido pela NBR 10.151, que estabelece o valor máximo diurno de 55dB.

7. DA IDÉIA À CONCEPÇÃO: A CASA FILARMÔNICA

É nesse ponto que a proposta será detalhada, trazendo o programa de necessidades aprovado pelo cliente, a evolução do conceito e da forma, assim como o partido do projeto arquitetônico e seu desenvolvimento e, por último, uma previsão simplificada de como os projetos complementares se enquadrarão à proposta.

7.1. CONCEPÇÃO FORMAL

“É verdade que [...], quando nós resolvemos ir pra São Paulo fazer a cirurgia, ele já dizia ‘Domingos, eu não vou sair dessa’.

‘O que é isso, Holanda, já passou por tantas’.

(Domingos Lacerda).

Para a concepção formal do edifício, foram levados em consideração tanto referências na música e em outros projetos arquitetônicos, até condicionantes do próprio terreno e da localização, como já amplamente debatido ao longo de todo o trabalho e aqui retomados de forma mais prática.

7.1.1. Conceito

O conceito da edificação levou em consideração a forma de um piano. Sua forma que combina traçados e painéis lineares a um corpo ondulado foi trazido ao projeto, adequando-se facilmente ao sistema construtivo escolhido, que possibilita traçados orgânicos sem grandes dificuldades.



FIGURA 67: Grand piano e detalhe de suas teclas

Fonte: ca.yamaha.com, 2017

Suas teclas inspiraram os painéis laterais que impedem 100% o sol do oeste de entrar na edificação diretamente, sendo aproveitado apenas a sua iluminação difusa, com menor carga térmica e possibilitando o direcionamento do vento para dentro dos corredores e da edificação.



FIGURA 68: Fachada Oeste
Fonte: Acervo do autor, 2017



FIGURA 69: Fachadas
Fonte: Acervo do autor, 2017

7.1.2. Partido Arquitetônico

Antes mesmo de começar a desenvolver uma proposta volumétrica, alguns preceitos já haviam sido tomados devido às condições do terreno, sua localização, sua autonomia e o impacto do equipamento na comunidade.

Pela sua localização em bairro misto, porém predominantemente residencial, e sua inserção numa região de solo barroso, com extensa produção de habitações e construções em barro, mas cuja identidade e história estão se perdendo frente a essa homogeneização e massificação da arte de construir, decidiu-se por uma técnica que valorizasse a história do sertanejo e seu apego com a terra. O hiperadobe, mesmo sendo uma técnica nova, vem como a estratégia perfeita para construção na área, considerando a grande massa térmica de suas paredes, a possibilidade de usar solos não tão argilosos quanto a taipa ou outras técnicas exigiriam, e por retomar a idéia de uma arquitetura mais local, onde o solo escavado do terreno é a matéria-prima principal. Nada mais adequado e adaptado às condições climáticas e de intemperismo de uma região que o solo que ali se formou ao longo dos milhares de anos.

Além disso, o terreno doado, com uma declividade de 7 metros de uma ponta a outra, foi fruto de uma prática comum nos loteamentos da região de deixar os terrenos considerados mais difíceis de construir como área verde ou de interesse social, mas que, nesse caso, foi de grande utilidade para diminuição do movimento de terra ao pensar a sala de concerto. Nessa lógica,

primeiro pensou-se nessa sala principal de apresentação e qual o seu melhor posicionamento levando em consideração a topografia e o tamanho pedido pela SFP, locando todos os outros ambientes ao seu redor, isolando-o mais do contato com o sol a fim de melhorar a eficiência energética da edificação e diminuindo a transmissão de ruídos com o entorno.

Considerando a futura instalação da Quadra Poliesportiva no terreno ao lado pela Prefeitura de Pau dos Ferros e a proposta da Filarmônica em si, cria-se a possibilidade dos dois equipamentos serem integrados e compartilharem um espaço em comum, uma praça em que esporte e música pudessem conviver e dividir experiências. Desse modo, pensou-se na incorporação desse trecho final da rua (onde o loteamento termina) para funcionar como uma ponte de integração entre os dois projetos. A rua se torna praça. A possibilidade de sua implementação já foi conversada com o Secretário Cláudio Fídias.

Ainda nessa lógica, a disposição das salas ao redor da sala de concerto principal foi pensada de forma que encaminhasse e direcionasse as pessoas para o terreno por trás do ginásio, que ficaria na sombra da edificação, sendo de difícil visualização e ocupação. Apesar de não possuir um plano diretor ou código de obras, não sendo obrigatório número de vagas de estacionamento específico, é importante pensar no impacto do edifício inclusive nas ruas, tornando esse espaço, antes escondido e esquecido em um estacionamento compartilhado.

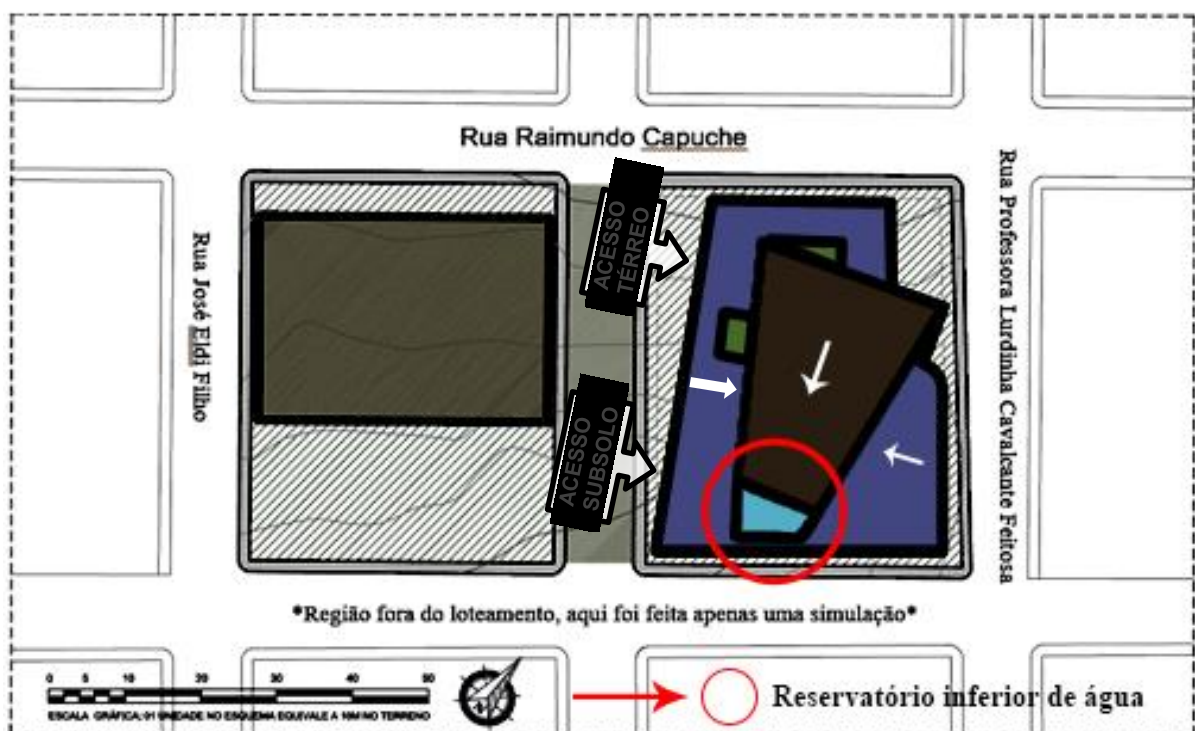


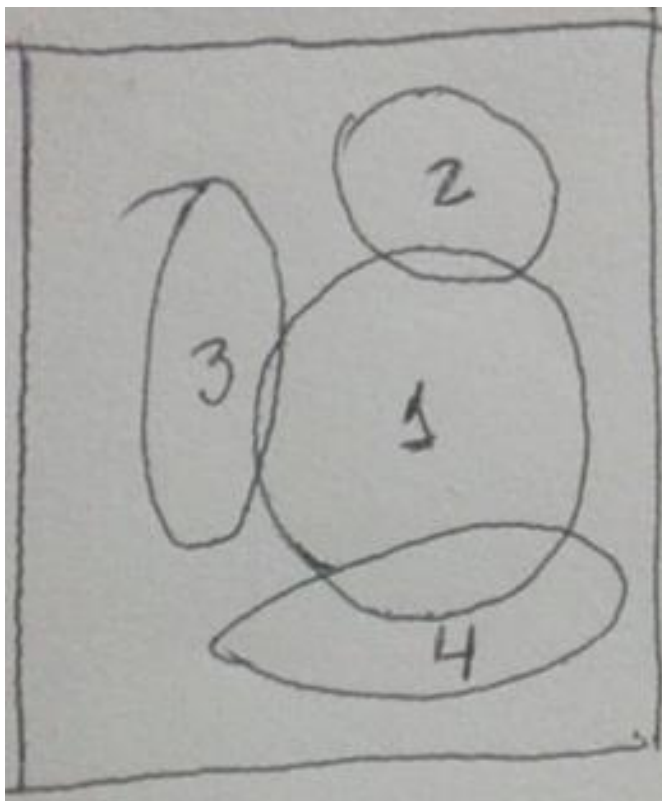
FIGURA 70: Partido arquitetônico
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Locado o ambiente principal e de maior dimensão, outros princípios projetuais foram tomados pela ausência de um Plano Diretor que direcionasse a concepção, como por exemplo, a respeito do gabarito da edificação. Decidiu-se não passar de quatro pavimentos em relação ao nível da rua principal pelo impacto do gabarito numa cidade ainda não verticalizada, mas que já possui edifícios dessas dimensões, como é o caso do Campus da UERN, bem próximo, que está terminando a construção de uma biblioteca nessas dimensões. Na proposta final, como o pé-direito escolhido foi alto para atender aos requisitos de conforto para a região, subiu-se apenas 3 pavimentos e desceu um com o subsolo.

