

ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN

NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA



LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE BACHAREL EM ARQUITETURA E URBANISMO

NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA

**ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO
CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN**

NATAL/RN

2023

NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA

**ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO
CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário do Rio
Grande do Norte (UNI-RN) como requisito
final para obtenção do título de Bacharel
em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador(a): Dra. Débora Nogueira
Pinto Florêncio.

NATAL/RN

2023

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN

Setor de Processos Técnicos

Cunha, Nailma Cavalcanti da.

Anteprojeto de uma escola de fundamental II, com ênfase no conforto acústico, em Natal/RN / Nailma Cavalcanti da Cunha. – Natal, 2023.

111 f.

Orientadora: Profa. Dra. Débora Nogueira Pinto Florêncio.

Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

Material possui 10 pranchas.

1. Acústica – Monografia. 2. Acústica arquitetônica – Monografia. 3. Arquitetura escolar – Monografia. 4. Conforto acústico – Monografia. I. Florêncio, Débora Nogueira Pinto. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 72

NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA

**ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO
CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário do Rio
Grande do Norte (UNI-RN) como requisito
final para obtenção do título de Bacharel
em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em: 27/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a). Dra. Débora Nogueira Pinto Florêncio

Orientador

Prof.(a). Me. André Felipe Moura Alves

Membro interno

Arq.e Urb. Me. José Eugenio Silva de Moraes Júnior

Membro externo

Dedico este trabalho ao meu tio Airton, e aos meus avós, Alberto Cavalcanti e Ilma Rosa, que estão em festa ao lado de Deus, pois sempre me cativaram de todo amor possível e sonharam comigo o sonho de ser Arquiteta.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me proporcionado mais essa conquista. À minha amada mãe Lúcia de Fátima, por quem sou imensamente grata, uma mulher forte que sempre incentivou minhas escolhas, esforçando-se junto a mim, para que eu realizasse todos os meus sonhos.

Agradeço de todo o coração ao meu namorado, Dinarte Santos, por sempre ter estado ao meu lado e acreditado no meu potencial, por ter me apoiado todos os dias e me dar força e serenidade nas horas que precisei, suportando meus dramas e momentos de desespero, sem ele tenho certeza que a trajetória até aqui teria sido muito mais difícil, obrigada por todo companheirismo, paciência e amor. Eu te amo!

Agradeço a professora Débora Florêncio, uma inspiração nesta área tão complexa do Conforto Acústico a qual me encontrei através da graduação Arquitetura, obrigada por toda dedicação em suas orientações prestadas na elaboração deste trabalho, incentivando-me a cada etapa e dispondo todo o conhecimento possível. Agradeço também a todos os professores do curso de Arquitetura e Urbanismo do UNI/RN que enriqueceram meu processo de aprendizado, me dando a oportunidade de ser uma profissional de excelência, em especial a professora Miss Lene, que fez parte do meu dia a dia nesse processo, e vivenciou pessoalmente no estágio cada drama dos seus alunos e compartilhou do seu conhecimento sempre que possível.

Agradeço ao membro interno da banca, o professor André Alves que se dispôs a prestar orientações e auxiliar nas dúvidas, e ao membro externo da banca, o mestre em acústica, José Eugênio, que se esforçou de forma inexplicável e inspiradora, com suas sete páginas de comentário (ô susto), para que eu pudesse ter os melhores direcionamentos possíveis na finalização do meu TCC, me motivando mais ainda a seguir na área do conforto acústico.

Agradeço aos meus familiares que acompanharam de perto minha trajetória e auxiliaram nas horas de estresse e angústia, dando suporte e me doando momentos de conversas e risadas, principalmente minha prima e irmã de coração, Ilmara Cavalcanti, que me ajudou com suas habilidades bilíngues quando precisei.

Agradeço aos meus amigos, em especial minha companheira de estágio e amiga que a faculdade me proporcionou, Paolla Pessoa, que vivenciou e dividiu comigo os momentos de angústia durante esse ano de muitas dificuldades. Agradeço a Geseane Leopoldino, nossa Gese, que estava sempre lá com seu coração de mãe, nos aconselhando e auxiliando sempre que precisávamos. Agradeço também a minha amiga Maria Eduarda Oliveira, que sempre compartilhava as loucuras do dia a dia (ou fofocas) desde a 5h da manhã, além de inúmeros memes no Instagram, tornando meus dias mais animados.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu trabalho ou cruzaram essa trajetória difícil, árdua, com altos e baixos, mas gratificante, por eu ter conseguido chegar até esse momento, que não se trata apenas do fim da graduação, mas do início de uma nova jornada.

A arquitetura é a arte que determina a identidade do nosso tempo e melhora a vida das pessoas.

Santiago Calatrava

RESUMO

O ruído é considerado um problema de saúde pública, pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a segunda maior causa de poluição do mundo, além de estar presente 24 horas na rotina do ser humano. Em um contexto geral da arquitetura escolar, no ambiente de sala de aula, a alta intensidade do ruído pode dificultar e retardar o aprendizado. Essa exposição constante ao ruído no ambiente de ensino pode gerar consequências como, por exemplo, a baixa produtividade, estresse e perda do sono aos alunos. Ao avaliar a importância do conforto acústico nesses espaços, tem-se que o planejamento prévio, a fim de evitar os problemas relacionados ao comportamento das ondas sonoras, é mais eficaz do que soluções para os corrigir. Dessa forma, o presente trabalho possui como objetivo geral propor o anteprojeto de uma escola voltada ao fundamental II (6° a 9° ano), para a cidade de Natal, Rio Grande do Norte (RN), com ênfase no conforto acústico. Neste contexto, os procedimentos metodológicos se deram por meio da coleta e análise de dados a respeito dos fatores acústicos, tais como isolamento, condicionamento e influência do ruído na qualidade de vida e no ambiente escolar. Assim como também a realização de pesquisas sobre referencial de projeto, legislação vigente, e a análise físico-ambiental do terreno trabalhado, localizado no bairro de Ponta Negra. Por fim, com a concepção do projeto, se realizou a análise técnica acústica dos ambientes projetados, especificamente sala de aula, biblioteca e auditório, por meio do cálculo de reverberação em bandas de oitava, com base na equação de Sabine, para então realizar os respectivos projetos acústico, fazendo uso de um layout e design atrativo relacionados a materiais que auxiliam no condicionamento acústico dos espaços, tendo como principal foco a qualidade da inteligibilidade da fala. Por fim, os resultados alcançaram ambientes com um conforto acústico de qualidade, levando em consideração o tempo de reverberação (TR) da palavra fala, associados a um design único, por meio do uso de cores e integração com áreas verdes.

Palavras-chave: Acústica; Acústica arquitetônica; Arquitetura escolar; Conforto acústico.

ABSTRACT

Noise is considered a public health problem by the World Health Organization (WHO), the second largest cause of pollution in the world, in addition to being present 24 hours in the routine of the human being. In a general context of school architecture, in the classroom environment, the high intensity of noise can hinder and delay learning. This constant exposure to noise in the teaching environment can generate consequences such as low productivity, stress and sleep loss to students. When evaluating the importance of acoustic comfort in these spaces, prior planning, to avoid problems related to the behavior of sound waves, is more effective than solutions to correct them. Having as general objective to propose the preliminary project of a school focused on the fundamental II (6th to 9th grade), for the city of Natal, Rio Grande do Norte (RN), with an emphasis on acoustic comfort. The methodological procedures consisted of the collection and analysis of data regarding acoustic factors, such as isolation, conditioning and influence of noise on quality of life and the school environment. As well as conducting research on project reference, current legislation, and the physical-environmental analysis of the land to be worked, located in the neighborhood of Ponta Negra. Finally, after the design elaboration, the technical analysis of the acoustics of the projected environments will be performed through the calculation of reverberation in octave bands, using the Sabine equation, to then carry out the respective acoustic projects, using an attractive layout and design related to materials that help in the acoustic conditioning of spaces, with the main focus being the quality of speech intelligibility. Finally, the results achieved environments with quality acoustic comfort, taking into account the reverberation time (RT) of the spoken word, associated with a unique design, through the use of colors and integration with green areas.

Keywords: Acoustic; Architectural acoustics; School Architecture; Acoustic Comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Produção de regiões de compressão e rarefação nas ondas sonoras ..	24
Figura 2 — Processo de captação do som nos seres humanos	25
Figura 3 — Delimitação da audição dos seres humanos.....	26
Figura 4 — Relação do som com o sistema auditivo	26
Figura 5 — Ruído Carregador por ar e estrutura	28
Figura 6 — Comparação entre salas com baixa e alta absorção sonora	31
Figura 7 — Circulação interna	36
Figura 8 — Ligação entre circulações	36
Figura 9 — Teto das salas de aula	37
Figura 10 — Sala Multiuso	37
Figura 11 — Sala de Aula	38
Figura 12 — Escola 9 Salas: Fachada	39
Figura 13 — Escala de cores do Projeto	39
Figura 14 — Setorização: Projeto 9 Escolas	42
Figura 15 — Salas de Aula.....	43
Figura 16 — Biblioteca	43
Figura 17 — Sala Multiuso	44
Figura 18 — Colégio Positivo: Fachada Lateral.....	45
Figura 19 — Entrada da Escola.....	45
Figura 20 — Colégio Positivo	46
Figura 21 — Biblioteca	47
Figura 22 — Pátio Central	47
Figura 23 — Arquibancadas-baú.....	49
Figura 24 — Composição das manchas de cor na biblioteca	49
Figura 25 — Composição do Espaço	50
Figura 26 — Universo de estudo	52
Figura 27 — Secção do mapa sonoro diurno da Região Administrativa Sul	53
Figura 28 — Topografia do terreno de projeto.....	54
Figura 29 — Perfis Topográficos	55
Figura 30 — Terreno de projeto	55
Figura 31 — Rosa dos Ventos	56
Figura 32 — Estudo da insolação nas faces do terreno projetual	57

Figura 33 — Recuos estabelecidos pelo Plano Diretor de Natal	59
Figura 34 — Área de manobra no banheiro acessível.....	62
Figura 35 — Corrimão em rampas	63
Figura 36 — Corrimão em escada.....	64
Figura 37 — Medida da largura em corredores e passagens	67
Figura 38 — Mapa de uso e ocupação.....	68
Figura 39 — Mapa de gabarito.....	69
Figura 40 — Mapa viário	70
Figura 41 — Fluxograma.....	74
Figura 42 — Organograma.....	75
Figura 43 — Zoneamento inicial: Pav. Térreo	76
Figura 44 — Zoneamento inicial: Pav. Superior	76
Figura 45 — Zoneamento Final: Pav. Térreo	77
Figura 46 — Zoneamento Final: Pav. Superior.....	77
Figura 47 — Setorização final: Pav. Térreo	78
Figura 48 — Setorização final: Pav. Superior	79
Figura 49 — Planta de Recuos	80
Figura 50 — Pavimento Térreo	81
Figura 51 — Planta Técnica: Pav. Superior.....	83
Figura 52 — Corte A	84
Figura 53 — Corte B	84
Figura 54 — Corte C	85
Figura 55 — Detalhe claraboia.....	85
Figura 56 — Corte D	86
Figura 57 — Fachada principal	86
Figura 58 — Fachada posterior	86
Figura 59 — Simulação da reflexão dos sons nas paredes	88
Figura 60 — Cálculo do tempo de reverberação da sala de aula com tratamento acústico.....	89
Figura 61 — Tempo de Reverberação com tratamento acústico	90
Figura 62 — Planta de forro: Sala de Aula	90
Figura 63 — Corte transversal: Sala de Aula.....	91
Figura 64 — Perspectiva Sala de Aula.....	91
Figura 65 — Cone visual da pessoa sentada (Dimensões em metro)	92

Figura 66 — Corte transversal: Auditório.....	93
Figura 67 — Reflexão de espelho	93
Figura 68 — Distanciamento entre fileiras	94
Figura 69 — Cálculo do tempo de reverberação do auditório com tratamento acústico.....	95
Figura 70 — Tempo de reverberação do auditório com tratamento acústico	95
Figura 71 — Planta de forro do auditório	96
Figura 72 — Perspectiva 01	97
Figura 73 — Perspectiva 02	97
Figura 74 — Perspectiva 03.....	97
Figura 75 — Planta baixa: biblioteca	98
Figura 76 — Cálculo do tempo de reverberação da sala de aula com tratamento acústico.....	100
Figura 77 — Tempo de Reverberação com tratamento acústico	100
Figura 78 — Perspectiva 01	101
Figura 79 — Perspectiva 02	101
Figura 80 — Estações individuais de estudo	102
Figura 81 — Fachada Principal	103
Figura 82 — Fachada Principal	103
Figura 83 — Fachada lateral: Vagas para estacionamento	104
Figura 84 — Fachada lateral: acesso de serviço	104
Figura 85 — Fachada Posterior.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Valores de referência para ambientes internos de uma edificação	31
Tabela 2 — Cálculo de viabilidade do terreno.....	59
Tabela 3 — Dimensões Mínimas de Ambientes voltados ao espaço escolar.....	60
Tabela 4 — Dimensionamento de rampas.....	63
Tabela 5 — Programa de necessidade e Pré-Dimensionamento.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Exemplos de fontes internas e externas de ruídos.....	28
Quadro 2 — Setorização.....	41
Quadro 3 — Síntese dos estudos de referenciais	51
Quadro 4 — Horário da incidência solar nas fachadas da edificação	58
Quadro 5 — Lei Complementar N 055/00: Relação das edificações que geram tráfego (Escola de 1° grau)	61
Quadro 6 — Exigência conforme área construída e gabarito	65
Quadro 7 — Relação dos tipos de Incêndio com o respectivo extintor	66
Quadro 8 — Relação das características dos referenciais aplicadas	72
Quadro 9 — Relação de materiais utilizados: Sala de aula	89
Quadro 10 — Relação de materiais utilizados: Auditório	94
Quadro 11 — Relação de materiais utilizados: Biblioteca	99

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1. ARQUITETURA ESCOLAR	21
2. ACÚSTICA ARQUITETÔNICA	23
2.1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DO SOM	24
2.2. ISOLAMENTO ACÚSTICO	27
2.2.1. Tempo de Reverberação	29
2.3. CONDICIONAMENTO ACÚSTICO	30
3. CONFORTO ACÚSTICO NO AMBIENTE ESCOLAR	32
4. REFERENCIAL EMPÍRICO	35
4.1. REFERENCIAL DIRETO	35
4.1.1. Marista de Natal: Maristinha	35
4.2. REFERENCIAL INDIRETO	38
4.2.1. Projeto Padrão Escola 9 Salas	39
4.2.2. Colégio Positivo Internacional	44
4.2.3. Escolas que inovam	48
4.2.4. Síntese	50
5. CONDICIONANTES PROJETUAIS	52
5.1. UNIVERSO DE ESTUDO	52
5.2. CONDICIONANTES AMBIENTAIS E FÍSICOS	54
5.3. CONDICIONANTES LEGAIS	58
5.3.1. Plano Diretor de Natal	58
5.3.2. Código de Obras e Edificações do Município de Natal	60
5.3.3. NBR 9050/2020: Acessibilidade em Edificações	61
5.3.4. Instrução técnica de segurança contra incêndio e pânico	65
5.4. ANÁLISE DO ENTORNO IMEDIATO	67

6.	PROPOSTA PROJETUAL	71
6.1.	CONCEITO E PARTIDO	71
6.2.	PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	71
6.3.	FLUXOGRAMA E ORGANOGRAMA	74
6.4.	ZONEAMENTO E SETORIZAÇÃO: EVOLUÇÃO DA PROPOSTA	75
7.	O PROJETO: ESCOLA DE FUNDAMENTAL II COM ÊNFASE EM CONFORTO ACÚSTICO	80
7.1.	CORTES E FACHADAS.....	84
7.2.	SOLUÇÕES PROJETUAIS	87
7.2.1.	Sala de Aula 02	87
7.2.2.	Auditório	91
7.2.3.	Biblioteca	98
7.3.	VOLUMETRIA.....	102
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

1. INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizado na área de Arquitetura e Urbanismo, a partir de uma abordagem temática a respeito da arquitetura escolar, possui como foco o conforto acústico nos ambientes de aprendizagem, principalmente em salas de aula.