O prédio, além de tudo, deve ser autônomo na captação de água e energia devido à árdua condição climática da região e sua volumetria ser pensada em blocos, para facilitar a execução do projeto por etapas, de acordo com a necessidade e as condições financeiras da Sociedade, e possibilitando futuras ampliações.

7.1.3. Zoneamento

A edificação foi pensada em blocos, tendo a Sala de Concerto no centro do terreno seguindo a topografia como partido arquitetônico.



O zoneamento foi feito já pensando o prédio por blocos em que o círculo 01 é referente à Sala de Concerto, primeiro ambiente a ser definido na proposta, gerando todos os outros ao seu redor; o círculo 02 referente à administração, ao qual teia um funcionamento paralelo ao da Filarmônica em si, podendo funcionar independentemente, com acessos e vagas próprias; a 03 referente às áreas de acesso do público e circulações, por ser uma área que propôs-se uma integração e devido à sua orientação para o oeste; e o 04, referente ao bloco dos alunos.

FIGURA 71: Fluxograma
Fonte: Acervo do autor, 2017.

7.2. PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidade foi decidido em conjunto com os sócios da Sociedade Filarmônica e com o maestro. Inicialmente, eles disseram que precisavam de:

- a) Sala de Concerto;
- b) Galeria suspensa pra público na sala de apresentação;
- c) Sala-Coxia;
- d) Sala de treino (sala de estudo para naipes ou grupos de câmara);
- e) Cabines individuais para estudo;
- f) Sala Depósito para instrumentos e materiais;
- g) Sala ambientada para musicalização infantil;
- h) Biblioteca específica;
- i) Bilheteria;
- j) Sala para eventos;
- k) Lutheria;
- l) Sala da Presidência;
- m) Sala de Reuniões;
- n) Secretaria;
- o) Copa;
- p) Sala de espera.

Tudo que foi pedido por eles foi atendido, mas foram acrescentados alguns ambientes também indispensáveis ao uso, como lanchonete, depósitos, sala dos professores, etc. O programa final pode ser visto abaixo.

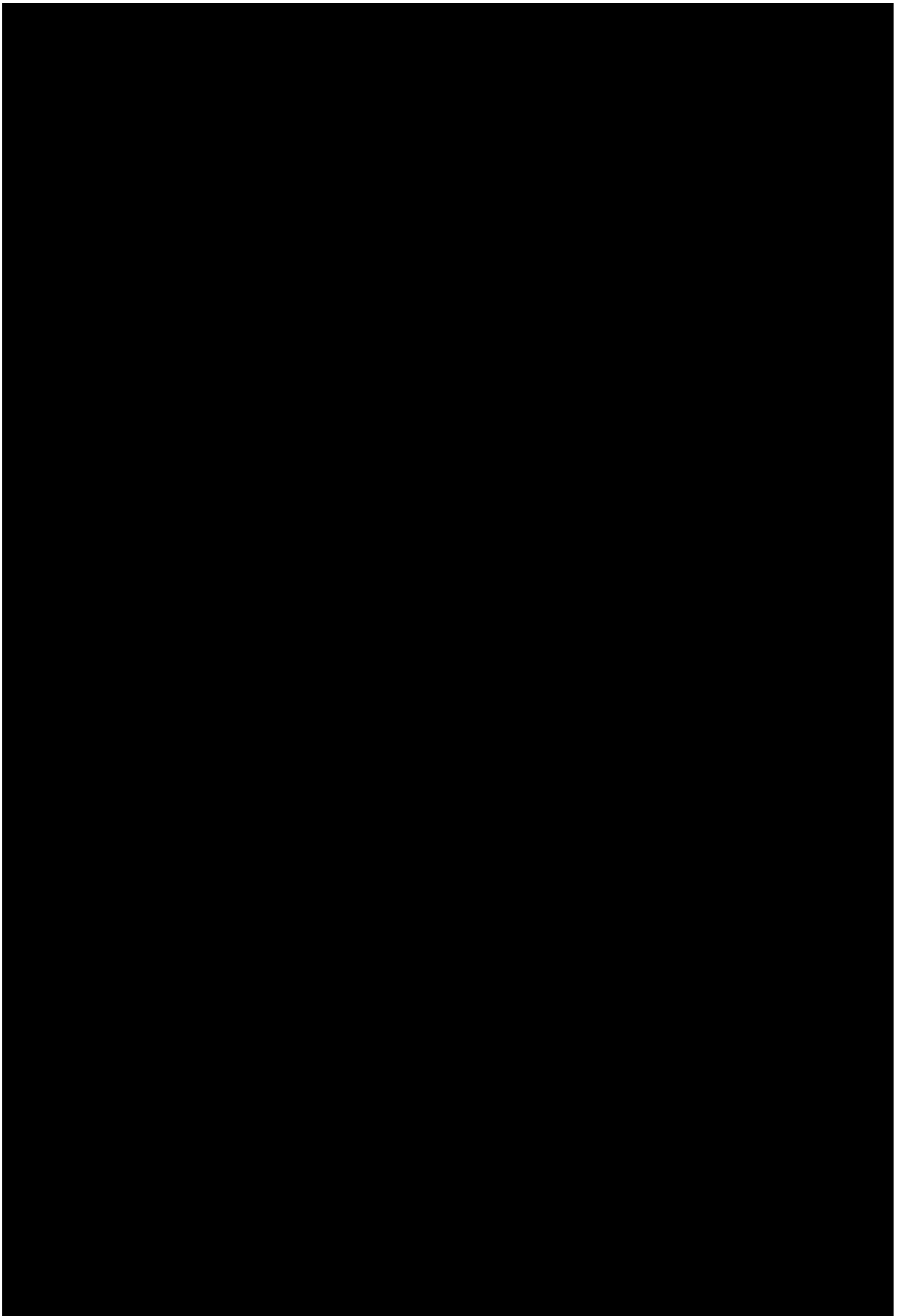


FIGURA 72: Quadro geral de áreas internas
Fonte: Acevo do autor, 2017

7.3. CONSULTORIA E APROVAÇÃO DO PROJETO PELA SFP

Em Assembléia Geral realizada no dia 06 de outubro de 2017 no Campus da UERN, foi apresentado o esboço do projeto aos integrantes da Sociedade e ao Maestro Elton, primeiro professor e atual maestro da Orquestra Filarmônica Pauferrense, para avaliação e discussão, sendo aprovada a proposta aqui disposta, com pequenas alterações já contempladas.



FIGURA 73: Assembléia e reunião informal com o maestro Elton
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Vale ressaltar que a edificação não contém um nome oficial ainda escolhido por eles, tendo sido escolhido temporariamente nessa Assembléia o nome de Casa Filarmônica de Pau dos Ferros, podendo ser passível de mudança no desenrolar das atividades.

O maestro Elton ressaltou a importância das salas de estudo individuais e de se pensar as salas de treinos por instrumentos, sendo feitas algumas modificações nesse sentido após essa conversa. Em termos de quantidade de salas, foi mais que satisfatório para ele.

8. MEMORIAL DESCRITIVO

Último capítulo do trabalho, será uma descrição mais detalhada de alguns aspectos do projeto, com discriminações superficiais, soluções acústicas e alguns detalhes técnicos que necessitarão melhor elucidação ao longo de desenvolvimento da proposta.

8.1. A CASA FILARMÔNICA PAUFERRENSE

A proposta da Casa Filarmônica Pauferrense procura valorizar elementos intrínsecos e particulares da região, como clima, território e cultura, em oposição à produção em massa de edificações que se observa na contemporaneidade. Seu programa (Figura 54) foi distribuído em quatro pavimentos, sendo um chamado de subsolo, devido à diferença de altura com a rua principal de acesso, um térreo e um primeiro andar, referente a salas de aula e convivência, e um segundo andar destinado a eventos.

Desde o início, preocupou-se em integrar o edifício ao ambiente de forma harmoniosa e à quadra poliesportiva que será instalada ao lado pela Prefeitura, criando um espaço propício ao lazer e ao conhecimento.

8.2. O SISTEMA CONSTRUTIVO

Como já bastante destacado, o sistema construtivo escolhido para as paredes externas foi o hiperadobe, enquanto para as internas que necessitam de isolamento uma parede com camada dupla de tijolos de adobe separadas por lâ de vidro. O detalhe a seguir (na escala correta em anexo nas pranchas) explica bem como se pensou o sistema. Pelas dimensões do projeto, não seria viável utilizar o hiperadobe, apesar de ser autoportante, porque não há muitos estudos técnicos sobre sua resistência, sendo a altura sugerida máxima cerca de oito vezes a sua largura. Dessa forma, propõe-se um sistema de viga-pilar de concreto convencional para a constituição do esqueleto e todas as vedações, excluindo-se as dos banheiros, que seriam em alvenaria padrão. A seguir detalhe do sistema construtivo que pode ser visto na escala correta na Prancha 09.

“ A gente sai da fazenda dia 14 e ele não volta mais” (Domingos Lacerda).

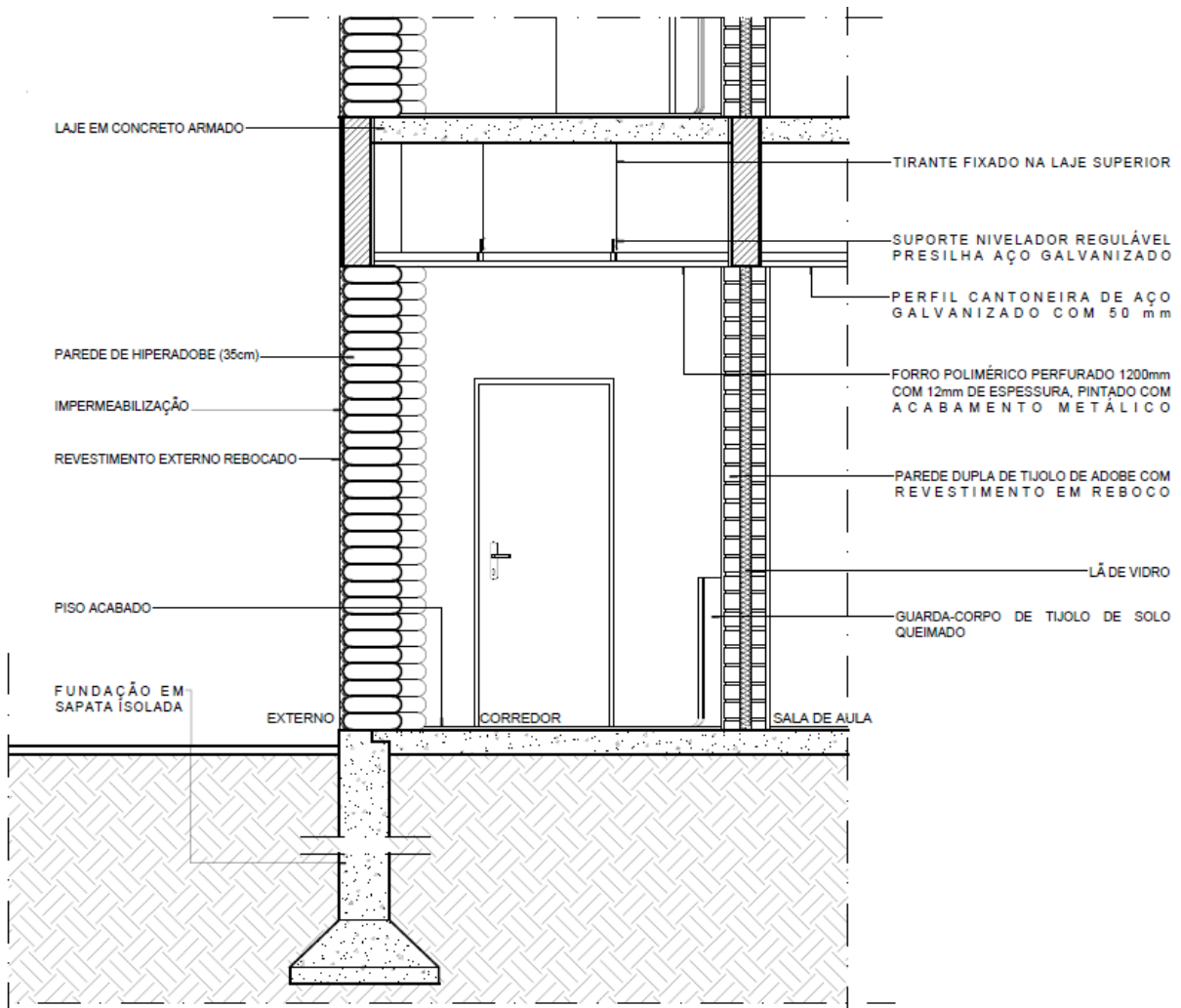
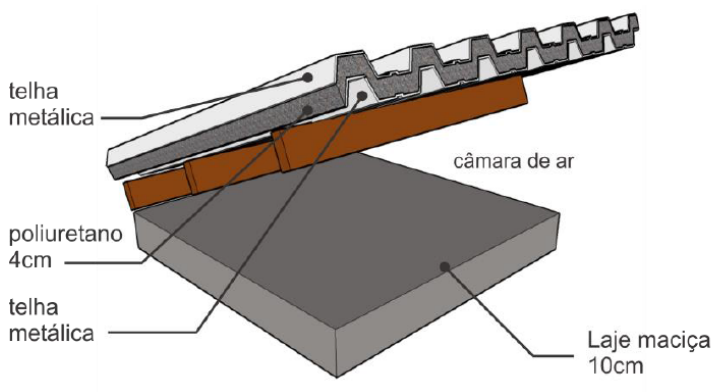


FIGURA 74: Detalhe do corredor à oeste - parede de hiperadobe à esquerda e parede de adobe à direita
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Para a cobertura, foi escolhido o sistema de telha sanduíche com laje maciça e câmara de ar entre eles. Propõe-se aqui, devido à grande pressão sonora e calor da região, a colocação de duas camadas de telha sobrepostas para uma maior eficiência termo-acústica.



Laje maciça 10,0cm
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica* 0,1cm
Poliuretano 4,0cm
Telha metálica* 0,1cm

* A transmitância térmica independe se a telha tem formato trapezoidal ou ondulada

U	C _T
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]
0,55	230

FIGURA 75: Sistema com telha metálica "sanduíche"
Fonte: LABEEE, 2017

Devido ao programa extenso e a dificuldade de obtenção de novos terrenos devido ao caráter social do projeto, procurou-se ocupar ao máximo o que era disposto para fazer cumprir a função social do equipamento, sem abrir mão do conforto, e abrindo possibilidades para conseguirem se manter com aluguéis e outros eventos. A edificação tem alta taxa de ocupação em relação ao terreno original e, com a união dos dois terrenos, eliminando uma rua, propõe-se a instalação de pisos drenantes ao longo de todo o caminho de pedestres, de forma a permitir a permeabilidade da água, antes dificultada pelo barro que, ao chover, criava uma camada que impedia a penetração da água, encaminhando-a ao longo da topografia. Esta seria captada e direcionada ao reservatório de águas pluviais sob o memorial Antônio de Holanda.