Aborda-se que a depender da intensidade de ruído no ambiente, as salas de aula podem se tornar um espaço que dificulta o aprendizado, por ocasionar a falta de concentração e baixa produtividade. Essa exposição intensa ao ruído pode ocasionar consequências severas como perda da audição, estresse, hipertensão e perda do sono (BISTAFA, 2018). Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), o ruído é considerado um problema de saúde pública. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 10152 (ABNT, 2020), se prevê como aceitável para salas de aula um ruído ambiente de 35 dB.

No ambiente de ensino, o aluno se submete a dois tipos de estímulos, primeiro, a voz do professor, ao qual o aluno deverá direcionar toda a sua atenção e o secundário, que é o ruído competitivo, o qual o aluno deverá ser capaz de negligenciá-lo para que a mensagem principal seja compreendida corretamente (DREOSSI, Raquel; MOMENSOHN-SANTOS, Teresa, 2005, p.253).

Sendo assim, tem-se que “reverberação e ruído em excesso interferem com a inteligibilidade da fala, resultando na redução do entendimento” (SEEP, Benjamin et al., 2002). Essa interferência na fala se dá pelo efeito do mascaramento, que consiste na sobreposição de sons, dificultando sua identificação, onde o som de maior intensidade sobrepõe-se ao de menor intensidade (PAGIANO, 2006).

Com isso, tendo em vista que o conforto acústico do espaço é um fator condicionante para a qualidade de ensino no âmbito escolar, o presente estudo se justifica pela necessidade de pesquisas a respeito de soluções e inovações acústicas para as salas de aula, além da necessidade de compreensão do quão benéfico pode ser uma escola projetada com foco em soluções acústicas integradas a um design atual e funcional.

Além disso, justifica-se também pelo concurso estudantil de Acústica Conrado Silva, o III CACS, realizado durante o SOBRAC 2023, XXX Encontro da sociedade

Brasileira de Acústica, onde o tema deste ano se tratava do projeto de uma edificação escolar voltada ao fundamental II, onde visava-se realizar o projeto acústico de três ambientes, sendo eles: biblioteca, auditório e sala de aula.

Dessa forma, o presente trabalho adota o seguinte problema de pesquisa: como desenvolver o anteprojeto de uma escola com eficiência acústica comprovada, para que sirva como parâmetro a projetos similares? Possuindo como objetivo geral propor o anteprojeto de uma escola voltada ao fundamental II (6° a 9° ano), para a cidade de Natal/RN, com condicionamento acústico adequado.

Para isso, tem-se como objetivos específicos:

- Compreender como as demandas acústicas interferem ou influenciam na concepção de um projeto de arquitetura;
- Propor um espaço funcional e atrativo a todos os usuários;
- Projetar o ambiente visando ser uma ferramenta auxiliar do ensino;
- Correlacionar o design de interiores com soluções acústicas.

Diante desse contexto, o processo metodológico se dará em quatro etapas, sendo elas: a elaboração do referencial teórico, através de pesquisas e revisões bibliográficas para compreensão dos efeitos do ruído ao ser humano, através de bases teóricas como, por exemplo, o livro de Sylvio Bistafa, *Acústica Aplicada ao Controle do Ruído* (2018) e o livro de Doris Kowaltowski, *Arquitetura Escolar: O Projeto do Ambiente de Ensino* (2011).

A segunda relacionada ao referencial de projeto, onde apresentam-se estudos diretos e indiretos de projetos arquitetônicos com mesmo cunho temático, para auxiliar no processo criativo; a terceira corresponde os condicionantes projetuais, ou seja, compreensão do entorno e fatores físicos, ambientais e legais que afetam o lote de projeto; e por fim, a etapa da proposta arquitetônica, apresentando o resultado do projeto escola.

Sendo assim, esse trabalho se dispõe em sete capítulos. No primeiro, introduz-se o tema de *Arquitetura Escolar*, abordando as técnicas de ensino possíveis de serem adotadas na etapa do desenvolvimento projetual, dando ênfase a metodologia de Montessori, a qual será abordada no projeto.

No segundo e terceiro capítulo, abordam-se os aspectos da Acústica Arquitetônica e do Conforto Acústico no Ambiente Escolar. Os mesmos tratam da conceituação teórica do som e ruído, do isolamento e condicionamento acústico no ambiente com base nas legislações pertinentes, e análise a respeito da influência do excesso de ruído no ambiente de ensino, principalmente em salas de aula.

No quarto capítulo, se insere o Referencial Empírico, ou seja, a abordagem de projetos a serem utilizados como base para o desenvolvimento do trabalho, que se configuram de acordo com a proposta, sendo utilizado como forma de inspiração na etapa de criação.

Para o quinto capítulo, dá-se início ao contexto de projeto, nele serão abordados os Condicionantes Projetuais, voltadas aos aspectos físico-ambientais, com a análise do entorno do lote de projeto, e legislação aplicada a tipologia projetual. Já no sexto capítulo, se dá a Proposta Projetual, esse se põe a apresentar todo o desenvolvimento do trabalho, desde seu conceito e partido, até o produto final. E por fim as Considerações Parciais, capítulo sete do trabalho, apresentando as conclusões de pesquisa e resultados.

1. ARQUITETURA ESCOLAR

A arquitetura escolar está relacionada ao desempenho acadêmico, ou seja, a relação dos elementos arquitetônicos do ambiente de ensino com o nível de aprendizado dos alunos (KOWALTOWSKI, 2011). A depender do projeto arquitetônico, podem-se obter diferentes graus de interação com o espaço construído (MINATO et al., 2019, p.67).

A arquitetura escolar e a satisfação do usuário em relação à qualidade do ambiente estão diretamente ligadas ao conforto ambiental, que inclui os aspectos térmico, visual, acústico e funcional proporcionados pelos espaços externos e internos (KOWALTOWSKI, 2011, p. 111).

Doris Kowaltowski (2011) explica que o conforto ambiental se trata de uma parceria do ambiente físico, desde as características do local ao seu uso, com os usuários do espaço, cujo comportamento também deve ser estudado. Outro fator relevante ao espaço escolar, é a funcionalidade, “no âmbito nacional, são raras as avaliações funcionais quanto aos aspectos de adequação dos espaços e equipamentos apropriados às atividades previstas pela metodologia de ensino adotada” (KOWALTOWSKI, 2011, p. 121).

No entanto, ressalta-se que “os espaços escolares não são somente locais de ensino, mas também são elementos fundamentais no processo de criação da personalidade e no crescimento intelectual” (MINATO et al., 2019, p.67).

Disso decorre que a formação da personalidade humana depende das oportunidades de experienciar, de tatear, de aprender e de criar — o lúdico, o tempo livre, a interação criança/criança, os projetos de descoberta ou criação assumem um papel essencial no desenvolvimento infantil amplo. Com efeito, a escola assume a função precípua de formar necessidades humanizadoras, que mobilizem para atividades significativas e envolventes (BISSOLI, 2005, p. 65).

A respeito das metodologias de ensino, “o cenário da educação vem sofrendo grandes transformações nas últimas décadas; em especial, as concepções e técnicas de ensino têm sido questionadas” (PAIVA et al., 2016, p. 145). Sendo assim, com o desenvolvimento desse cenário, surgem novas compreensões de ensino e propostas alternativas para sua operacionalização, como, por exemplo, as metodologias: Montessori, Freiriano, Construtivista, Freinet e Ativas.

No presente trabalho, com intuito de inovar os padrões de *layout* arquitetônico das escolas, serão abordadas as diretrizes da metodologia Montessoriana. Diferente da pedagogia tradicional, baseada na exposição oral dos conteúdos, a Montessoriana se põe a firmar uma relação pessoa-ambiente-aprendizagem, uma pedagogia com mais de 100 anos, que parte do princípio de estimular a criança a buscar o conhecimento de forma individual, de modo a possuir liberdade em suas escolhas (MINATO et al., 2019).

De acordo com Minato (2019), para que tal processo seja realizado, os educadores devem se colocar de forma a guiar as crianças, buscando a realização do desenvolvimento de maneira lúdica, socializando com os ambientes e colegas de turma, fazendo uso do edifício para contribuir no processo.

Em função disso justifica-se a importância do estudo a respeito do emprego da arquitetura no âmbito escolar, demonstrando o quanto ela pode influenciar e motivar a aprendizagem das crianças e como novas linhas pedagógicas podem oferecer um ensino inovador, desta forma possibilitando transformar a educação em um instrumento que proporciona mais interesse e prazer por meio dos usufruidores, tendo por objetivo principal, analisar a arquitetura escolar, aliada ao método de ensino montessoriano, como promotores de uma educação de qualidade com atributos originais e alternativos.

Para uma escola associada a esta abordagem, a arquitetura, o espaço físico, se torna um aspecto indispensável que “(...) exerce influência sob seus usuários por meio de uma linguagem não verbal, a linguagem do espaço” (ALVARES, 2018, p. 40). Dessa forma, se apresenta aos usuários como forma de indicar valores, estilo de vida, controlar a proximidade de outros, provoca impacto direto e simbólico sobre seus ocupantes, facilitando e/ou inibindo comportamentos (ALVARES, 2018). Essa realidade se dá pela configuração dos ambientes apresentada por essa metodologia, com base no uso das cores, materiais e mobiliários, a adoção do lúdico.

As cores influenciam o ser humano e seus efeitos, tanto de caráter fisiológico como psicológico, intervêm em nossa vida, criando alegria ou tristeza, exaltação ou depressão, atividade ou passividade, calor ou frio, equilíbrio ou desequilíbrio, ordem ou desordem, etc. (FARINA; PEREZ; BASTOS; 2006, p. 2).

Em relação aos aspectos da arquitetura de interiores:

Em Montessori, encontramos os fundamentos que fazem com que nos preocupamos em organizar o ambiente escolar utilizando mesas e cadeiras

proporcionais ao tamanho das crianças, em mantermos os materiais pedagógicos em prateleiras à altura delas, de termos pias, tanques de lavar roupa, fogões e outros utensílios domésticos em tamanho menores para que elas possam brincar, imitando assim o ambiente familiar (PESSOA, 2017, p. 323).

Além disso, é um espaço que preza pela organização e necessidade de concentração e silêncio para que se realizem as atividades de forma satisfatória (MINATO et al., 2019), ou seja, ruídos internos e/ou externos interferem de forma direta, sendo necessário um planejamento acústico prévio para execução de projetos dentro dessa temática. A cerca disto, Vera Lagoa (1981, p. 32-33) reflete quanto à caracterização do ambiente, que deve ser:

- Proporcional ao tamanho da criança, permitindo ao aprendiz mover-se acertadamente;
- Limitado, evitando estímulos aos quais a criança não possa responder de maneira válida;
- Simples, eliminando tudo aquilo que possa confundir o aprendiz;
- Modificável, favorecendo o ajuste aos interesses do momento;
- Ordenado, informando a criança sobre o local exato de cada objeto, de maneira a levá-la a prescindir da informação do adulto;
- Atraente e calmo.

Dessa forma, tem-se um ambiente, que visa desenvolver o intelectual, emocional, físico e social das crianças, propondo um ambiente integrado que favorece o relacionamento entre os usuários. E por fim, a metodologia Montessori ressalta o professor como orientador dos alunos, uma ferramenta de guia, que oferece liberdade de escolha e independência aos seus alunos (MILARSKI, 2007).

2. ACÚSTICA ARQUITETÔNICA

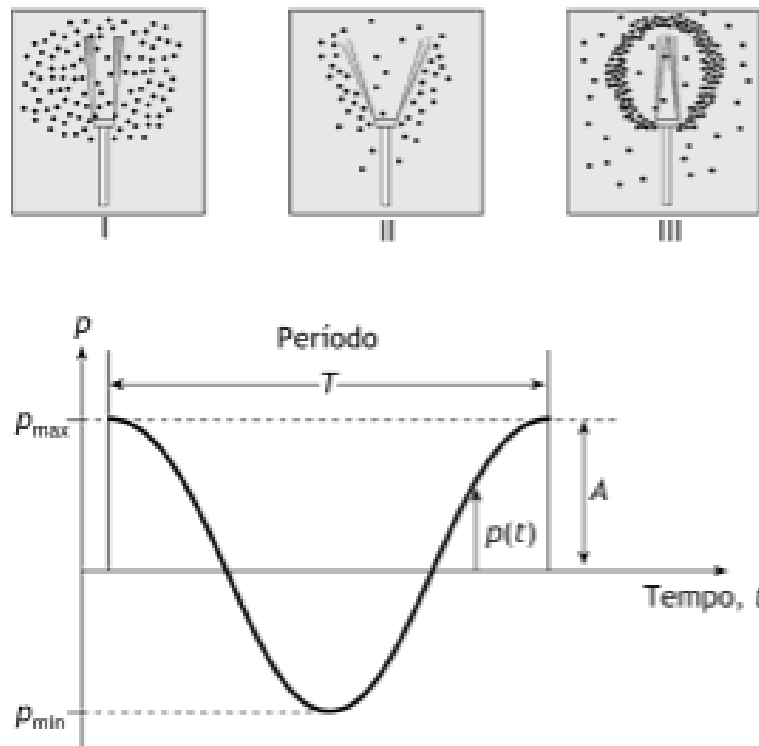
A acústica arquitetônica consiste na relação do som com o ambiente edificado, para isso, neste item serão apresentados os agentes que norteiam essa esfera do conforto acústico, como a introdução dos conceitos fundamentais do som. Além disso, apontam-se as diretrizes do isolamento e condicionamento acústico do ambiente e os fatores que os influenciam.

2.1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DO SOM

Na acústica são inúmeros os termos utilizados na análise de um ambiente ou na descrição dos efeitos sonoros, entre os principais conceitos, é indispensável o conhecimento da diferença entre a definição de som e ruído, uma linha tênue se difere pela sensação que ocasionada à audição (BISTAFA, 2018, p.17).

A respeito do som, trata-se de uma forma de energia que é transmitida pela colisão das moléculas do meio, umas contra as outras, sucessivamente, “é toda vibração mecânica gerada por um corpo vibrante, passível de ser detectada pelo ouvido humano” (PANIAGO, 2006, p.15). Portanto, o som pode ser representado por uma série de compressões e rarefações do meio em que se propaga, a partir da fonte sonora (Figura 1).