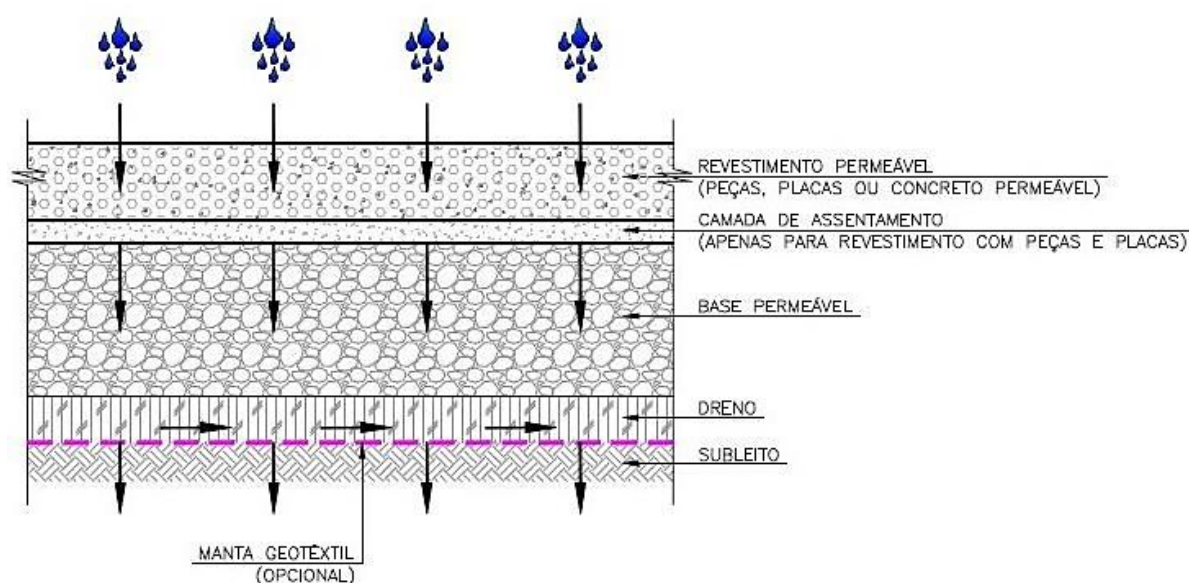
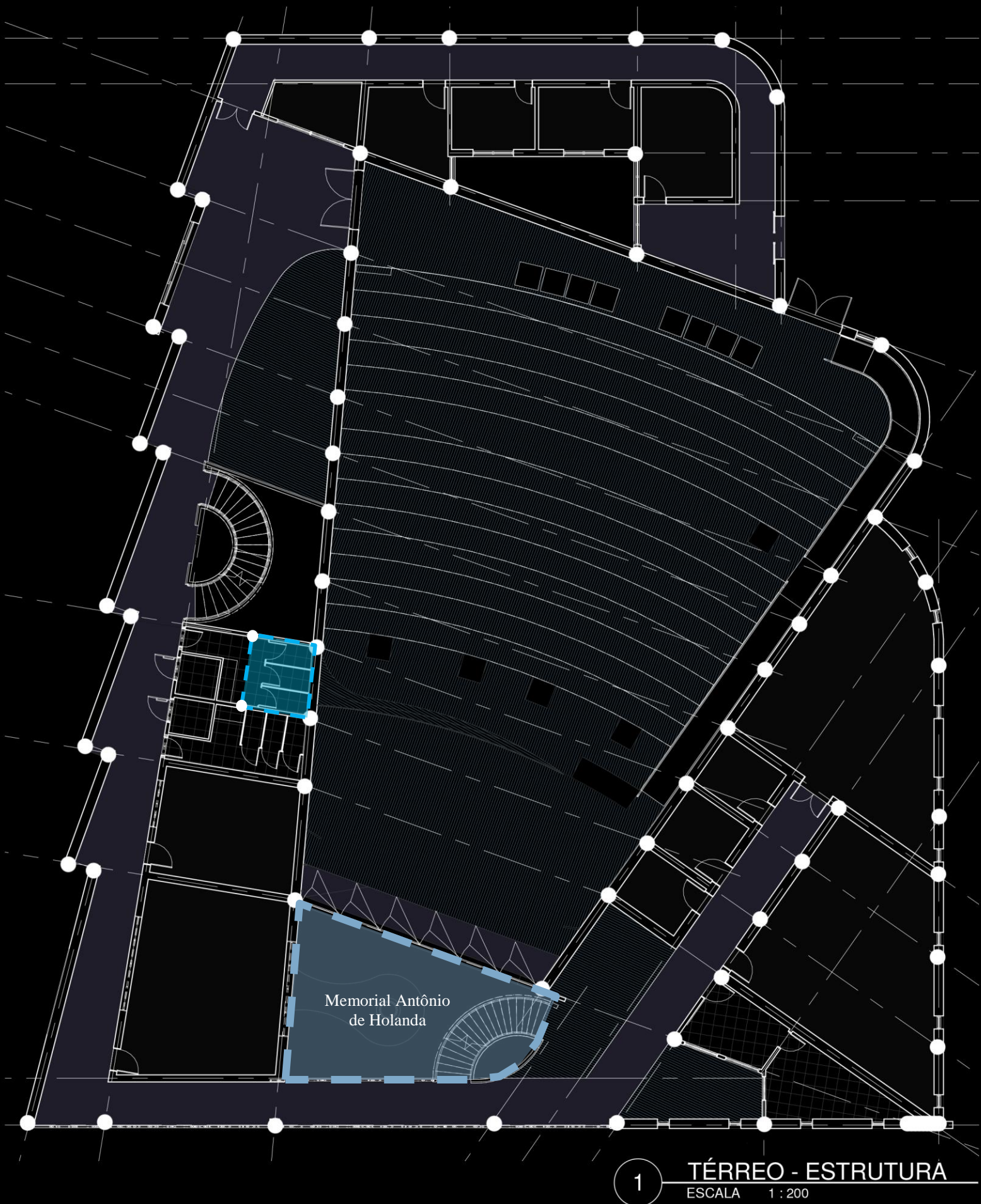


FIGURA 76: Detalhe piso drenante
Fonte: LPE Engenharia, 2016

Quanto à estrutura da edificação, fez-se uma previsão de lançamento de vigas e pilares na edificação, mas ressalta-se que o projeto necessitará de engenheiro especializado para dimensionamento e locação dos pilares. A cobertura da Sala de Concerto é a única que utilizará de treliças planas para vencer o vão ao invés de vigas de concreto. A essas treliças estarão conectados os forros e iluminação.

A traz
essa previsão, tanto das vigas quanto dos pilares. Em azul mais claro, o reservatório de água inferior sob o Memorial Antônio de Holanda. Em azul mais escuro, o reservatório de água superior sobre os banheiros.

FIGURA 77: Planta Baixa do Térreo – Estrutura, Caixa d'água e reserva inferior
Fonte: Acervo do autor, 2017.



8.3. ESTRATÉGIAS DE CONFORTO

Para elaboração do projeto, localizado na Zona Bioclimática 7, algumas estratégias de conforto foram implementadas à edificação. O primeiro, como já amplamente destacado, a utilização do hiperadobe pela sua função como massa térmica de resfriamento. É um sistema que, pela sua espessura e elevada massa térmica, absorve o calor e o transmite de um meio para outro mais lentamente. Numa região como a de Pau dos Ferros, cujas temperaturas diurnas chegam aos 40°C em alguns períodos do ano, o maior benefício de paredes externas com elevadas massas térmicas é o atraso térmico provocado pelo sistema. O frio da madrugada mantém a parede resfriada durante o dia e o calor absorvido ao final do período é liberado à noite, diminuindo a amplitude térmica no interior do edifício ao longo do dia e mantendo a temperatura estável e mais agradável ao uso.

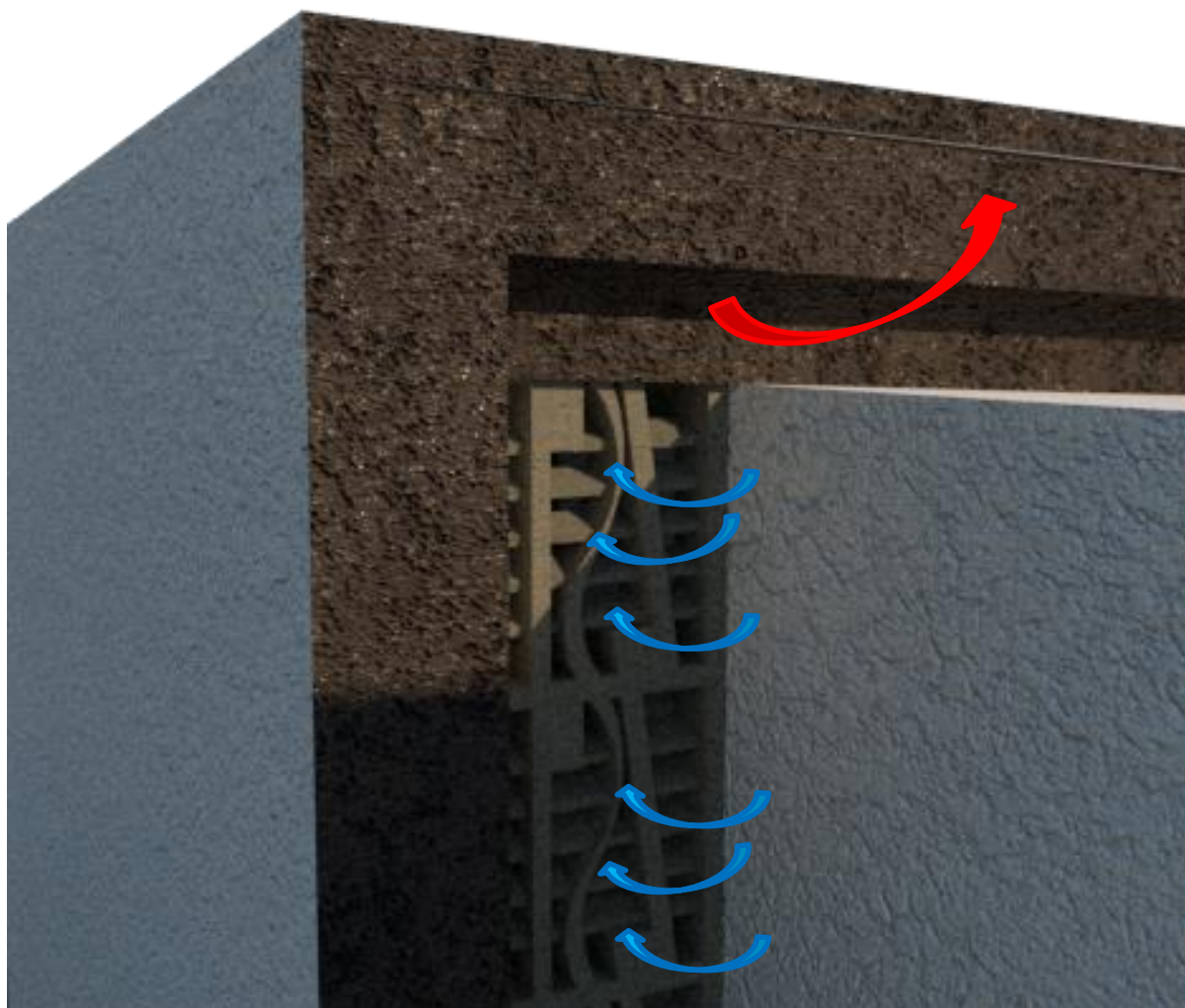


FIGURA 78: Detalhe cobogó e ventilação vertical para remoção do ar quente
Fonte: Acevo do autor, 2017.