Figura 1 — Produção de regiões de compressão e rarefação nas ondas sonoras



Fonte: BISTAFA (2018), editada pela autora.

Em repouso (I), o diapasão está cercado pelas partículas do ar, e a pressão local é a pressão ambiente. Quando os braços do diapasão se afastam (II), as partículas do ar se aglomeram, chocando-se umas com as outras, gerando compressão. Quando os braços do diapasão se aproximam (III), é criada uma região com menor número de partículas do que o normal; além disso, elas se acham mais afastadas umas das outras, gerando rarefação. O movimento

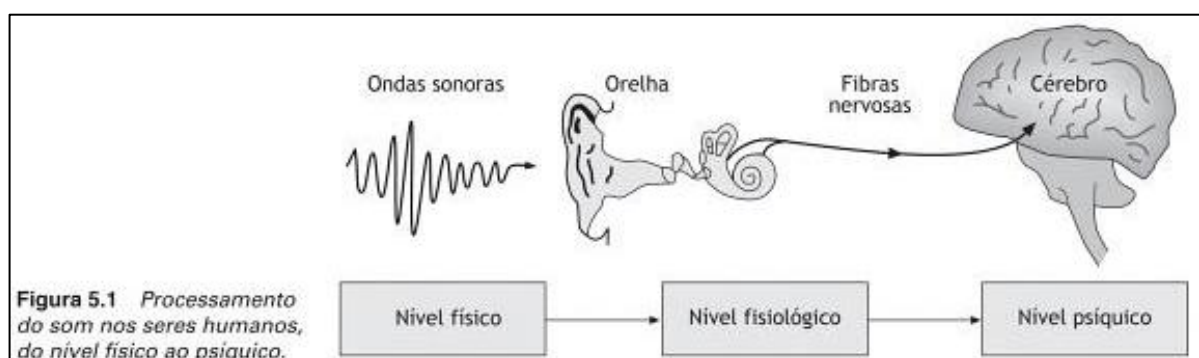
vibratório do diapasão provoca então compressões e rarefações cíclicas, com aumentos e reduções locais da pressão ambiente (BISTAFA, 2018, p.19).

O som requer um meio qualquer para se propagar (sólido, líquido ou gasoso), em velocidade diretamente proporcional à densidade do meio, não se propagando no vácuo (PANIAGO, 2006; CARVALHO, 2010). No ar, a 20°C e ao nível do mar, a velocidade de propagação é de 343 m/seg, a mesma é diretamente proporcional à temperatura, à umidade, não sofre influência da pressão atmosférica e não varia com a frequência.

De acordo com Gerges (2000) e Paniago (2006), a partir de uma fonte pontual, o som se propaga em todas as direções, ou seja, em forma de ondas esféricas, que “são os resultados das oscilações de moléculas do meio de propagação em torno de suas posições de equilíbrio” (PANIAGO, 2006, p.15). Entretanto, dependendo da fonte sonora, pode haver uma maior concentração de energia em um determinado sentido, evidenciando-se assim seu direcionamento.

Bistafa (2018), afirma que o processo de captação do som se dá quando o seu nível físico, na forma de ondas sonoras, é captado, processado e codificado em nível fisiológico pela orelha, enviadas ao cérebro pelas fibras nervosas auditivas (Figura 2). Ainda afirma, que em nível psíquico, o cérebro interpreta as informações recebidas e determina seu significado e importância.

Figura 2 — Processo de captação do som nos seres humanos

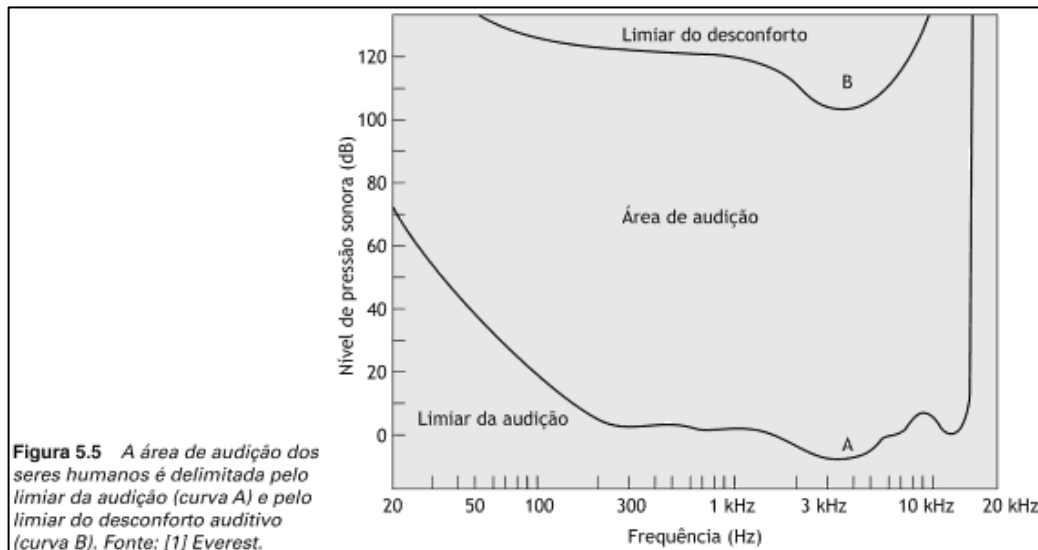


Fonte: Acústica aplicada ao controle de ruídos (BISTAFA, 2018).

Para o ser humano, tem-se os chamados limiar da audição e limiar da dor, ou seja, a pressão acústica mais baixa percebida pelo homem e a mais alta suportada pelo sistema auditivo, respectivamente. Sendo assim, apresenta-se uma delimitação entre 20mPa (limiar da audição) e 200mPa (limiar da dor), onde é importante ressaltar

que a faixa de frequência percebida pelo ouvido humano se encontra entre 16Hz até 16.000Hz (BISTAFA, 2018) (Figura 3).

Figura 3 — Delimitação da audição dos seres humanos.



Fonte: Acústica aplicada ao controle de ruídos (BISTAFA, 2018).

Em relação a pressão sonora, o limiar diferencial é de aproximadamente 1 dB, sendo para níveis sonoros baixos, em torno de 30-40 dB, nas médias e altas frequências. Já para sons de níveis sonoros elevados é de apenas 1/3 – 1/2 dB, em quaisquer frequências (BISTAFA, 2018).

Figura 4 — Relação do som com o sistema auditivo



Fonte: Acústica aplicada ao controle de ruídos (BISTAFA, 2018).

Em relação ao ruído, Sylvio Bistafa (2018) explica que além de considerado como som indesejável, em geral de conotação negativa, se insinua um julgamento que depende do contexto. Mas do que se trata o indesejável? A diferença do ruído e

do som está na forma que sua grandeza física se caracteriza, ou seja, por grandezas físicas e psicoacústicas, como apresentado na Figura 4.

Uma vez interferindo no bom andamento das atividades, nos objetivos dos espaços, prejudicando a função do ambiente, o som pode ser considerado ruído, independentemente do seu espectro. Portanto, algumas questões subjetivas, como a atenção do receptor, incluem-se nessa definição, pois, em razão dela, o grau de incômodo causado será maior ou menor (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA, 2012).

Sendo assim, a classificação em som ou ruído não se trata apenas de um conceito teórico, mas também da sensação de cada pessoa, podendo ser subjetivo ou não, como, por exemplo o som de uma bateria instrumental, que pode ser aceitável para o músico, mas desagradável a um vizinho.

Dessa forma, observa-se que a reação das pessoas ao ruído dependerá de fatores como audibilidade, tonalidade, características espectrais, hora de ocorrência, duração, o que torna variável e complexa a avaliação de problemas de acústica (BISTAFA, 2018).

Na arquitetura não é diferente, para se determinar um laudo de um espaço, é necessário um acervo de informações complementares, como:

Identificar os sons e as atividades que interferem no projeto, bem como o projeto se insere no local sem prejudicá-lo acusticamente, requer o levantamento e a análise de dados relacionados às atividades e à ocupação do solo, à localização e às características das ruas, estradas e vias, a conformação topográfica, ao posicionamento e às características de edificações vizinhas, às áreas diretamente sensíveis ao projeto [...] (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA, 2012).

2.2. ISOLAMENTO ACÚSTICO

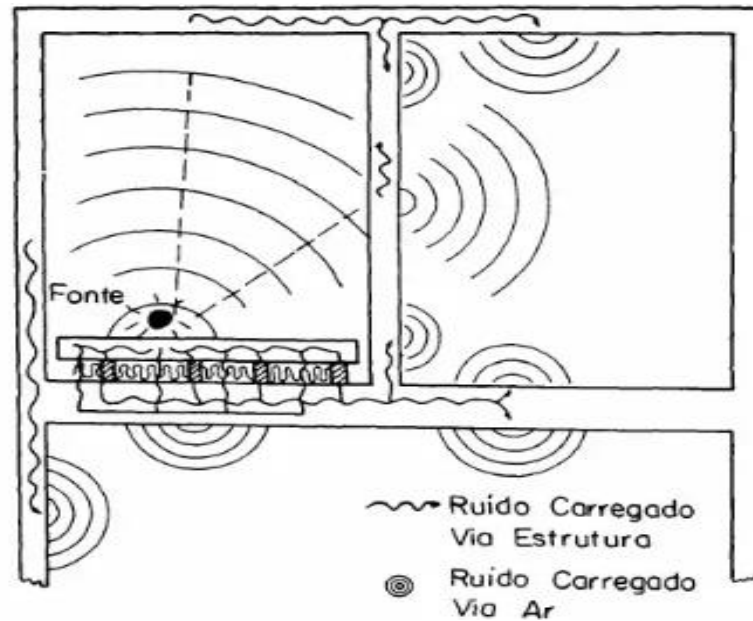
O isolamento sonoro ou acústico são as medidas tomadas nos elementos de vedação de um ambiente, ou seja, teto, parede, piso e esquadria (Figura 5), para Akkerman (2019) se trata de um meio para evitar a transmissão de som, de fora para dentro e de dentro para fora do ambiente.

De acordo com Samir Gerges (2000, p.175):

O isolamento de ruído fornecido por paredes, pisos, divisórias ou partições, é uma maneira de atenuar a transmissão da energia sonora de um ambiente

para outro. A energia sonora pode ser transmitida via aérea (som carregado pelo ar) e/ou via sólido (som carregado por estrutura).

Figura 5 — Ruído Carregador por ar e estrutura



Fonte: Ruídos- Fundamentos e controle (GERGES, 2000).

O isolamento acústico de um ambiente não se relaciona apenas aos fatores internos da edificação, mas também aos que se põem externos a ela. Entre esses fatores que interferem no conforto acústico da edificação, pode-se relacionar as seguintes fontes ruidosas (Quadro 1).

Os ruídos externos, além de causar problemas acústicos no ambiente urbanos, também são responsáveis por incômodos de ambientes internos. As fontes externas de ruídos são capazes de se propagar para o interior de edificações em função [...] da forma como a fonte, o meio e o receptor se integram espacialmente (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA, 2012, p.58).

Quadro 1 — Exemplos de fontes internas e externas de ruídos.

Fontes de ruído	
Fontes Interna	Fontes Externas
Conversaão	Tráfego Rodado
Passos	Atividades comerciais e industriais
Eletrodomésticos	Serviços
Instrumentos musicais	Trens
Instalações: condicionadores de ar; elevadores; elétricas: subestação, geradores; hidráulicas: passagem de canalizações, bombas de recalque.	Tráfego aéreo

Fonte: PROCEL EDIFICA- Acústica Arquitetônica (2011), editado pela autora.

2.2.1. Tempo de Reverberação

De acordo com o Davi Akkerman et al. (2019), “a reverberação é um fenômeno resultante das reflexões de ondas sonoras em um ambiente fechado e se mede por meio do tempo de reverberação (T_{60})”. Define-se reverberação como tempo necessário para que o nível de pressão sonora no ambiente decaia em 60dB.

Com base na NBR 12179/1992, referente ao tratamento acústico em recintos fechados, para fins do cálculo do tempo de reverberação, tem-se como base a equação de Sabine, empregada quando o coeficiente médio de absorção for menor ou igual a 0.30. Sendo assim, tem-se a seguinte fórmula para determinação do cálculo de reverberação:

$$T_{60} = \frac{0.161 V}{\sum S_i \alpha_i}$$

Onde:

T_{60} = tempo de reverberação em segundos

V = volume do recinto (m^3)

$S_1, S_2, \dots S_n$ = área total das superfícies do recinto em m^2 , afetadas pelos coeficientes de absorção $\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n$ respectivamente.

$\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_n$ = coeficiente de absorção sonora das várias superfícies interiores e demais elementos absorventes do recinto, do tipo espectadores, cadeiras, mesas.

Para utilização da fórmula, o volume da sala, área de cada material na sala e os coeficientes de absorção desses materiais devem ser conhecidos. O comitê técnico em acústica arquitetônica da sociedade americana de acústica (2002), aborda que os coeficientes de absorção são medidos em laboratórios especializados, e representam a fração da energia sonora que o material absorve entre 0 e 1.

No caso dos ambientes escolares, a seguir, tem-se um gráfico demonstrando o tempo de reverberação para a fala em função do volume da sala, nas frequências médias em salas de aula desocupadas, ou seja, média das frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz. No caso das baixas frequências, de acordo com Davi Akkerman et al. (2019), pode-se admitir um aumento de 50% do valor indicado. Idealmente, salas

de aula devem ter seu tempo de reverberação (TR) na faixa de 0,4 - 0,6 segundos, porém, muitas salas de aulas existentes têm RTs de um segundo ou mais (SEEP et al., 2002).

Por fim, para fins projetuais, o cálculo do tempo de reverberação dos ambientes que irão compor o projeto da escola, se dará por bandas de oitava, em função das frequências: 63 Hz, 125Hz, 250 Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz e 8000Hz, originando uma planilha onde serão expressos os resultados quantitativos e dados técnicos.

2.3. CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

“Condicionar acusticamente um recinto consiste em darmos a ele as melhores condições possíveis de audibilidade interna” (PAGIANO, 2006, p.84). A acústica de uma sala se relaciona diretamente com a forma como a reverberação do som se comporta em seu interior, influenciado pela dimensão, forma e material das superfícies que a compõem. Tem-se que ao encontrar uma superfície, o som é refletido, absorvido ou transmitido em diferentes proporções (SOUZA; ALMEIDA; BRAGANÇA, 2012), as quais dependem das variáveis citadas anteriormente.

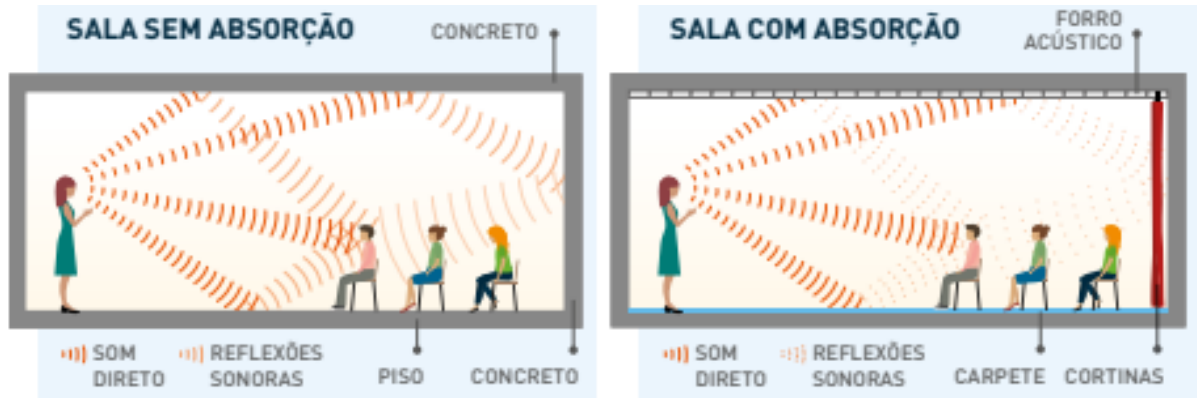
No caso das salas de aula, a principal fonte sonora é a fala, a voz humana, que apresenta níveis sonoros de 30 a 60 dB (decibels) e frequências entre 200 e 6.300 Hz (hertz) (SOUZA et al., 2012). Sendo assim, se faz necessário possuir soluções acústicas para o controle da pressão sonora, de forma que os ruídos não interfiram na compreensão da fala, ou seja, não ocorra o processo de mascaramento, que “consiste na sobreposição de sons, ou seja, dois ou mais sons percutem ao mesmo tempo no mesmo ambiente e se embaralham, dificultando sua identificação” (PAGIANO, 2006, p. 19).

A interferência do ruído nos sons da fala é essencialmente um processo de mascaramento sonoro. Como sabemos, o mascaramento provoca o deslocamento do limiar da audição, e o resultado é que se escutarão somente uns poucos, ou talvez nenhum, dos sons necessários para uma inteligibilidade satisfatória (BISTAFA, 2018, p.121).

A forma de controle desses ruídos no ambiente de sala se dá pelo equilíbrio com o nível de absorção sonora que o espaço apresenta, ou seja, no controle do prolongamento do som ocasionado pela reverberação, pois quanto maior a

reverberação de um espaço, menor a inteligibilidade¹ do discurso (Figura 6) (SHIELD et al., 2015), resultando assim na redução do entendimento e, portanto, na redução do aprendizado (SEEP et al., 2023). Nesse controle do ruído tem-se uma ligação direta com as fontes sonoras, pois todos eles envolvem a trajetória de transmissão entre elas e o receptor, que tende a ser o ser humano (BISTAFA, 2018).

Figura 6 — Comparação entre salas com baixa e alta absorção sonora



Fonte: Manual ProAcústica: Qualidade acústicas em escolas (2019).

A respeito da absorção, valor determinado pelo CA (coeficiente de absorção sonora), trata-se de uma medida da quantidade de energia de uma onda sonora que o material absorve (SEEP et al., 2023). Além disso, tendo em vista que o ruído aceitável normalmente é recomendado por normas e legislações, tem-se que de acordo com a Norma Brasileira 10152 (ABNT, 2020), referente aos níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, usam-se os seguintes valores de referência para espaços voltados a fins educacionais (Tabela 1).

Tabela 1 — Valores de referência para ambientes internos de uma edificação

Finalidade de Uso	Valores de Referência		
	RLAeq (dB)	RLASmax (dB)	RLNC (dB)
Ambientes Educacionais			
Circulações	50	55	45
Berçário	40	45	35
Salas de Aula	35	40	30
Salas de música	30	40	30
Bibliotecas	40	45	35
Auditórios pequenos (≤ 600 m³)	35	40	30
Ginásios de esportes	45	50	40

¹ “Inteligibilidade é a principal característica acústica de um ambiente, pois reflete o grau de entendimento das palavras em seu interior” (PANIAGO, 2006, pág. 22)

Fonte: ABNT NBR 10152 (2020), editado pela autora.

“Para fins de avaliação sonora, considera-se adequado para uso, o ambiente cujos níveis de pressão sonora representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência apresentados anteriormente, admitindo-se uma tolerância de até 5 dB para RL_{Aeq} e RL_{ASmax} e até 5 dB para RL_{NC} ” (ABNT NBR 10151/2019, P.12).

Dessa forma, diante do exposto, em geral, para que ocorra o bom desempenho acústico de uma sala, se faz necessário “a boa inteligibilidade do som, ausência de interferência sonora uniforme, difusão sonora e tempo de reverberação adequado” (SOUZA et al., 2012).

3. CONFORTO ACÚSTICO NO AMBIENTE ESCOLAR

“O ruído permeia as atividades humanas 24h por dia, e vem sendo apontado como uma das principais causas de deterioração da qualidade de vida” (BISTAFA, 2018, p.7), causando problemas à saúde, impactando economicamente e financeiramente a vida das pessoas.

A OMS, afirma que a poluição sonora é considerada a segunda maior causa de poluição do mundo, onde uma exposição intensa ao ruído pode causar “perda de audição, estresse, hipertensão, perda do sono, falta de concentração, baixa produtividade e redução de oportunidades de repouso” (BISTAFA, 2018, p.7).

Segundo o Ministério da Saúde, provocada pela exposição prolongada ao ruído, tem-se a PAIR (Perda Auditiva Induzida por Ruído), que se trata de uma degeneração auditiva do tipo neurossensorial, geralmente bilateral, irreversível e progride com o tempo de exposição ao ruído (CID 10 – H 83.3), por exemplo:

Estima-se que a perda de audição induzida por ruído afete 10 milhões de pessoas nos Estados Unidos. Naquele país, milhões de dólares são gastos anualmente em compensação a trabalhadores com perdas auditivas crônicas contraídas no ambiente de trabalho (Bistafa, 2018, p.7).

De acordo com Souza, Almeida e Bragan (2012, p.45):

Em princípio, como uma definição geral, todo som indesejável à atividade de interesse é considerado ruído, mesmo que seja uma música. Uma vez interferindo no bom andamento das atividades, nos objetivos dos espaços, prejudicando a função do ambiente, o som pode ser considerado ruído, independentemente do seu espectro.

“O baixo nível de ruído está se tornando uma ferramenta de *marketing* eficaz para tudo, desde automóveis até máquinas de lavar” (BISTAFA, 2018, p.7), e no ambiente de ensino não é diferente. Tem-se que “o controle do ruído é uma tecnologia multidisciplinar que visa obter um nível de ruído aceitável em determinado ambiente” (BISTAFA, 2018, p.315). Trata-se de uma complicação recorrente quando referente a espaços de estudo, a execução de um projeto funcional e direcionado ao espaço é determinante para resolução desse problema. Segundo Sylvio Bistafa (2018), para um gerenciamento eficiente do ruído é importante a análise dos aspectos econômicos, pois caso as soluções propostas sejam caras, provavelmente não serão aplicadas.

Davi Ackerman et al. (2019) explica que o excesso de reverberação na sala de aula prejudica a inteligibilidade e influencia a pressão sonora resultante. Quando esse tempo é longo ocorre um mascaramento das consoantes pelas vogais devido ao efeito da sobreposição das sílabas.

No ambiente de aprendizagem, além da densidade ocupacional que tende a ser elevada (KOWALTOWSKI, 2011, p. 113), tem-se a presença de inúmeras fontes ruidosas, tais como: aglomerações, brincadeiras, a fala, gritos. Tendo em vista a realidade, “pesquisas mostram que a combinação excessiva de ruído residual e da reverberação em salas de aula podem causar uma devastação de efeitos na qualidade da recepção do sinal da fala nos alunos” (AKKERMAN et al. 2019, P.15).

Mas por que os problemas acústicos nas salas de aula são endêmicos, quando as soluções não são necessariamente caras? A principal razão não é a falta de recursos, mas a falta de percepção do problema e suas soluções (AKKERMAN et al., 2019).

Boa parte dos problemas relacionados ao isolamento acústico no ambiente escolar se dá pela necessidade da diminuição dos custos com a construção civil, levando ao uso de paredes finas com materiais leves, que oferecem uma redução mínima do ruído (AKKERMAN et al., 2019), quando comparadas as paredes das escolas de cinquenta anos atrás que eram construídas com tijolos maciços ou blocos de concreto e possuíam uma larga espessura.

A maioria das escolas possuem paredes externas construídas de tijolos ou blocos de concreto, que são boas barreiras acústicas, mas com janelas inadequadas que permitem considerável transmissão do som. Para que ocorra a redução do ruído, as janelas devem ser bem lacradas. Janelas com dupla camada de vidro conferem melhor isolação sonora do que janelas com

vidro simples (assim como um melhor isolamento térmico e redução no custo de energia) (SEEP et al., 2019, p.10).

Dessa forma, é possível relatar que em um projeto, durante o processo de planejamento, problemas acústicos podem geralmente ser evitados com um pouco de reflexão prévia e com uma diferente disposição dos materiais de construção. Entende-se que o melhor modo de resolver problemas acústicos é evitá-los, e não os corrigir.

4. REFERENCIAL EMPÍRICO

Como forma de auxiliar no desenvolvimento do projeto escolar, foram realizados quatro estudos de referenciais empíricos de forma direta e indireta. Entre as escolas e projetos analisados estão: Novo anexo do Marista, o Maristinha, Projeto Escola 9 Salas, Colégio Positivo Internacional e Escolas que inovam.

4.1. REFERENCIAL DIRETO

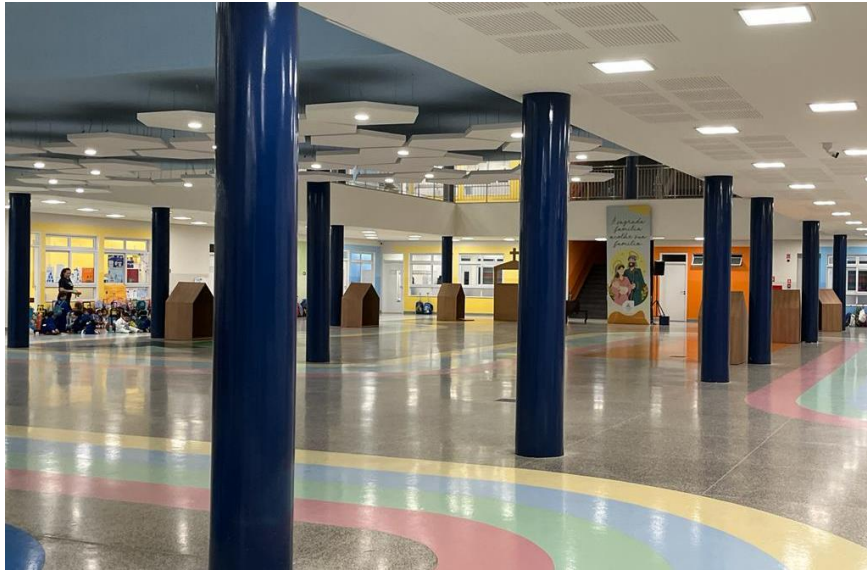
No referencial direto, se apresenta o estudo realizado *in loco*, que ocorreu em uma instituição de ensino localizada em Natal/RN, o novo anexo do colégio Marista, o Maristinha. Nele foram avaliados os aspectos arquitetônicos, desde o conforto ambiental à estrutura, assim como também a realização de entrevistas com os usuários.

4.1.1. Marista de Natal: Maristinha

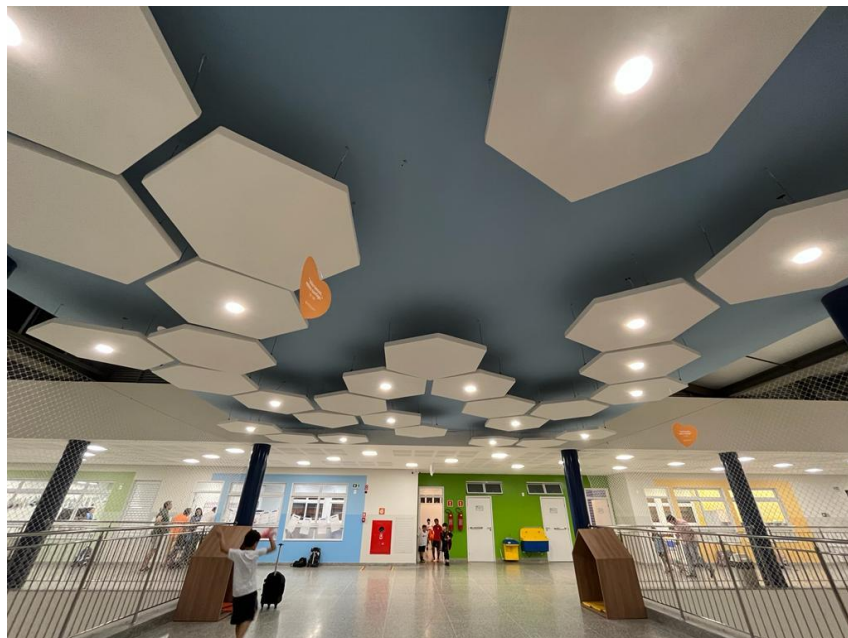
O Marista é um colégio católico e tradicional de Natal, fundado em 1930, no entanto o presente estudo se deu no novo anexo construído e inaugurado em janeiro de 2023, o Maristinha, espaço voltado às turmas de educação infantil e 1º ano do Ensino Fundamental.

Sobre a estrutura oferecida às crianças, como principais aspectos observados e vistos como referência para o projeto do presente trabalho, tem-se a permeabilidade visual da fachada, a utilização de cores, a adoção de soluções acústica em toda a edificação e a utilização de aberturas zenitais para o conforto do hall central de salas.

Para composição das fachadas foram utilizados diferentes tipos de Brises dispostos como vedação, substituindo a parede convencional de alvenaria. Ao acessar o prédio, tem-se um pátio coberto que compõe a circulação interna (Figura 7), nele, um aspecto atrativo é a presença de materiais disposto para o condicionamento acústico interno, como, por exemplo a utilização de nuvens acústica associadas ao *design* de interiores e o forro acústico, que auxiliam na absorção de ruídos (Figura 8).

Figura 7 — Circulação interna

Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Figura 8 — Ligação entre circulações

Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Sobre as salas de aula, todas possuem tratamento para condicionamento e isolamento acústico, os professores relatam que não ouvem barulhos externos ao ministrarem as aulas. Nesses espaços de aprendizagem, foi criada uma composição no teto, com placas acústicas integradas com a iluminação e sistema de ar, além da utilização de esquadrias isolantes (Figura 9).

Figura 9 — Teto das salas de aula

Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Por fim, um ambiente em comum com o projeto do trabalho de conclusão de curso é a sala multiuso (Figura 10), no Maristinha é um ambiente de leitura integrado a um espaço para dinâmicas, apresentações dos alunos e convidados, assim como momento que demandam o uso de multimídia. O espaço possui um mobiliário que remete ao método de ensino Montessori, assim como em todo o anexo do colégio, com Puff, estantes em alturas adequadas, palco e mesas em proporções menores para os alunos.

Figura 10 — Sala Multiuso

Fonte: Acervo pessoal, 2023.