Brises e cobogós também foram amplamente empregados para diminuir a carga solar ao longo das esquadrias ou mesmo em aberturas sem esquadria alguma, sempre buscando sombrear os lugares mais críticos e controlando até a ventilação, porque o calor também pode ser trazido pelo ar. Nesse sentido, preocupou-se sempre em permitir trocas de ar ao longo de todo o edifício, mas não exageradamente, dificultando a criação de um microclima.

Além disso, priorizou-se situar todas as circulações do edifício sempre ao longo das fachadas externas, principalmente da fachada oeste, funcionando como uma zona intermediária, sombreando as paredes da sala e diminuindo o custo energético com o ar condicionado da edificação, já que são lugares de estadia prolongada. Pátios internos foram dispostos em três pontos diferentes, como forma de obtenção de microclimas, dois deles em áreas de convivência e um para que o setor de musicalização infantil e da administração pudessem ter ventilação e iluminação naturais o dia inteiro.

8.4. DESEMPENHO ACÚSTICO

Durante todo o período de projeção, foram feitos alguns testes para se chegar nesse formato atual. Nesse item, será demonstrado o isolamento acústico dos sistemas construtivos adotados, assim como a geometria e o desempenho da Sala de Concerto. Para determinação das massas específicas dos materiais, foram utilizados os dados disponibilizados pela empresa Protolab (Laboratório de Propriedades Termofísicas e Prototipação) que podem ser consultados na Figura 79. Ressalta-se que não há muitos estudos acerca da técnica do hiperadobe e do adobe em si, sua densidade, sua condutividade, etc, até porque cada solo é diferente de outro, dificultando uma padronização. Assim, afim de viabilizar a simulação, são utilizadas aqui as especificações destinadas à argila arenosa. Ainda, para efeito de cálculo, considerou-se a frequência (f) como 442Hz, referente à afinação padrão de uma orquestra, que pode variar de 442 a 444Hz. Um isolamento eficiente é importante porque, segundo Fenandes et al (2004) o nível de pressão sonora de uma orquestra pode chegar a impressionantes picos de 110dB, mantendo uma média de 90dB.

GRUPO	MATERIAL	MASSA ESPECÍFICA (KG/M3)				
METAL	ALUMÍNIO	2800	EMPLASTROS	CIMENTO	1900	
	COBRE	9000		CAL	1600	
	LIGAS	12250		GIPSITA	1300	
	AÇO, FERRO	7800		ORGÂNICO	CORTIÇA (EXPANDIDA)	100-200
	ZINCO	7200			LINÓLEO	1200
PEDRA NATURAL	BASALTO, GRANITO	3000	BORRACHA		1200-1500	
	CALCÁRIO, MÁRMORE	2700	PLACA DE FIBRA		200-400	
	ARENITO	2600	MADEIRA	FOLHOSA	800	
ALVENARIA	TIJOLO	1600-1900		MADEIRA LEVE	550	
	TIJOLO DE AREIA-CAL	1900		COMPENSADA	700	
		1000-1400		CARTÃO DURO	1000	
CONCRETO	CONCRETO DE CASCALHO	2300-2500		SOFT-BOARD	300	
	CONCRETO LEVE	1600-1900		CARTÃO	500-1000	
		1000-1300		CARTÃO DE MADEIRA	350-700	
		300-700	SINTÉTICOS	POLIÉSTER (GPV)	1200	
	CONCRETO DE PÓ DE POLIMENTO	1000-1400		POLIETILENO, POLIPROPILENO	930	
		700-1000		CLORETO DE POLYVINYL	1400	
	CONCRETO DE ISOLAÇÃO	300-700		ESPUMA SINTÉTICA	ESPUMA DE POLIESTIRENO, EXP. (PICOSEGUNDO)	10-40
	CONCRETO CELULAR	1000-1300	DITTO, EXPULSO		30-40	
		400-700	ESPUMA DE POLIURETANO (PUR)		30-150	
	CONCRETO DE ESCÓRIA	1600-1900	ESPUMA DURA ÁCIDA DO FENOL		25-200	
	1000-1300	PVC-ESPUMA	20-50			
INORGÂNICO	CIMENTO DE ASBESTO	1600-1900	ISOLAÇÃO DE CAVIDADE	ISOLAÇÃO DA CAVIDADE DA PAREDE	20-100	
	PLACA GIPSITA	800-1400		MATERIAIS BETUMINOSOS	ASFALTO	2100
	CARTÃO GIPSITA	900	BETUME		1050	
	VIDRO	2500	ÁGUA	ÁGUA	1000	
	LÃ DE VIDRO	150		GELO	900	
	LÃ DE ROCHA	35-200		NEVE, FRESCA	80-200	
REVESTIMENTO DE ASSOALHO	TELHAS DE ASSOALHO	2000		NEVE, VELHA	200-800	
	PARQUET	800	AR	AR	1.2	
	TAPETE DE FELTRO DE NYLON	0.05		SOLO	SOLO FLORESTAL	1450
	TAPETE (COM BORRACHA DE ESPUMA)	0.09	ARGILA ARENOSA		1780	
	CORTIÇA	200	SOLO ARENOSO ÚMIDO		1700	
			SOLO (SECO)		1600	

FIGURA 79: Massa específica dos materiais de acordo com Protolab
 Fonte: PROTOLAB, 2017. Editado pelo autor.

As fórmulas utilizadas para determinação dos valores nas tabelas foram:

$$PT = 20 \times \log (fm) - 47dB$$

$$PT = 10 \times \log 1/t$$

$$PT = 10 \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i t_i} \Rightarrow \text{Para Partições Compostas}$$

8.4.1. Isolamento Acústico do Sistema Construtivo Escolhido

Nas tabelas abaixo, é possível observar a eficiência acústica dos sistemas de vedação escolhidos, tanto das paredes externas em hiperadobe, quanto das internas em adobe.

Parede Externa	Hiperadobe	Reboco	$PT_{ext} = 20 \times \log (fm) - 47dB$
$d(kg/m^3)$	1780	1900	$PT_{ext} = 20 \times \log (442 \times 718) - 47dB$
Espessura	0,35	0,05	$PT_{ext} = 63,03$
$M(kg/m^2)_{material}$	623	95	$PT_{ext} = 63dB$
$d(kg/m^2)_{parede\ externa}$	718		

TABELA 8: Densidade da Parede Externa
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Parede Interna	Adobe	Lã de Vidro	Reboco	$PT_{int} = 20 \times \log (fm) - 47dB$
$d(kg/m^3)$	1780	150	1900	$PT_{int} = 20 \times \log (442 \times 425,9) - 47dB$
Espessura	0,18	0,07	0,05	$PT_{int} = 58,49$
$M(kg/m^2)_{material}$	320,4	10,5	95	$PT_{int} = 58dB$
$d(kg/m^2)_{parede\ interna}$	425,9			

TABELA 9: Densidade da Parede Interna
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Dessa forma, a Perda de Transmissão (PT) dos sistemas escolhidos é de 63dB para a parede de hiperadobe e de 58dB para a de adobe. Considerando que a norma NBR 10.151 determina que nas áreas externas, não se pode ultrapassar os 55dB pela manhã e os 50 à noite em áreas predominantemente residenciais e que a média de uma orquestra é de 90dB, o isolamento previsto atende bem a necessidade. Quanto às vedações internas, a norma NBR 10.152 determina que o nível máximo de pressão sonora nos ambientes internos esteja entre 35 e 45dB, também sendo contemplada pelo sistema proposto.

8.4.2. Tratamento e Isolamento Acústico da Sala de Concerto

Por ser a área de maior destaque no projeto, será feita aqui uma previsão geométrica das ondas sonoras percorrendo a sala, assim como serão utilizados programas como o Autodesk Ecotect e o Reverb para simulação da propagação dessas ondas e previsão da reverberação da sala. Por fim, serão apresentados os cálculos para a Perda de Transmissão de todas as partições da sala através de tabelas simplificadas já para consulta. Como já destacado, considerou-se a frequência (f) como 442Hz.

x Forros refletivos - a geometria da Sala:

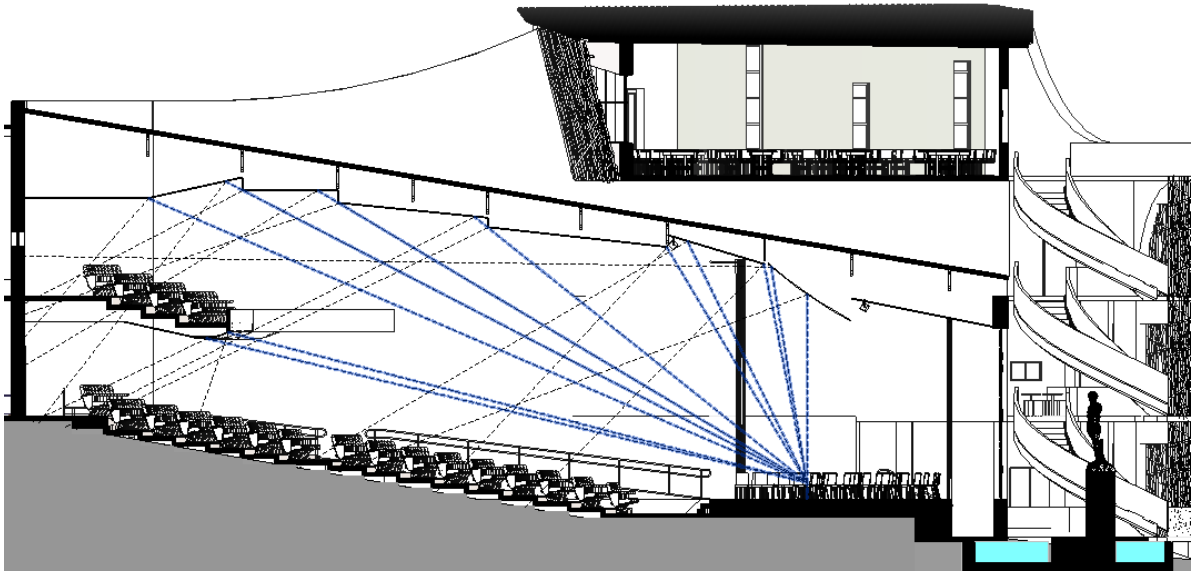
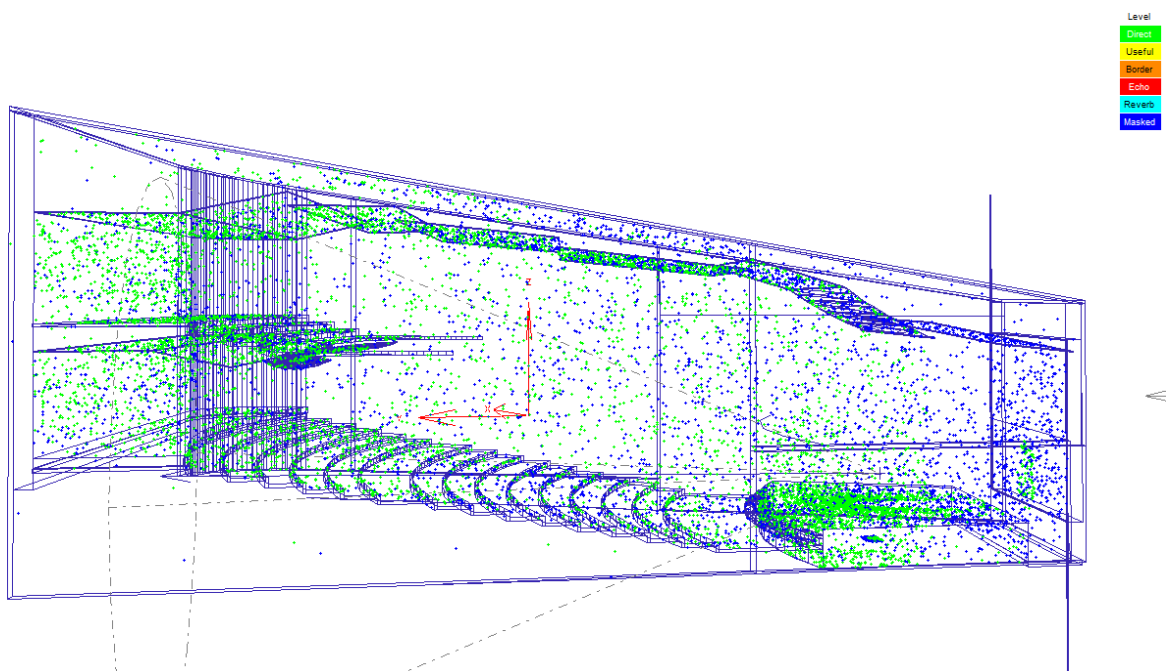


FIGURA 80: Forros Refletivos
Fonte: Acervo do autor, 2017.

Simulação utilizando o Autodesk Ecotect para entender a propagação das ondas sonoras. Devido a problemas técnicos com a correta execução do programa, as cores estão confusas, mas é possível inferir que a cor magenta é referente à onda sonora direta e o azul à primeira reflexão útil. Não foi possível simular o efeito da geometria do superadobe na qualidade do som, mas sua forma funcionaria como um ótimo difrator, ajudando na propagação do som por toda a sala.



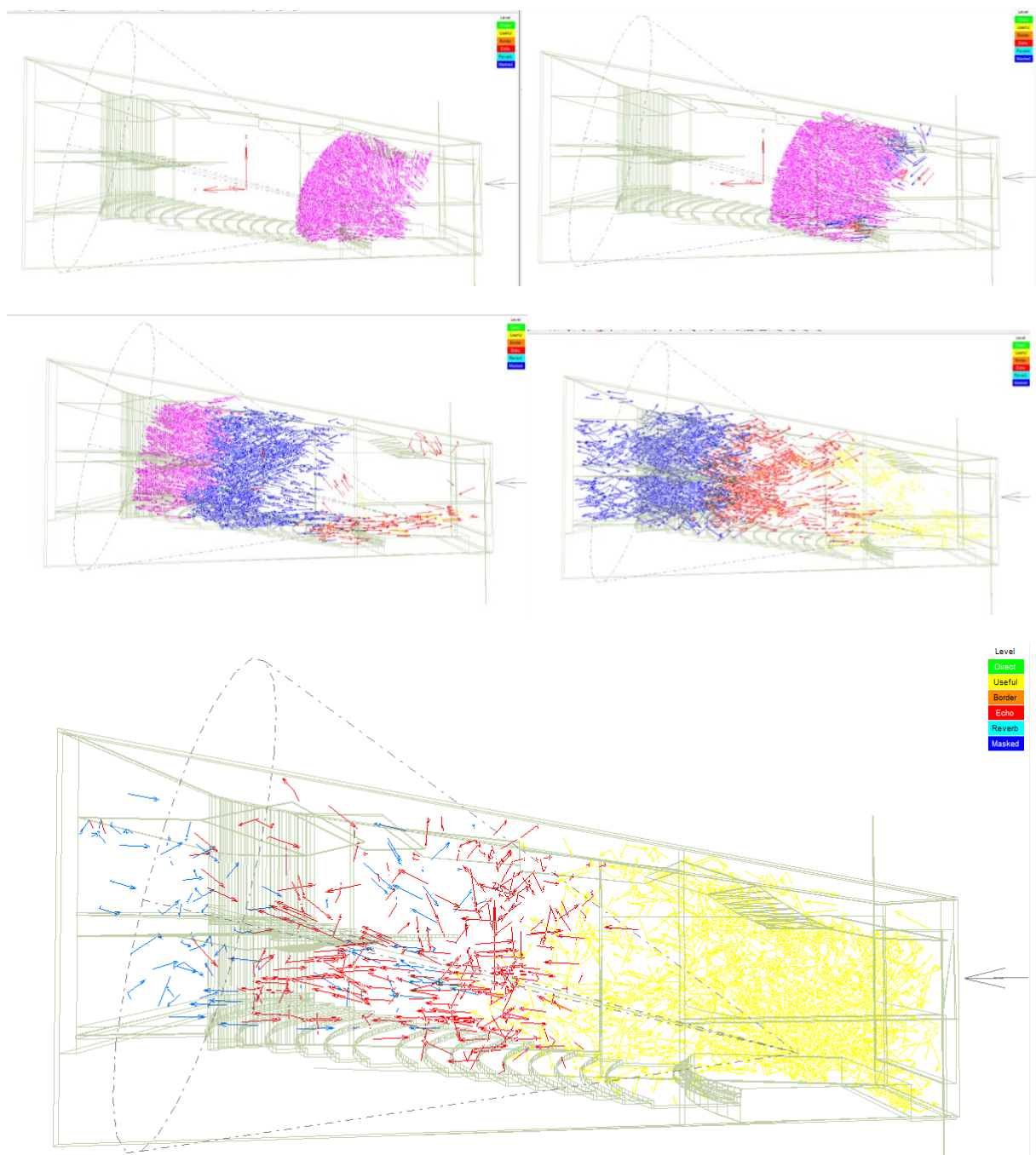


FIGURA 81: Simulação no Ecotect
 Fonte: Acervo do autor, 2017.

Como pode-se perceber, as ondas sonoras chegam a todos os lugares da Sala com reforço, contudo, como não se determinou a absorvência do piso, do forro do palco e dos fundos, nos corredores de acesso, há uma grande reverberação principalmente na área de palco com as ondas que vinham do piso, sendo importante o controle da absorvência dos materiais nessas áreas.

x Reverberação

Quanto à reverberação da sala, mesmo com essa concentração das ondas sonoras no palco, está controlada, já que tanto na frente quanto no fundo da plateia cerca de 40% da superfície

será absorvente. Contudo, a grande quantidade de cadeiras talvez leve a, numa revisão deste projeto, propor mais elementos refletores para projetar melhor a música no ambiente. O relatório da simulação realizada no programa REVERB está nos anexos.

x Isolamento Acústico

Foram calculadas todas as partições da Sala de Concerto de forma a permitir uma previsão da Perda de Transmissão que o sistema suporta. Foram utilizados os resultados já obtidos no item 7.5.1 e acrescentado a cobertura, por também constituir elemento composto.