A respeito das cores, o Maristinha remete ao lúdico, com a utilização de diversas cores em seus ambientes, cada sala de aula remete a uma cor, priorizando cores claras e tons pastéis, criando um contexto contável para as crianças, fazendo com que se sintam em um espaço alegre e infantil. Na sala de aula da Figura 11, por exemplo, tem-se a utilização do amarelo.

Figura 11 — Sala de Aula



Fonte: Acervo pessoal, 2023.

Por fim, o presente estudo direto será utilizado como referencial para o projeto, adequando-o às diretrizes previstas e ao nível de ensino aplicado, ou seja, o fundamental II.

4.2. REFERENCIAL INDIRETO

A respeito do referencial indireto, tem-se a pesquisa e análise de forma virtual, a respeito de edificações com mesma temática e proporção do projeto, que apresente aspectos visados na elaboração projetual, a fim de auxiliar no desenvolvimento de ideias e processo criativo.

4.2.1. Projeto Padrão Escola 9 Salas

De acordo com o site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023), o projeto Padrão Escola 9 Salas (Figura 12) é uma iniciativa do Ministério da Educação para promover a melhoria da qualidade da educação básica pública a nível Brasil. O projeto trata de uma edificação térrea, onde possui uma área construída de 1.424,91 m² e área de ocupação de 3.589,39 m², com uma tipologia voltada a atender os dois ciclos do Ensino Fundamental compostos pelos segmentos do 1º ao 9º ano.

Figura 12 — Escola 9 Salas: Fachada



Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2017).

Possui uma escala de cores que se sustenta através do laranja e cinza (Figura 13 — Escala de cores do Projeto), além da utilização de vegetação para compor a fachada e área externa da edificação.

Figura 13 — Escala de cores do Projeto

PANTONE Cool Gray 1 C	PANTONE Cool Gray 6 C	PANTONE 148 C
PANTONE Cool Gray 2 C	PANTONE Cool Gray 7 C	PANTONE 149 C
PANTONE Cool Gray 3 C	PANTONE Cool Gray 8 C	PANTONE 150 C
PANTONE Cool Gray 4 C	PANTONE Cool Gray 9 C	PANTONE 151 C
PANTONE Cool Gray 5 C	PANTONE Cool Gray 10 C	PANTONE 152 C
	PANTONE Cool Gray 11 C	PANTONE 153 C
		PANTONE 154 C

Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2017).

A escola apresenta uma capacidade de até 630 alunos, considerando os turnos matutino e vespertino, ou 315 alunos em período integral. As salas, que possuem dimensões iguais, são dispostas para até 35 alunos, considerando parâmetros pedagógicos, de conforto ambiental e distanciamento, para garantia de um ambiente saudável.

O partido arquitetônico adotado baseia-se nas necessidades de desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, nos aspectos físico, psicológico, intelectual e social. Foram consideradas as diversidades do território brasileiro, fundamentalmente quanto aos aspectos ambientais, geográficos, climáticos e relacionados às densidades demográficas, aos recursos socioeconômicos e aos contextos culturais de cada região, de modo a propiciar espaços inclusivos, aliando as características dos ambientes internos e externos (volumetria, formas, materiais, cores, texturas) com as práticas pedagógicas, culturais e sociais (FNDE, 2023, p.9).

A fim de criar um padrão que facilite o processo construtivo, a proposta considerou como ideal a implantação da Escola 9 Salas em um terreno quadrado com medidas de 80m de largura por 80m de profundidade, e uma declividade máxima de 3%. Além disso, visando os diferentes contextos em que pode se inserir, o projeto apresenta opções e alternativas para efetuar-las, como, por exemplo, opção de instalações elétricas em 127v e 220v (volts).

Além disso, visando maior agilidade construtiva, definiu-se o seguinte sistema construtivo: Estruturas metálicas e de concreto armado, alvenaria de tijolos furados (dimensões nominais: 9x19x39cm, 14x19x39cm e 19x19x39cm), forros de gesso acartonado e mineral, telhas termoacústicas com preenchimento em PIR, apoiadas em estrutura de cobertura em aço estrutural (FNDE, 2023).

Em relação aos materiais utilizados na parte interna da escola, foram empregados nas paredes das áreas secas, como, administrativas e pedagógicas, pintura em tinta acrílica acetinada lavável sobre massa única ou massa corrida acrílica. Em relação às paredes das salas de aula, receberão roda meio, de 15cm em madeira na cor natural, fixados (na parte superior) a 0,75m do piso.

A respeito das áreas molhadas, as paredes serão revestidas com cerâmica 30x40 ou 32x45cm, entre duas faixas de revestimento de 15cm, de pastilha cerâmica 5x5cm na cor laranja. Acima das faixas superiores será aplicada pintura com tinta acrílica, acabamento acetinado, sobre massa corrida acrílica, na cor Branco Gelo.

A escolha pelo projeto-padrão se deu com base no grande número de municípios a serem atendidos e maior agilidade na análise de projeto e fiscalização das obras. Com isso, buscou-se um modelo que pudesse ser implantado em qualquer região do território brasileiro, considerando as diferenças climáticas, topográficas e culturais.

Dessa forma, a partir das premissas apresentadas e com base nas necessidades do ensino voltado ao fundamental I e II, criou-se um programa de

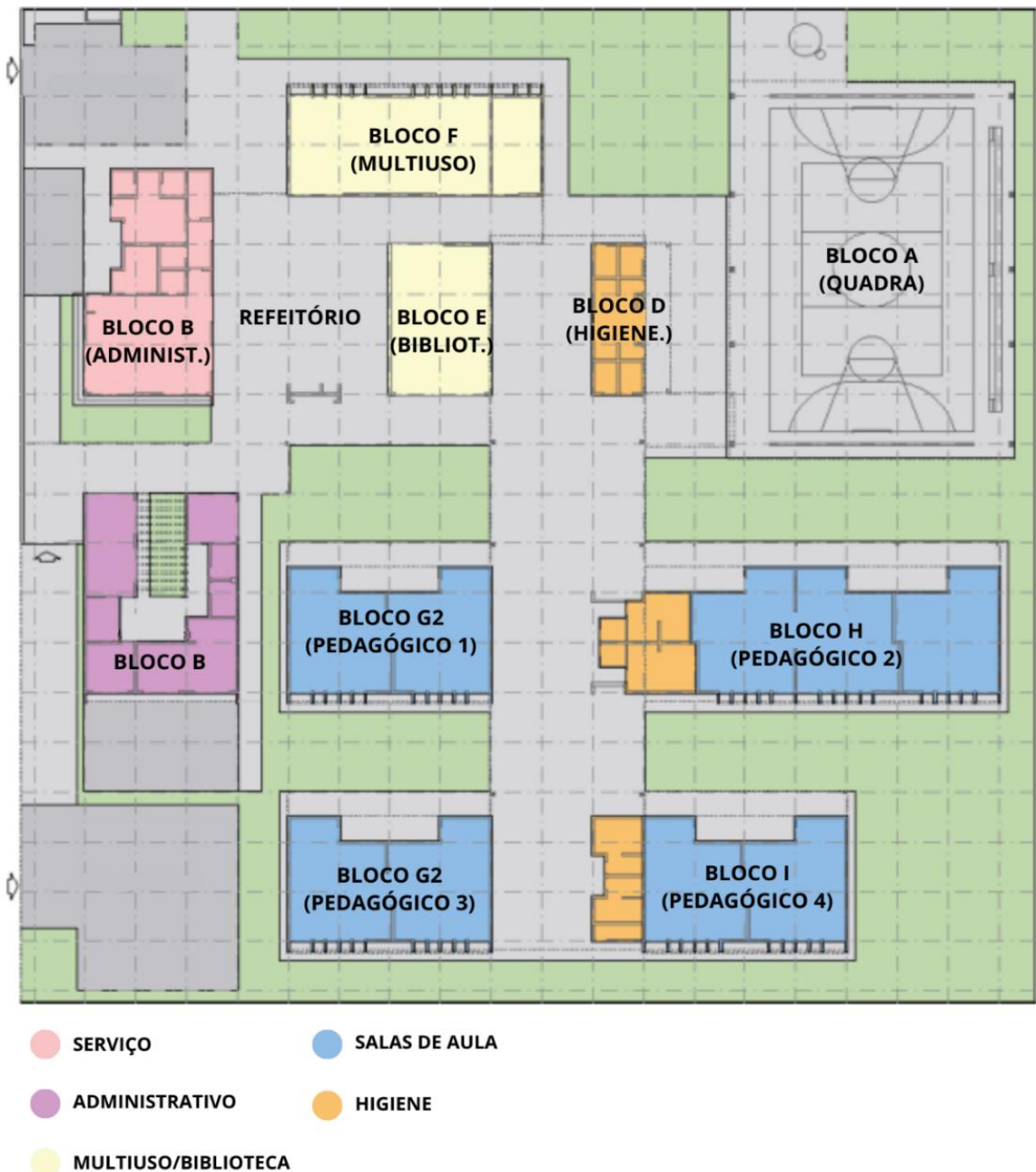
necessidade, onde os espaços escolares foram divididos em blocos e compostos pelas seguintes áreas:

Quadro 2 — Setorização

BLOCO	AMBIENTES
Bloco A	Quadra Esportiva
Bloco B	Jardim/ Circulação; Secretaria; Almoxarifado; Coordenação; Sala de reuniões / professores; Sanitários acessíveis adultos: masculino e feminino; Direção
Bloco C	Hall; Cozinha; Utensílios; Despensa; Varanda de Serviço, com área de recepção e pré-lavagem de hortaliças; Lavanderia; Depósito para materiais de limpeza (DML); Copa Funcionários; Vestiário masculino; Vestiário feminino.
Bloco D	Vestiário masculino coletivo; Vestiário feminino coletivo; Vestiário masculino acessível; Vestiário feminino acessível; Bebedouros; Lavatórios para mãos; Depósito; Depósito de material esportivo
Bloco E	Biblioteca
Bloco F	02 Salas multiuso; 01 Sala de Recursos Multifuncionais
Bloco G1	02 Salas de aula – 1º e 2º anos
Bloco H	03 Salas de aula – 3º, 4º e 5º anos; Sanitário masculino coletivo; Sanitário feminino coletivo; Sanitário masculino acessível; Sanitário feminino acessível; Quadro elétrico
Bloco G2	02 Salas de aula – 6º e 7º anos
Bloco I	03 Salas de aula – 8º e 9º anos; Sanitário masculino coletivo; Sanitário feminino coletivo; Depósito
Pátio de Serviço	Secagem de roupas (varal); Central GLP; Depósito de lixo orgânico e reciclável

Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023), editado pela autora.

Figura 14 — Setorização: Projeto 9 Escolas



Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023), editado pela autora.

Após a apresentação dos espaços que compõem a escola, tem-se as imagens de alguns dos ambientes projetados, com intuito de apresentar o layout elaborado e materiais utilizados no interior da edificação. As salas de aula que compõem o projeto possuem uma área útil com 68,10m² em média (Figura 15).

Figura 15 — Salas de Aula

Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023).

No teto dos ambientes, se observam placas de gesso acartonado de medidas 1200 x 2400 mm ou 1200 x 1800 mm, conforme especificações do fabricante, com perfis de fixação do gesso em aço galvanizado, protegidos com tratamento de zincagem mínimo Z275, em chapa de 0,50 mm de espessura.

Já a biblioteca que possui em seu layout espaço para crianças, mesas de estudo, computadores e estantes para disposição dos livros, resulta de uma área útil de 91,72m² (Figura 16), possuindo piso em comum com os ambientes de ensino, estudo, administrativo, que é o Piso monolítico em granitina, possuindo 1,00m (comprimento) x 1,00m (largura) x 80mm (altura).

Figura 16 — Biblioteca

Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023).

Por fim, outro exemplo de ambiente é o espaço multiuso com painéis de madeira reguláveis que podem ser dispostos a fim de alterar a dimensão e composição do espaço, direcionando sua utilidade (Figura 17).

Figura 17 — Sala Multiuso



Fonte: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (2023).

Tendo em vista o exposto, para o desenvolvimento do projeto escolar, serão utilizadas como inspiração as soluções estratégicas referentes a setorização da escola, a tipologia dos mobiliários, materiais como o estilo de piso e a forma dos ambientes.

4.2.2. Colégio Positivo Internacional

O Positivo *International School* (Figura 18), localizado na Cidade Industrial de Curitiba, é uma escola que recebe alunos do Infantil 3 ao Ensino Médio, “é a única escola em Curitiba que possui as três certificações do Programa IB: *Primary Years Programme (PYP)*, *Middle Years Programme (MYP)* e *Diploma Programme (DP)*” (Colégio Positivo, 2023). Seu funcionamento é em período integral e por meio de aulas e vivências variadas, os alunos são preparados para o futuro e para o mundo. Trata-se de um projeto dos arquitetos Antonio Abrão e Manoel Coelho, do ano de 2013, possuindo uma área de 5.000 m² (cinco mil).

Figura 18 — Colégio Positivo: Fachada Lateral



Fonte: Colégio Positivo (Acesso: <https://colegiopositivo.com.br/unidades/internacional/>, em 12 de mai. De 2023).

O Colégio é um prisma regular de ângulos definidos, característica ressaltada na entrada da escola com cobertura em mesmo formato (Figura 19). Ao se aproximar do edifício, as empenas suspensas do chão se abrem ao fluxo dos pedestres, integrando interior e exterior.

Figura 19 — Entrada da Escola



Fonte: ArchDaily (Acesso: <https://www.archdaily.com.br/br/872442/colegio-positivo-internacional-manoel-coelho-arquitetura-e-design>, em 06 de jun. de 2023).

Além disso, um atrativo dos seus ambientes se dá pela utilização de materiais que possibilitem maior incidência de luz natural, ventilação natural e permeabilidade visual e integração com materiais metálicos, como, por exemplo, as placas metálicas

utilizadas na fachada, evidenciadas na Figura 20, que possibilitam uma vista interna da escola.

Figura 20 — Colégio Positivo



Fonte: ArchDaily (Acesso: <https://www.archdaily.com.br/br/872442/colégio-positivo-internacional-manoel-coelho-arquitetura-e-design>, em 06 de jun. de 2023).

O conceito do colégio gira em torno do estímulo à mentalidade internacional, o multiculturalismo e o multilinguismo, além de uma vivência da língua e da cultura de determinados países. “Possui uma grade curricular especial e ambientações diferenciadas, os alunos vivem a realidade proposta pelo modelo de ensino estrangeiro” (COLÉGIO POSITIVO, 2023, n.p.).

Por serem envolvidos ativamente no processo de aprendizado, os alunos são incentivados a, desde cedo, utilizar o questionamento, a investigação, a ludicidade e a criatividade. Como consequência, o colégio forma alunos que sabem se comunicar, têm mente aberta às diferenças, sabem se arriscar com equilíbrio, que buscam ser éticos e solidários e que, pelo pensamento crítico e reflexivo, constroem seu papel ativo como cidadãos do mundo (COLÉGIO POSITIVO, 2023, n.p.).

O projeto da escola se formula em três pavimentos, que se organizam através de um monobloco linear, com estrutura em concreto, onde estão alocados as “funções tipo” - salas de aula e laboratórios e um volume irregular, em estrutura metálica, que abriga as “funções singulares” - como biblioteca e administração.

Um exemplo de espaço do colégio é a biblioteca, que segue o conceito da escola no uso de cores, com um zoneamento composto por mesas de estudos em grupos e individuais, computadores e estantes de livro, além de possuir uma alta incidência de iluminação natural e visual do ambiente externo (Figura 21).

Figura 21 — Biblioteca



Fonte: Colégio Positivo, 2023 (n.p.).

A seguir apresenta-se o pátio escolar, voltado aos corredores de sala e ao acesso a elas, composto por piso interativo, formado por elementos com cores que remetem ao lúdico (Figura 22), se tornando o centro focal da edificação.

Figura 22 — Pátio Central



Fonte: Colégio Positivo, 2023 (n.p.).

Tendo em vista o exposto, para o presente trabalho, serão utilizadas como inspiração as soluções estratégicas referentes à composição do uso de cores, os espaços interativos, a incidência de luz natural nos ambientes, além da dinâmica dos espaços, tais como setores de aprendizagem.

4.2.3. Escolas que inovam

O projeto “Escolas que inovam”, surgiu em 2014 com a implementação na cidade de Santos, de uma política pública de pacificação restaurativa com o foco na Cultura de Paz e do Diálogo, realizada através da Secretaria de Educação. Esse programa foi iniciado com sua implementação em nove escolas-piloto, escolhidas a partir de critérios como maior número de alunos e diversidade de modalidades de atendimento.

Diante desse cenário, a Prefeitura de Santos, a VLI logística, a Agência Tellus e o AUÁ arquitetos se reuniram diante da oportunidade de implementação de um projeto com objetivo de promover a construção de novas experiências de aprendizagem e alfabetização a partir do uso de diferentes tecnologias.

A partir dessa ideia, o projeto se concretizou por meio da implantação de uma Biblioteca e uma “Estudioteca”, compreendendo renovação do mobiliário, pequenas obras civis de adequação e instrumentalização com equipamentos tecnológicos. Ao projeto arquitetônico desenvolvido pelo AUÁ arquitetos:

[...] coube criar ambientes que considerem atributos como flexibilidade, acolhimento e acessibilidade, repensando a disposição dos espaços sob o ponto de vista do conforto, do uso de mobiliário adaptável a diferentes usos e mídias e da criação de ambiências lúdicas que os tornem mais atrativos para alunos e professores (AUÁ arquitetos, 2019, n.p.).

No caso da Biblioteca, as intervenções consistem na renovação dos espaços já existentes, buscando assim, “solucionar problemas como a falta de suporte para pesquisa, acervo não informatizado, existência de poucos recursos para as atividades com o responsável da biblioteca e falta de espaços para leitura e para uso livre” (ArchDaily, 2019, n.p.).

Para o presente trabalho, o foco da análise desse referencial teórico se dará a respeito do projeto da biblioteca. Sendo assim, tem-se que o projeto proposto parte

da premissa de mobiliários moduláveis, de forma que o conceito padrão pudesse ser adaptável às diferentes salas existentes. Para o espaço foram projetadas arquibancadas-baú (Figura 23) que além de servirem à reunião, ao convívio e à leitura informal abriga também livros, materiais e equipamentos de uso esporádico, liberando as salas para as atividades propostas.

Figura 23 — Arquibancadas-baú



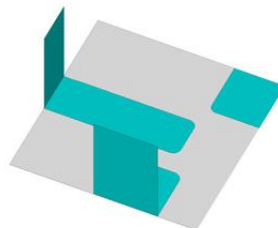
Fonte: ArchDaily, 2023, n.p.

Os locais destinados às atividades desenvolvidas nos espaços (investigação, leitura, experimentação, contação de histórias) são demarcados por manchas de cor (Figura 24) que delimitam espaços no piso, sobem pelas paredes, com superfícies que funcionam como quadro, e completam-se no teto, criando ambiências lúdicas e aconchegantes, relembrando os desenhos orla da cidade de Santos.

Figura 24 — Composição das manchas de cor na biblioteca



Pintura de piso



Pintura escrevível nas paredes



Pintura nos forros

Fonte: ArchDaily, 2023, n.p.

O espaço (Figura 25) também é composto por armários, mesas para grupo de alunos, espaços destinados a computadores, oferecendo mais liberdade de pesquisas aos alunos, além de quadro branco, visando diversas possibilidades de interação, estudo e compartilhamento do conhecimento.

Figura 25 — Composição do Espaço



Fonte: ArchDaily, 2023, n.p.

Dessa forma, a partir do exposto, para o presente trabalho se fará uso dos aspectos utilizados na composição da biblioteca, tais como o uso de cores, móveis para interações em grupo, mobiliário flexível, como, por exemplo, o quadro branco, além de locais destinados a pesquisas *online*.

4.2.4. Síntese

Para melhor compreensão e síntese dos referenciais apresentados, para o projeto serão aplicadas como base as seguintes características correspondentes a cada estudo:

Quadro 3 — Síntese dos estudos de referenciais

Estudo Referencial	Características utilizadas
Maristinha (Marista de Natal)	Utilização de cores; Ambientes com soluções acústicas; Configuração das placas acústicas relacionadas com sistema de ar e iluminação; Utilização de Brises nas fachadas.
Projeto Padrão Escola 9 Salas	Zoneamento funcional; Sala multiuso com divisória móvel; Biblioteca com permeabilidade visual.
Colégio Positivo Internacional	Utilização de cores vivas; Fachadas ativas e com utilização de cores e Brises; Ambientes de aprendizagem nos pavimentos superiores; Biblioteca com permeabilidade visual;
Escolas que inovam	Mobiliário interativos; Assentos planejados; Biblioteca visualmente atrativa; Espaços de estudo, pesquisa e leitura para composição da biblioteca.

Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, as características apresentaram, se puseram de forma a inspirar e nortear as ideias projetuais e de interiores do projeto, remetendo ao lúdico e interativo, voltado a faixa etária que a escola aborda, integrando ambientes com vegetação e visando o conforto nos espaços.

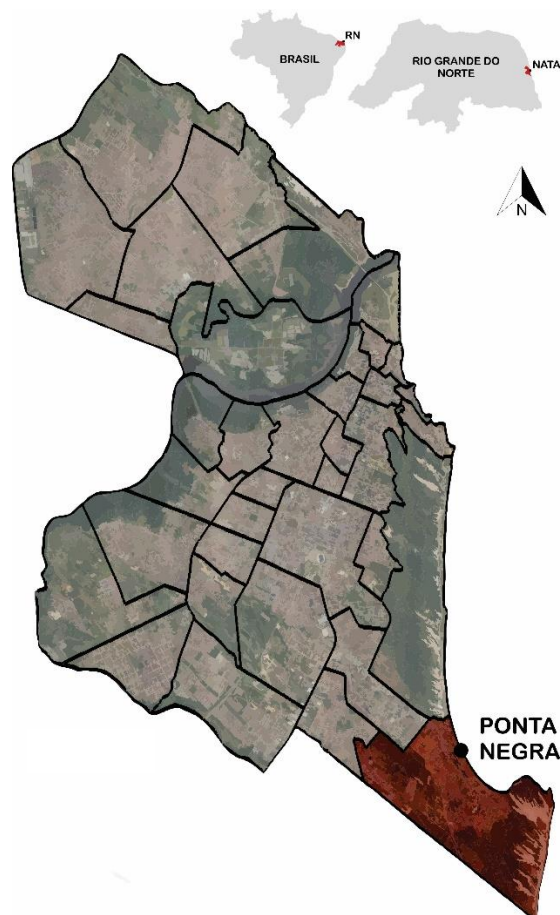
5. CONDICIONANTES PROJETUAIS

A seguir apresentam-se os critérios de análise que levaram à escolha do universo de estudo, além da contextualização histórica do bairro de Ponta Negra, onde se irá trabalhar o projeto arquitetônico de um espaço escolar, voltado a turmas do fundamental II.

5.1. UNIVERSO DE ESTUDO

Para a realização do estudo e elaboração do Projeto, se escolheu o bairro de Ponta Negra na cidade de Natal/RN (Figura 26). Na seleção do universo de estudo, se utilizou como critério de escolha, a tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo da arquiteta e urbanista Débora Florêncio (2018), que se trata da avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município, utilizado para identificação do melhor contexto sonoro para situação do projeto.

Figura 26 — Universo de estudo



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Sendo assim, conforme a análise dos fluxos viários realizada no ano de 2018 pela Arquiteta e Urbanista Débora Florêncio, e apresentados no Mapa sonoro diurno da Região Administrativa Sul (RASul) (Figura 27), optou-se pela utilização da porção sudeste do bairro de Ponta Negra, onde tem-se os menores níveis de pressão sonora da RASul e assim auxiliar economicamente na execução do projeto, por já se inserir em um contexto urbano propício acusticamente, dando preferência a vias locais e áreas mistas com predominância residencial.

Figura 27 — Secção do mapa sonoro diurno da Região Administrativa Sul



Fonte: Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN (FLORÊNCIO, 2018), editado pela autora.

A leitura do estudo e dos mapas gerados de toda a cidade Natal/RN, proporcionam uma coesão entre a tipologia de projeto e a área que se insere, visando adequação do entorno e proporcionando qualidade sonora desde a seleção do lote projetual, com uma intensidade de ruídos que varia de 50 a 65 dB, que se aproxima da determinação pela NBR 10151 (2020), que expõe para áreas mistas com predominância residencial um limite de nível de pressão sonora para o período diurno de 55 dB.

De acordo com Léa Souza, Manuela Almeida e Luís Bragança (2012, p.45):

Como informação básica para o desenvolvimento de qualquer projeto arquitetônico, o local é o parâmetro inicial, em função do qual são levantados dados, analisadas potencialidades, o contexto e as alternativas para o

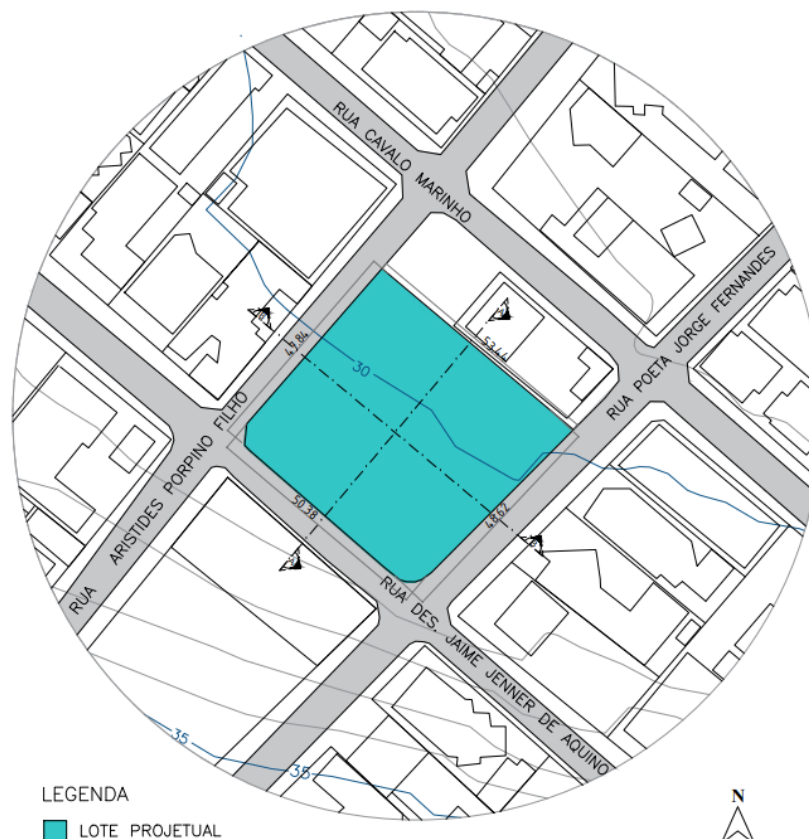
projeto. Para a acústica não é diferente, uma vez que a inserção de uma edificação no meio interfere e sofre interferência das características acústicas do local.

Sendo assim, com base no mapa elaborado por Florêncio (2018), a partir o nível de pressão sonora diurno no horário das 7h às 22h, tem-se um universo de estudo adequado acusticamente ao contexto da edificação, no caso, voltada a arquitetura escolar, tendo em vista um entorno com baixa emissão de ruídos, característica essa que auxilia no planejamento interno da edificação.

5.2. CONDICIONANTES AMBIENTAIS E FÍSICOS

Os condicionantes ambientais se resumem às características do terreno (Figura 28) diante da sua topografia e dimensões. O lote de 2.497,83m², localizado na rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino (5°53'1.08"S/ 35°10'39.18"O), classificada como via local, possui uma topografia que se configura com baixa inclinação, se tratando de uma variação de menos de 1,10m (um metro e dez centímetros) dentro dos limites do terreno.

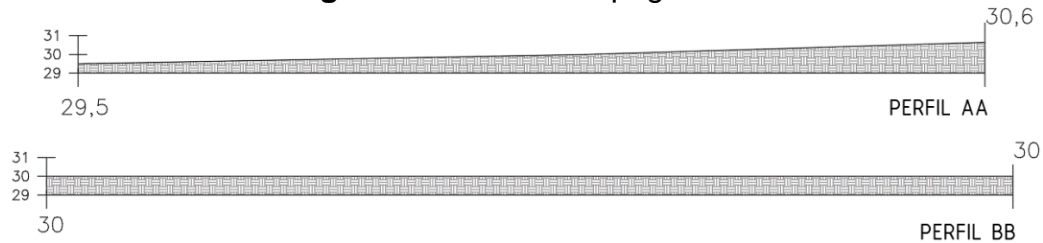
Figura 28 — Topografia do terreno de projeto



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Para melhor compreensão do terreno foram traçados os perfis topográficos, um longitudinal e outro transversal.

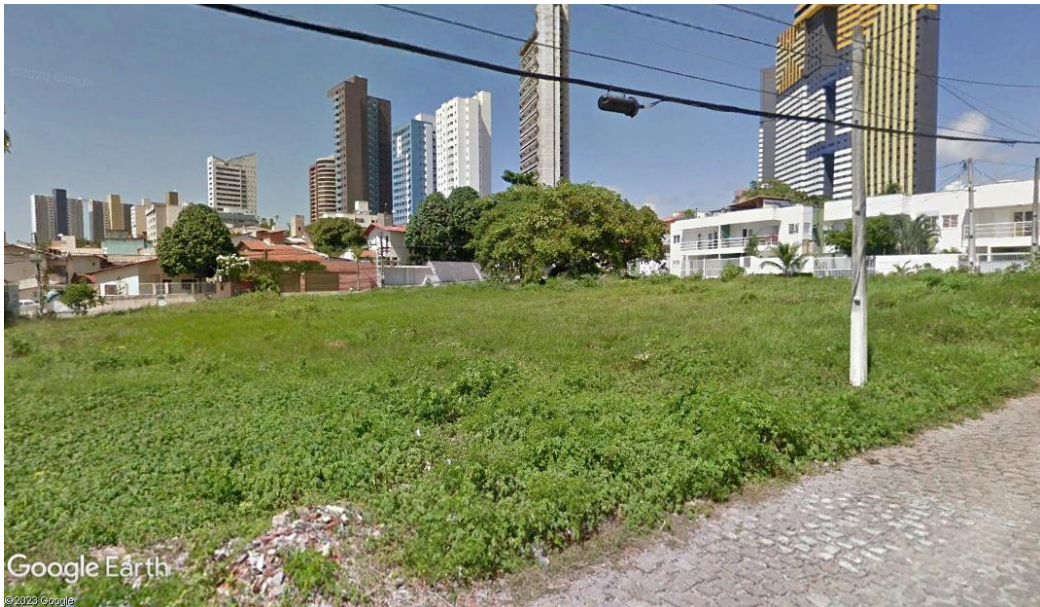
Figura 29 — Perfis Topográficos



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Atualmente, o terreno se encontra vazio, sem delimitação de calçadas e com predominância de vegetações rasteiras. A figura a seguir demonstra esses aspectos físicos e retrata a influência das curvas de níveis.