Cobertura	Laje Maciça	Poliuretano	Telha metálica	Forro de Madeira Compensada
d(kg/m ³)	1900	39	2800	700
Espessura	0,1	0,08	0,004	0,05
M(kg/m ²) _{material}	190	3,12	11,2	35
d(kg/m ²) _{cobertura}	239,32			

TABELA 10: Densidade da Cobertura

Fonte: Acervo do autor, 2017.

Elemento	Área	e (m)	d (kg/m ³)	M (kg/m ²)	PT (dB)	t _i	Área x t _i
Paredes	784,49	0,400	*	718,00	63,03	0,000000	0,000390
Janelas	60,20	0,030	2500,00	75,00	43,41	0,000046	0,002746
Portas	15,76	0,080	625,00	50,00	50,00**	0,000010	0,000158
Cobertura	607,00	0,300	*	239,32	53,49	0,000004	0,002719
Total	1467,45	-	-	1082,32	-	0,00	0,01

*Sistemas compostos, cada material tem sua densidade específica, ver tabelas abaixo

**Utilizada a Porta Acústica Linha Profissional da Vibrasom para efeito de cálculos, cujos valores de PT já estão determinados em Manual Técnico da empresa. Fonte: <https://www.vibrasom.ind.br>

TABELA 11: Perda de Transmissão das Partições Compostas da Sala de Concerto

Fonte: Acervo do autor, 2017

RESULTADO

Frequência (Hz)	442
T_{sala}	0,000004
PT_{sala} (dB)	53,88

Logo, a Perda de Transmissão (PT) composta da sala é de 54dB. Os 55dB pela manhã e os 50dB à noite em áreas predominantemente residenciais definidos pela norma NBR 10.151 continuam sendo respeitados pelo projeto, considerando a média de 90dB. Assim como respeita a norma NBR 10.152 para os ambientes internos, cujo ruído máximo aceito nos ambientes seja em torno de 35 e 45dB.

8.5. MEMORIAL BOTÂNICO

Para a determinação do Memorial Botânico deste projeto, procurou-se por plantas típicas da Caatinga, algumas até ornamentais. A associação da caatinga a um lugar sem vida e sem cor gera uma má compreensão sobre o nosso potencial paisagístico.

Assim como no conceito da edificação, o conceito do projeto paisagístico segue a premissa de valorizar o que é local ou da região em detrimento de espécies muito exóticas.



1. Ipê-Amarelo
(*Tabebuia alba*)
Altura: 6 m a 14 m
Luminosidade: meia sombra ou sol pleno



2. Macambira (*Bromelia laciniosa*)
Altura: 0,4 m até 0,9 m
Luminosidade: sol pleno



3. Aroeira
(*Myracrodruon urundeuva*)
Altura: 5 m a 20 m
Luminosidade: sol pleno



4. Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*)
Altura: 3 m a 8 m
Luminosidade: Sol pleno



5. Mandacaru (*Cereus Jamacaru*)
Altura: 5 m até 10 m
Luminosidade: sol pleno



6. Palma (*Opuntia ficus-indica*)
Altura: 1 m até 3 m
Luminosidade: sol pleno



7. Oiticica (*Licania rigida*)
Altura: 10 m a 30 m
Luminosidade: sol pleno



8. Capim Buffel
(*Cenchrus Ciliaris L.*)
Altura: 0,6 m a 1,5 m
Luminosidade: sol pleno



9. Grama Esmeralda
(*Zoysia Japonica*)
Altura: < 15 cm
Luminosidade: sol pleno



10. Flamboyant (*Delonix Regia*)
Altura: 6 m a 9 m
Luminosidade: sol pleno



FIGURA 82: Implantação e Memorial Botânico
 Fonte: Acervo do autor, 2017.

CONCLUSÃO

Está aqui parte de um longo trabalho de quase um ano. Destaca-se, no entanto, que este não é um trabalho finalizado. Por ter clientes reais, algumas informações, testes e experimentações que a princípio outros não se preocupariam em coletar e definir, era importante para esta parte inicial do trabalho que será continuado. Todos os itens aqui descritos ainda serão melhor desenvolvidos e detalhados.

Este trabalho se propôs a pensar num equipamento cultural que funcionasse como escola de música, casa de espetáculo e local para eventos para a cidade de Pau dos Ferros/RN que respeitasse as limitações da região e que aproveitasse os materiais que a cidade e o terreno dispõem. Ao se propor suprir duas das necessidades da Sociedade Filarmônica Pauferrense – uma sala temporária para funcionarem provisoriamente e a Casa Filarmônica em si – ficou claro a complexidade que é fazer um projeto com conforto acústico, térmico, que seja autossuficiente e de arquitetura passiva, quando as especificações de um às vezes um se contrapõe ao do outro.

Além disso, após esse ano de estudos e experimentações, percebeu-se que ao se testar empiricamente o que se propõe, pode ser que tudo que você pensou tenha que ser substituído. É assustador e um alívio ao mesmo tempo, porque foi descoberta a fragilidade antes de ser executado efetivamente.

Se propor a trabalhar com terra ainda trará muitos desafios e resistência por parte da sociedade e do setor da construção civil, mas é uma área de estudo extremamente carente de dados e de experiências práticas, sendo válido até descobrir se deve mesmo utilizá-lo.

A iniciativa de Antônio de Holanda Cavalcanti, pois, em conjunto à elaboração deste anteprojeto, são ações fundamentais quando não há instrumentos públicos que incentivem a criação de estruturas voltadas para o setor sociocultural em Pau dos Ferros.

Carente de equipamento de interesse social similar na cidade, assim como nas mais de trinta cidades que formam a região, esse projeto

“Eu acho que essa é a particularidade em relação a essa dádiva a essa coisa dele querer dar a oportunidade a quem não tinha. Porque ele tinha o recurso, mas não tinha o dom, então acho que essa era a essência. Ele queria dar a oportunidade àquela pessoa que tinha o valor, mas não tinha a condição financeira” (Domingos Lacerda).

procura mediar interesses da população, da Diretoria da SFP e dos poderes políticos envolvidos, almejando uma arquitetura que priorize a utilização de materiais locais e voltada para as necessidades que o bioclima exige.

Salienta-se, além de tudo, a dimensão coletiva da arte, considerando que esta complementa e amplifica o desenvolvimento intelectual dos indivíduos, lapidando a interação destes com o ambiente social.

Apesar dos tropeços, bem destacados no texto, todo esse processo está sendo de aprendizado, principalmente ao tentar um sistema não convencional de construção. O que ficou claro com toda a pesquisa feita e que continuará a ser desenvolvida para a efetivação desse projeto tão importante para a região é que o semiárido precisa ser melhor compreendido para realmente nos adaptarmos a ele, a convivência com esse espaço geográfico não quer dizer uma luta para extinguir a seca, como Malvezzi (2007) bem destaca. É preciso aprender a adaptar-se de forma inteligente.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT-NBR 9050 (2004): **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT-NBR 10151 (2000): **Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**. Rio de Janeiro: 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT-NBR 10152 (2000): **Acústica – Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro: 1987.
- AZEVEDO, Mariane Brito. Interferência das formas geométricas no projeto acústico das edificações. In: XXI Simpósio Nacional de Geometria e Desenho Técnico, Florianópolis/SC, 2013. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: GRAPHICA'13, 2013.
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. **Plano territorial de desenvolvimento Rural Sustentável do Alto Oeste Potiguar**. Brasília: MDA, 2010.
- COSTA, Cristina Porto. **Quando tocar dói: análise ergonômica do trabalho de violistas de orquestra**. 2003. 136 f., il. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social, do Trabalho e das Organizações) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- CORPO DE BOMBEIROS. **Código de segurança e prevenção contra incêndio e pânico do estado do rio grande do norte**. [Online] Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/cbm/doc/DOC000000000076902.PDF>>. Acesso em 20 de outubro de 2016.
- DANTAS, Joseney R. Querioz. **As cidades médias no desenvolvimento regional: um estudo sobre Pau dos Ferros (RN)**. Natal, 2014. 260p. Tese (Doutorado em Ciências

Sociais) Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

DUARTE, Cristiane Rose de Siqueira; COHEN, R. O Ensino da Arquitetura Inclusiva como Ferramenta par a Melhoria da Qualidade de Vida para Todos. In: **PROJETAR 2003**. (Org.). *Projetar: Desafios e Conquistas da Pesquisa e do Ensino de Projeto*. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003, p. 159-173.

FERREIRA, Ernandes Gomes. Literatura, música erudita e popular no modernismo brasileiro. In: VII Fórum de Pesquisa Científica em Arte. **Anais eletrônicos...** Curitiba, Embap, 2011. 210

GALLUCCI, Mariângela. **Nova Sede do TSE é reprovada no teste de acústica**. 2012. [Online] Disponível em: <<http://politica.estadao.com.br/noticias/geral,nova-sede-do-tse-e-reprovada-no-teste-de-acustica,842565>> Acesso aos 28 de janeiro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **CENSO 2010**: Dados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 ago. 2016.