Figura 30 — Terreno de projeto



Fonte: Google Earth, 2023.

Além disso, realizaram-se estudos acerca dos condicionantes físicos, sendo elas: estudo do clima da região onde se configura o projeto, estudo da ventilação predominante, a trajetória solar e discussão acerca de estratégias bioclimáticas indicadas para as características da cidade de Natal/RN.

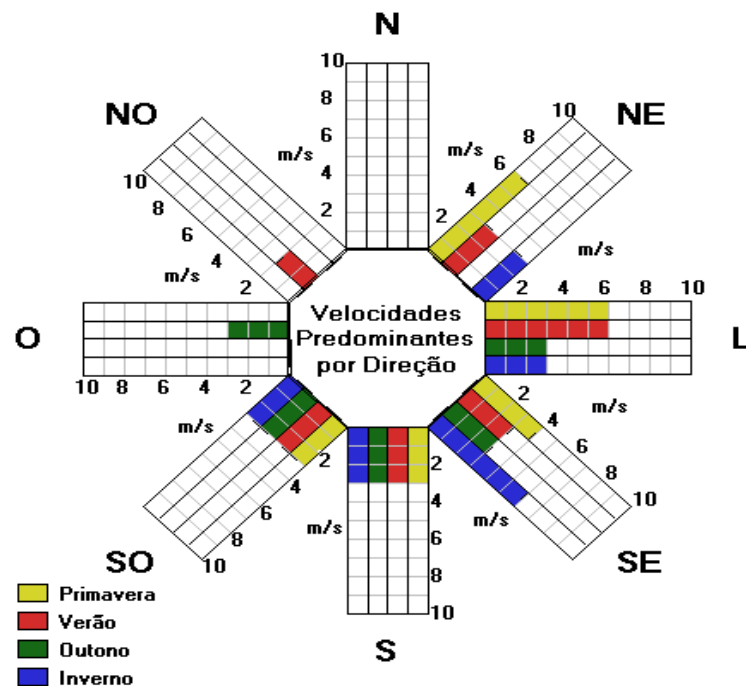
No que diz respeito ao clima predominante em Natal, se caracteriza como tropical quente-úmido, onde, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet,

2016) as temperaturas médias no ano variam entre 24°C e 27°C, possuindo uma concentração de chuva entre os meses de março e maio.

Com base nos dados apresentados, a Projeteee (2023) indica estratégias que auxiliam no condicionamento térmico para edificações inseridas nesse tipo de clima, onde, de acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005), Natal/RN se encontra na Zona Bioclimática 8 (oito). São elas: ventilação natural (estimulando a renovação do ar, e o resfriamento psicofisiológico e convectivo), sombreamento e o resfriamento evaporativo (Processo de evaporação da água que retira calor do ambiente ou do material sobre o qual a evaporação acontece).

A partir dessa classificação, são apresentadas diretrizes para construções inseridas nesta zona, sendo elas: aberturas grandes, visando a ventilação, aberturas sombreadas, vedações externas com baixa reflexão, além do uso da ventilação cruzada como estratégia para um condicionamento térmico eficiente. Já no que se trata da direção dos ventos, a partir do programa “Sol-ar” obteve-se a rosa dos ventos referente a esta localidade, observando assim a predominância nos sentidos leste, sul e sudeste, como apresentado na figura a seguir.

Figura 31 — Rosa dos Ventos



Fonte: Sol-ar, 2023.

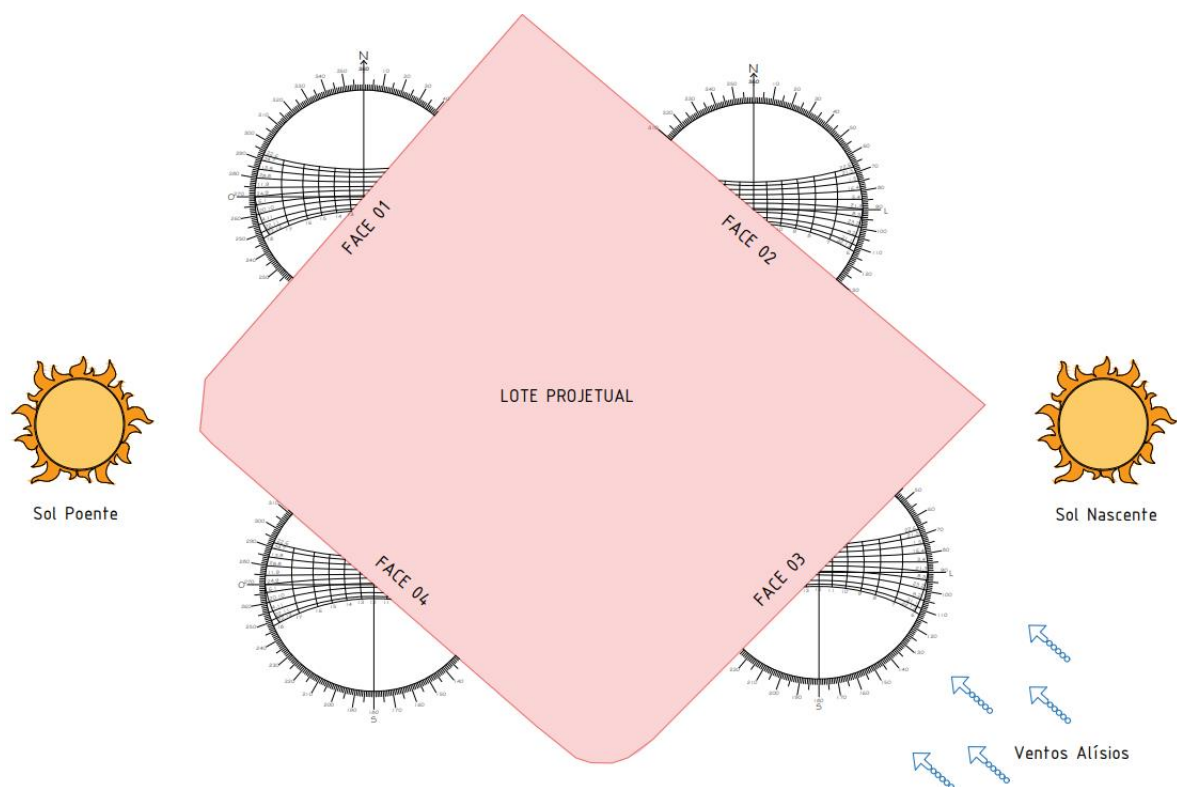
Por fim, tem-se a carta solar, que apresenta informações a respeito da:

Projeção das trajetórias solares ao longo da abóbada celeste, durante todo o ano, sendo uma ferramenta auxiliar para desenvolvimento do

projeto, pois diz a posição exata do Sol em determinado momento. Esta informação é útil, pois indica se o Sol vai penetrar em determinada abertura, se existe sombreamento por edificações vizinhas ou ainda se o dispositivo de sombreamento instalado é eficiente (PROJETEE, 2023).

A orientação quanto a insolação se deu a partir da leitura da carta solar com base nas quatro faces do terreno (Figura 32), destacando os períodos de: equinócio de outono (21 de março), solstício de verão (21 de dezembro), equinócio de primavera (23 de setembro) e solstício de inverno (21 de junho), com o objetivo de auxiliar no zoneamento dos ambientes.

Figura 32 — Estudo da insolação nas faces do terreno projetual



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Sendo assim, no Quadro 4, apresenta-se a incidência solar sobre as faces do terreno nas épocas do ano de solstício de inverno, equinócios e solstício de verão. Com isso, observa-se um favorecimento término nas faces 2 e 3 por não receberem insolação direta nos horários de maior temperatura, sendo adequadas para ambiente de maior duração ou espaços ao ar livre, viabilizando o seu uso independente do horário, tais como pátio aberto e salas de aula.

Quadro 4 — Horário da incidência solar nas fachadas da edificação

Período do ano	Face 1	Face 2	Face 3	Face 4
Solstício de inverno	10h15 às 17h45	5h45 às 14h15	6h15 às 10h	14h15 às 17h45
Equinócios	11h30 às 18h	6h às 12h30	6h às 11h30	12h30 às 18h
Solstício de Verão	13h às 18h15	5h45 às 10h45	5h45 às 13h	10h45 às 18h15

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Logo, através das análises apresentadas, viabilizasse a proposição de estratégias arquitetônicas funcionais para o melhor conforto térmico dos usuários no ambiente escolar a ser projetado.

5.3. CONDICIONANTES LEGAIS

A fim de direcionar o projeto arquitetônico, as leis e normas que regem no estado se põem a estabelecer medidas de proteção ao usuário e ao espaço urbano em que se insere, não só relacionado à segurança, mas também ao conforto ambiental. Sendo assim, foram analisados os seguintes dispositivos: Plano Diretor de Natal, Código de Obras e Edificações do Município de Natal, NBR 9050/2020: Acessibilidade em Edificações e Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico Do Estado Do Rio Grande Do Norte.

5.3.1. Plano Diretor de Natal

“O Plano Diretor da Cidade do Natal é o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano sustentável do Município, bem como da orientação do desempenho dos agentes públicos e privados, que atuam na produção e na gestão do espaço urbano” (Lei complementar N^o 208, 2022, pág. 1).

O plano define os limites de desenvolvimento projetual de um terreno, entre eles: o coeficiente de aproveitamento², taxa de ocupação³ e área permeável⁴. Dessa forma, levando em consideração o terreno projetual de 2.497,83m², tem-se as seguintes diretrizes:

² “O Coeficiente de Aproveitamento corresponde ao índice que se obtém, dividindo-se o total da área construída computável pela área do lote.” (NATAL, 2022, Art. 11, § 1^o).

³ “Índice que se obtém dividindo-se a área correspondente à projeção horizontal da construção pela área total do lote ou gleba, não sendo considerada a projeção de beirais e marquises.” (NATAL, 2022, p. 26).

⁴ “A área permeável do lote deverá ser destinada para espaços efetivamente verdes” (NATAL, 2022, Art. 59, § 3^o).

Tabela 2 — Cálculo de viabilidade do terreno

Variante	Fator	Aplicação à área do terreno (m ²)
Coeficiente de Aproveitamento (CA)	3,5	8.742,40
Taxa de Ocupação (TO)	Máx. 80%	1.998,26
Área Permeável	Mín. 10%	249,78



Fonte: Elaborado pela autora, com base no Plano Diretor de Natal (2022).

Ainda sobre as prescrições, o terreno projetual, localizado no bairro de Ponta Negra, Natal, se encontra em uma zona adensável (ZAd), especificamente na zona administrativa sul (RASul), possuindo um gabarito máximo para essa localidade de 140m, que se refere a:

“Menor distância entre a divisa do terreno e o limite externo da projeção horizontal da construção, em cada um dos seus pavimentos, não sendo considerada a projeção de beirais e marquises, denominando-se recuo frontal quando se referir aos limites com logradouros ou vias públicas e recuos de fundos e laterais, quando se referir às divisas com outros lotes” (NATAL, 2022, p. 26).

Por fim, a respeito dos recuos a legislação recomenda os seguintes dados:

Figura 33 — Recuos estabelecidos pelo Plano Diretor de Natal

		RECUOS						ANEXO Nº : II	
									
ZONAS ADENSÁVEIS	FRONTAL		LATERAL			FUNDOS			
	ATÉ O 2º PVTO.	ACIMA DO 2º PVTO.	TÉRREO	2º PVTO.	ACIMA DO 2º PVTO.	TÉRREO	2º PVTO.	ACIMA DO 2º PVTO.	
	3,00	3,00 + H/10	NÃO OBRIGATÓRIO	1,50 APLICÁVEL EM UMA DAS LATERAIS DO LOTE	1,50 + H/10	NÃO OBRIGATÓRIO	NÃO OBRIGATÓRIO	1,50 + H/10	

Fonte: Plano Diretor de Natal (2022).

5.3.2. Código de Obras e Edificações do Município de Natal

O Código de Obras de Natal é regido pela Lei Complementar Nº 055, de 27 de janeiro de 2004. Nele são abordadas e determinadas as diretrizes que estabelecem os ambientes de uma edificação, os qualificando como prolongados, transitórios e especiais. A lei defende que “todo compartimento da edificação deve ter dimensões e formas adequadas, de modo a proporcionar condições de higiene, salubridade e conforto ambiental, condizentes com a sua função e habitabilidade” (CÓDIGO DE OBRAS DE NATAL, pág.59). Como nas classificações apresentadas, também se estabelecem dimensões mínimas de um ambiente, bem como o direito admissível (Tabela 3).

Tabela 3 — Dimensões Mínimas de Ambientes voltados ao espaço escolar

Compartimento	Área Mínima (M ²)	Dimensão Mínima (M)	Pé Direito Mínimo (M)
Locais de estudo e trabalho	10,00	2,60	2,50

Fonte: Código de Obras de Natal (2004), editado pela autora.

Art. 141 - Consideram-se compartimentos de uso prolongado aqueles que abrigam as funções de dormir ou repousar, trabalhar, comercializar, estar, ensinar, estudar, consumir alimentos, reunir, recrear e tratar ou recuperar a saúde. **Art. 142** - Consideram-se compartimentos de uso transitório aqueles que abrigam as funções de higiene pessoal, de guarda e de troca de roupas, de circulação e de acesso de pessoas, de preparação de alimentos, de serviços de limpeza e manutenção e de depósito. **Art. 143** - Consideram-se compartimentos de uso especial àqueles que, além de abrigarem as funções definidas nos artigos 141 e 142, apresentam características próprias e peculiares, conforme sua destinação (CÓDIGO DE OBRAS DE NATAL, 2004, Art. 141, 142 e 143).

Ademais, no que se trata do conforto ambiental, ou seja, insolação, iluminação e ventilação, determinam-se que aberturas para a rua ou pátio em todas as acomodações, onde não podem ser inferiores a 1/6 do compartimento, no caso de ambientes de uso prolongado, porém, em locais de uso transitório, admite-se 1/8. No entanto, evidencia-se que são dispensadas aberturas nos seguintes casos:

I – corredores e halls de área inferior a cinco metros quadrados (5,00m²); II – compartimentos que pela sua utilização justifiquem a ausência dos mesmos, conforme legislação própria, mas que disponham de iluminação e ventilação artificiais; III – depósitos de utensílios e despensa. (Código de Obras de Natal, 2004, Art. 151).