LIBRELOTTO, L. I. et al.. **A Teoria do Equilíbrio: alternativas para sustentabilidade na construção civil**. DIOESC: Florianópolis, 2012

MALVEZZI, Roberto. **Semi-árido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007.

MINISTÉRIO DA CULTURA. **Cultura em números**: anuário de estatísticas culturais. 2ed. Brasília: MinC, 2010.

MINKE, G. **Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra**. Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, 2001.

MOLITSAS, D. V. A Música Erudita no Mercado Fonográfico Brasileiro Atual: Mitos e Realidades. *Revista D'Art*. Divisão de Pesquisas do Centro Cultural São Paulo, São Paulo, vol. 12, p.38-45, 2005.

NEUFERT, E.; NEUFERT, P. **Arte de projetar em arquitetura**. Barcelona: Gustavo Gili GG, 2004. ISBN 8425219000.

OLIVEIRA, Henry Poncio Cruz de. **ARQUITETURA DA INFORMAÇÃO PERVASIVA: CONTRIBUIÇÕES CONCEITUAIS**. 2013. 203 f. TESE (Doutorado em Ciência da

Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAICÓ. **Plano Diretor de Caicó**. 2006. Disponível em: <<http://cmcaico.rn.gov.br/downloads/pdf>>. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

PROTOLAB. **Tabela de condutividade térmica de materiais de construção**, 2017. Disponível em: <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Condutividade-Material-Construcao.htm>> Acesso aos 22 de novembro de 2017.

RIBAS, Simone Augusta. **Metodologia Científica Aplicada**. Rio de Janeiro: Ed UERJ, 2004

RIO GRANDE DO NORTE. Código de Segurança e Prevenção contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte.

SANTAELLA, Lúcia. (1982). **Arte e cultura: equívocos do elitismo**. São Paulo: Cortez/UNIMEP.

SANTOS, Clarissa. **Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2015.

SCHLINDWEIN, Luciane Maria. As marcas da arte e da imaginação para uma formação humana sensível. **Cad. CEDES**, Campinas, v. 35, n. spe, p. 419-433, dez. 2015.

SIMÕES, Flávio Maia. **PROCEL EDIFICA: Acústica Arquitetônica**. 2011. [Online] Disponível em: <> Acesso aos 29 de janeiro de 2018.

SISTEMAS PREDIAIS. Mercado Brasileiro desperta para o conceito de arquitetura sustentável. **Nova Técnica**. São Paulo, nº 01, Jul / Ago / 2007.

SOUTO, L. V. ; LIMA, D. F. ; BARRETO FILHO, B. F. ; DANTAS, J. R. Q. . O Nordeste e a Escassez de Água: uma abordagem da Microrregião de Pau dos Ferros/RN. In: **XVII ENANPUR** (Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional), 2017, São Paulo/SP. ANAIS XVII ENANPUR, 2017. v. 17. p. 1-16.

SOUZA, Carlos E. de. JOLY, Maria C. L. A importância do ensino musical na Educação Infantil. **Cadernos da Pedagogia**. São Carlos, v. 4 n. 7, p. 96-110, jan./jun. 2010. (BRASIL, 1998, p. 45)

APÊNDICE

SOCIEDADE
FILARMÔNICA
PAUFERRENSE



PRESTAÇÃO DE CONTAS

Data	Material	Destino	Valor
09/05/2017	Revestimento Acústico	João Florêncio de Queiroz	R\$ 5.320,28
10/05/2017	Material Revestimento	Teto Serviços e Comércio	R\$ 960,00
10/05/2017	Ar Condicionados	Windstar	R\$ 2.800,00
10/05/2017	Ar Condicionado	Maré Mansa	R\$ 1.700,00
12/05/2017	Madeira	Anna Laura Raulino Mota	R\$ 226,20
16/05/2017	Material - Obra	Raimundo Rego Queiroz FH	R\$ 980,00
19/05/2017	Porcelanato	A Construtora	R\$ 436,91
19/05/2017	Porcelanato e Argamassa	A Construtora	R\$ 573,11
19/05/2017	Porcelanato e Argamassa	A Construtora	R\$ 573,11
20/05/2017	Instalação Acústica	Otaviano Nonato da Costa	R\$ 1.200,00
24/05/2017	Material - Obra	Depósito São Miguel	R\$ 372,00
25/05/2017	Material de Gerro	José Ricardo Queiroz Pontes	R\$ 275,00
25/05/2017	Gesseiro	Otaviano Nonato da Costa	R\$ 750,00
26/05/2017	Tintas - Obra	Depósito São Miguel	R\$ 150,00
26/05/2017	Pintor	Argival Marcelo de Moraes	R\$ 315,00
27/05/2017	Material - Obra	Depósito São Miguel	R\$ 160,00
29/05/2017	Luminárias, combustíveis, material acústico	Maria Lúcia Pessoa Sampaio	R\$ 1.180,30
30/05/2017	Trabalho na Obra	Francisco Amsterdam Lira	R\$ 825,00
02/06/2017	Material - Obra	Espaço Reduzido Home Center	R\$ 525,00
05/06/2017	Aluguel de andaime - 20 dias	AFC Construções e Serviços	R\$ 190,00
06/06/2017	Material - Obra	A Construtora	R\$ 273,43
12/06/2017	Pedra de Mármore	E M de Queiroz	R\$ 30,00
14/06/2017	Trabalho - Obra	Ivo Holanda Pereira	R\$ 2.600,00
14/06/2017	Trabalho - Obra	Francisco Amsterdam Lira	R\$ 665,88
14/06/2017	Material - Obra	A Construtora	R\$ 27,29
14/06/2017	Tinta - Obra	Depósito São Miguel	R\$ 66,00
19/06/2017	Trabalho - Obra	Francisco Amsterdam Lira	R\$ 2.993,00
19/06/2017	Material - Obra	Raimundo Rego Queiroz FH	R\$ 375,00
22/06/2017	Instalação - Ar	Francisco Sueldo Chaves	R\$ 600,00
23/06/2017	Janelas e Quadro	Aço Design	R\$ 1.986,00
TOTAL			R\$28.555,40

Sala de Concerto

Características da sala

Nome da sala: Sala de Concerto
Uso acústico: Média para Música (Knudsen/Harris)
Volume: 5463 m³
Posição da fonte: Centro de uma parede
Maior distância fonte-ouvinte: 27 m
Temperatura: 25 °C
Umidade Relativa: 70 %

Superfícies de revestimento

Nome	Área (m ²)	Material da superfície	Absorção por banda de oitava (m ²)						
			125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	NRC
Paredes Refletivas	508,3	Reboco de cal, áspero	0,030	0,030	0,030	0,030	0,040	0,070	0,050
Paredes 50% absorvência	240,1	40% absorvente	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,500
Portas Acústicas	15,8	Porta de madeira compensada envernizada (Pérides Silva)	0,050	0,000	0,030	0,000	0,030	0,000	0,000
Janelas	60,2	Vidro duplo, placas de 2-3 mm, espaçamento de 10 mm (SBI)	0,100	0,070	0,050	0,030	0,020	0,020	0,050
Piso	0,0	Vidro com grande superfície	136,782	128,770	128,039	132,048	131,919	131,446	134,188
Cadeiras	520,0	Chapa de acústica macia, diretamente na parede (1) (NBR 12179)	0,030	0,140	0,270	0,400	0,520	0,630	0,350
Piso	607,0	Piso de tábuas de madeira sobre vigas, encerado normal (De Marco)	0,150	0,110	0,100	0,070	0,060	0,070	0,100
Cadeiras	520,0	Cadeira com audiência	0,440	0,600	0,870	0,870	0,820	0,700	0,800
Piso	607,0	Madeira (pinho em tábuas) 25 mm (De Marco)	0,160	0,160	0,130	0,100	0,060	0,060	0,100

Elementos de absorção

Quantidade	Nome do elemento	Absorção por banda de oitava (m ²)						
		125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	NRC

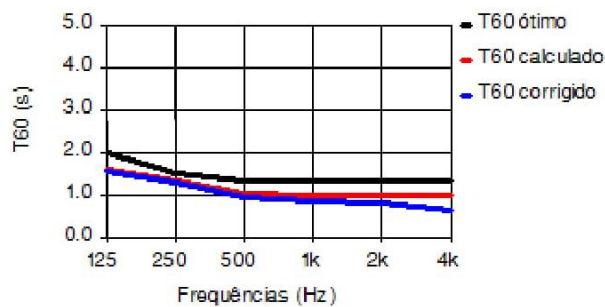
Absorção total

Absorção total por banda de oitava (m²)						
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC
550,7	664,2	847,2	876,7	887,7	903,3	867,9

Tempos de reverberação

Fórmula de cálculo: Sabine

	Tempo de reverberação por banda de oitava (s)						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC
T60 ótimo (s)	2,0	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
T60 calculado (s)	1,6	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	
T60 corrigido (s)	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,6	



Atenuação

Distância da fonte (m)	Atenuação por banda de oitava (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1,0	-11	-11	-11	-11	-11	-11
6,8	-21	-22	-23	-23	-23	-24
13,5	-22	-22	-24	-24	-24	-25
20,3	-22	-23	-24	-24	-25	-25
27,0	-22	-23	-24	-24	-25	-26