Por fim, outro fator especificado pela norma, desrespeito a quantidade de vagas que configuram o uso da edificação e da via em que se insere. Como apresentado no item 4.2, o lote projetual escolhido para o projeto de uma escola voltada ao fundamental II, se situa entre vias locais. Nesse caso, o Código de Obras atribui as seguintes necessidades:

Quadro 5 — Lei Complementar N 055/00: Relação das edificações que geram tráfego (Escola de 1° grau)

Empreendimento	Vias			Exigências
	Arteriais	Coletoras	Locais	
Pré escola, creche, escola de 1° grau	1 vaga/ 70m ²	1 vaga/ 80m ²	1 vaga/ 90m ²	Embarque e desembarque, lixo

Fonte: Elaborado pela autora de acordo com o Anexo III do Código de Obras de Natal, 2004.

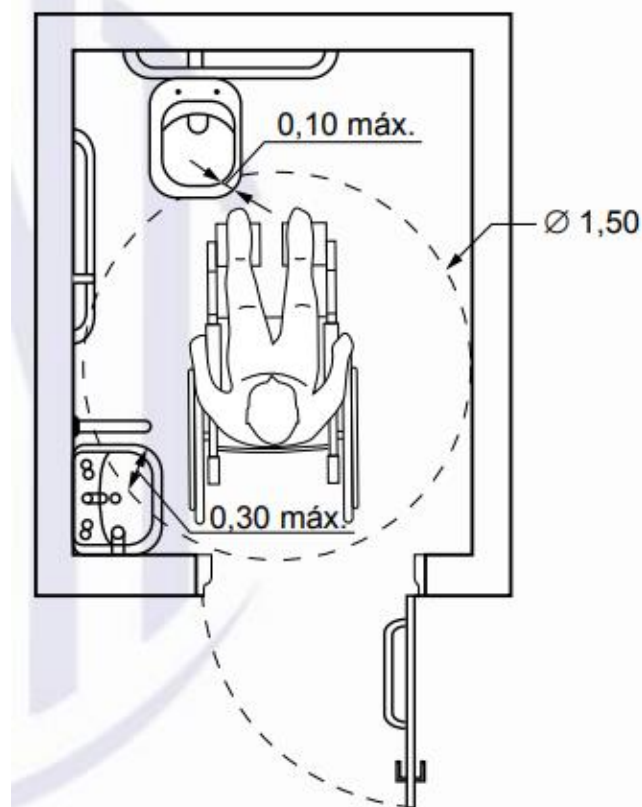
5.3.3. NBR 9050/2020: Acessibilidade em Edificações

A NBR 9050 (ABNT, 2020), em vigor desde o dia 03 de agosto de 2020, estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade. Sendo assim, apresenta diretrizes voltadas à adaptação do espaço para que todos possam utilizá-lo de forma fácil e acessível. Dessa forma, levando em consideração os parâmetros que se aplicam ao âmbito escolar, se realizou uma análise das principais exigências estabelecidas pela norma.

Portanto, analisando a norma de acessibilidade tem-se que, para edificações de uso coletivo, determina-se que o número mínimo de sanitários acessíveis com entradas independentes deve ser 5 % do total de cada peça sanitária, sendo no mínimo um sanitário acessível para cada sexo próximo a cada conjunto de sanitários para em cada pavimento, onde houver sanitário.

Nesse contexto, os banheiros devem se localizar em rota acessível, a porta deve possuir vão-livre mínimo de 0,80m, sendo admitido até 0,78m, com abertura para fora, como também a maçaneta deve ser do tipo alavanca e ser fixado, na parte interna da porta, um puxador horizontal com 0,40m de comprimento. Deve possuir sinalização de emergência (alarme sonoro e visual) próxima à bacia sanitária e a 0,40m do chão, e um espaço que possibilite o giro de 360° (diâmetro de 1,50m) de uma cadeira de rodas (Figura 34).

Figura 34 — Área de manobra no banheiro acessível



Fonte: NBR 9050, 2020.

As bacias e assentos sanitários acessíveis, devem possuir uma área de transferência ao lado (0,80m X 1,20m) e uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado. Quando houver parede lateral junto a bacia, deve possuir uma barra reta horizontal com comprimento mínimo de 0,80, a 0,75 m de altura do piso acabado e barra com comprimento mínimo de 0,70 m, posicionada verticalmente. Na parede do fundo, deve ser instalada uma barra reta e horizontal com comprimento mínimo de 0,80 m, posicionada a 0,75 m de altura do piso acabado.

No que diz respeito às circulações, é obrigatório que as áreas de qualquer espaço ou edificação de uso público ou coletivo possuam uma ou mais rotas acessíveis (trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos e internos de espaços e edificações, e que pode ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas). Ainda sobre as circulações, deve-se assegurar que circulações internas permitam passagem para cadeira de rodas, como, por exemplo, entre os móveis, com mínimo de 0,90m de largura. Além disso, as circulações devem possuir sinalização visual e tátil no piso indicando situações de risco.

Sobre as rampas, superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 %, com limite determinado na Tabela 4, recomenda-se a criação de áreas de descanso nos patamares, a cada 50 m de percurso, quando a inclinação se der entre 6,25 % e 8,33 %. Além disso, deve possuir uma largura estabelecida de acordo com base no fluxo de pessoas, sendo recomendável para as rampas em rotas acessíveis 1,50 m de largura, e um mínimo admissível de 1,20 m.

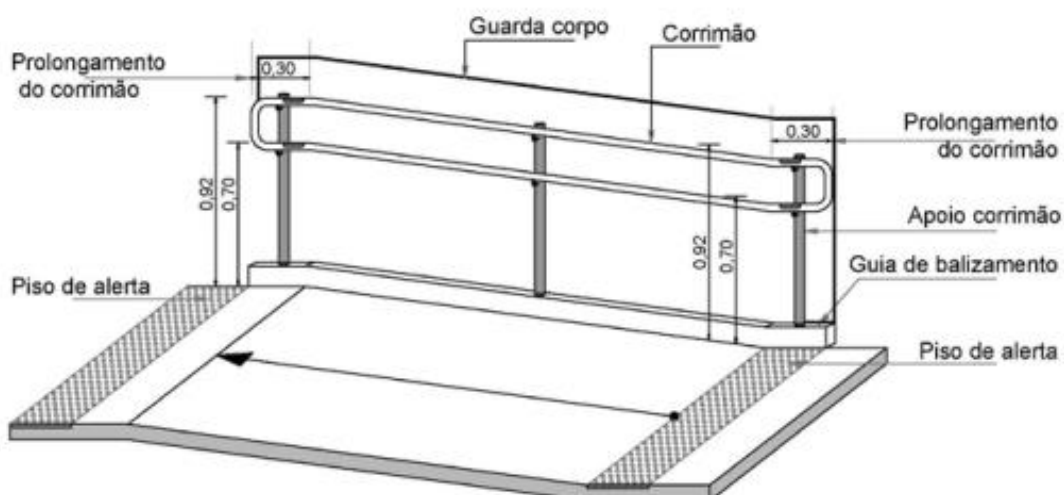
Tabela 4 — Dimensionamento de rampas

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h m	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i %	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	$5,00 (1:20) < i \leq 6,25 (1:16)$	Sem limite
0,80	$6,25 (1:16) < i \leq 8,33 (1:12)$	15

Fonte: NBR 9050, 2020.

Ainda sobre as rampas, devem possuir corrimão de duas alturas em cada lado (0,70 m e 0,92 m) (Figura 35), e na ausência de parede nas laterais, as rampas devem incorporar elementos de segurança, como guarda-corpo e corrimãos, guias de balizamento com altura mínima de 0,05 m, instalados ou construídos nos limites da largura da rampa.

Figura 35 — Corrimão em rampas



Fonte: NBR 9050, 2020.

A respeito das escadas é obrigatório sua associação a rampas ou equipamentos eletrônicos de transporte verticais, quando encontrarem-se em rotas acessíveis. Assim como as rampas, as escadas devem ser estabelecidas de acordo com o fluxo de pessoas, possuir corrimão instalado em duas alturas, e apresentar uma largura mínima, quando em rotas acessíveis, de 1,20 m, dispondo de guia de balizamento.

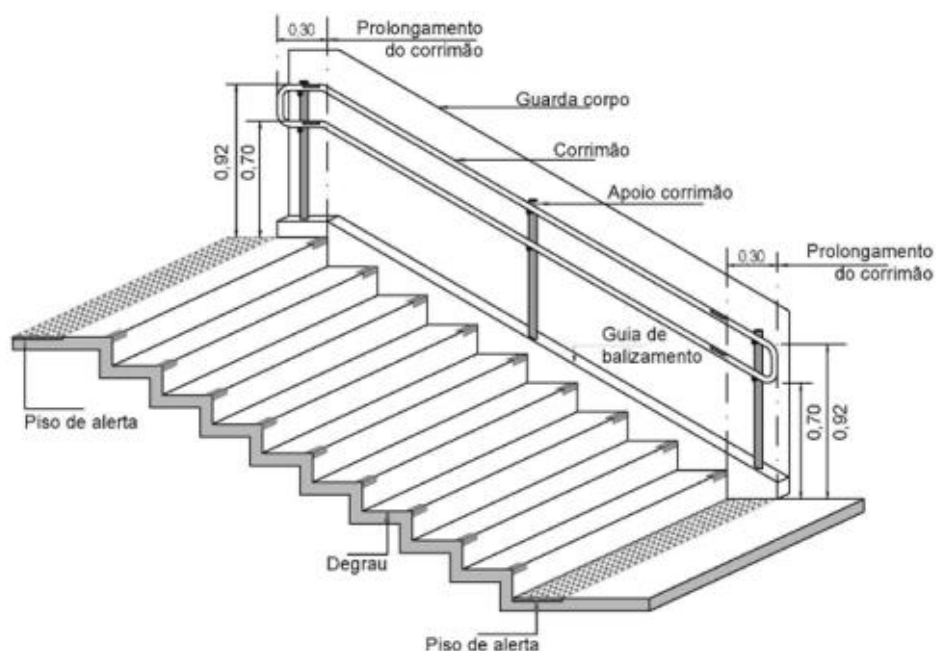
Sobre o dimensionamento da escada, em relação aos pisos e espelhos, devem ser constantes em toda a escada ou degraus isolados, atendendo às seguintes condições:

- a) $0,63 \text{ m} \leq p + 2e \leq 0,65 \text{ m}$
- b) pisos (p): $0,28 \text{ m} \leq p \leq 0,32 \text{ m}$
- c) espelhos (e): $0,16 \text{ m} \leq e \leq 0,18 \text{ m}$
- d) Onde:

p= Piso

e= Espelho

Figura 36 — Corrimão em escada



Fonte: NBR 9050, 2020.

Por fim, no que se refere às vagas reservadas, tem-se as destinadas a idosos e PPD (pessoas portadoras de deficiência), que por obrigatoriedade devem se encontrar posicionadas próximas das entradas, garantindo o menor percurso de

deslocamento. Já a respeito das vagas voltadas a PPD, devem contar com um espaço adicional de circulação com no mínimo 1,20 m de largura, caso não se situem próximas a faixa de pedestre, espaço esse que pode ser compartilhado por duas vagas. Além disso, deve estar localizada de forma a evitar a circulação entre veículos e possuir um percurso máximo de 50m entre a vaga e o acesso à edificação ou elevadores.

5.3.4. Instrução técnica de segurança contra incêndio e pânico

Com intuito de estabelecer critérios básicos à segurança contra incêndio nas edificações de todo o Estado do Rio Grande do Norte o Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico e a ABNT NBR 9077/2001, apresentam exigências que visam garantir os meios necessários ao combate a incêndio, evitar ou minimizar a propagação do fogo, facilitar as ações de socorro e assegurar a evacuação segura dos ocupantes das edificações.

Estas finalidades são determinadas de acordo com a localização, arranjo físico e construção das edificações, aliadas a instalação de sistemas de detecção, alarme e combate a incêndio. Com isso, para análise da norma, considera-se as diretrizes voltadas a edificações com altura entre nove e quinze metros, com área construída superior a 750 m², ou seja, deve-se atender às seguintes exigências para dispositivos de proteção:

Quadro 6 — Exigência conforme área construída e gabarito

Classificação	Exigências
IV - Edificações com altura entre nove e quinze metros, com área construída superior a 750 m ²	Prevenção fixa (hidrantes); Prevenção móvel (extintores de incêndio); Chuveiros automáticos (sprinkler) nas circulações e área comuns e nas dependências de risco "C"; Iluminação de emergência; Sinalização; Escada convencional; Instalação de hidrante público;

Fonte: Elaborado pela autora de acordo com o Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico Do Estado Do Rio Grande Do Norte.

Art. 16 - Para cálculo da área construída da edificação serão feitas as seguintes considerações: I- nas edificações com mais de um pavimento, a área construída total será o somatório das área dos pavimentos, não sendo computados as sobrelojas e mezaninos com área inferior a trinta metros quadrados (30 m²); II- para o cálculo da área construída será considerada a área de projeção de marquises e beirais para o pavimento térreo, desde que ultrapassem um metro (1m) de projeção, para os demais pavimentos o cálculo será pela projeção da área externa da alvenaria; III- jardins,

pergolados, espelhos d'água, tanques, piscinas e outras instalações similares, não serão computadas como área construída;
 Art. 17 - Para cálculo da altura da edificação serão feitas as seguintes considerações: I- a altura da edificação será compreendida pela diferença de cota entre o nível do solo no acesso à edificação e a laje do piso do último pavimento, diferenciando-se para a questão de edificação predominantemente térrea (Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico Do Estado Do Rio Grande Do Norte);

Em relação aos acessos, com apresentado no Quadro 6 — Exigência conforme área construída e gabarito, uma das exigências na circulação vertical, é a escada convencional de segurança, classificada conforme o gabarito da edificação, devendo atender as exigências, como, por exemplo: Possuir lances retilíneos não se permitindo degraus em leque; Os pisos dos degraus ou patamares devem ser revestidos com materiais antiderrapantes; A largura mínima da escada deverá ser de um metro e vinte centímetros (1,20m); Corrimãos em ambos os lados com altura entre setenta e cinco e oitenta e cinco centímetros (75 a 85 cm) do piso, fixados na face interior, largura máxima de seis centímetros (6,0 cm) com afastamento de quatro centímetros (4 cm) da face das paredes.

Por fim, tem-se as classificações e especificações a respeito dos dispositivos destinados a combater princípios de incêndio, ou seja, os hidrantes e extintores de incêndio.

Os hidrantes são pontos de suprimento d'água de uma rede fixa de proteção contra incêndio das edificações, dotados de reservatório, bomba, válvulas, tubulações, registros, mangueiras e esguichos, capazes de proporcionar a extinção de incêndios (Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico Do Estado Do Rio Grande Do Norte, p.23).

Esse tipo de dispositivo se dá por meio do abastecimento da rede, ocorrendo através de um reservatório elevado, preferencialmente, ou por reservatório subterrâneo. Diferente dos hidrantes, têm-se os extintores de incêndio que são dispositivos portáteis com três tipologias: I - água pressurizada (AP), II- pó químico (PQ), III - gás Carbônico (CO₂). Dessa forma, atuam conforme a classificação dos tipos de incêndios, estabelecidos em quatro classes.

Quadro 7 — Relação dos tipos de Incêndio com o respectivo extintor

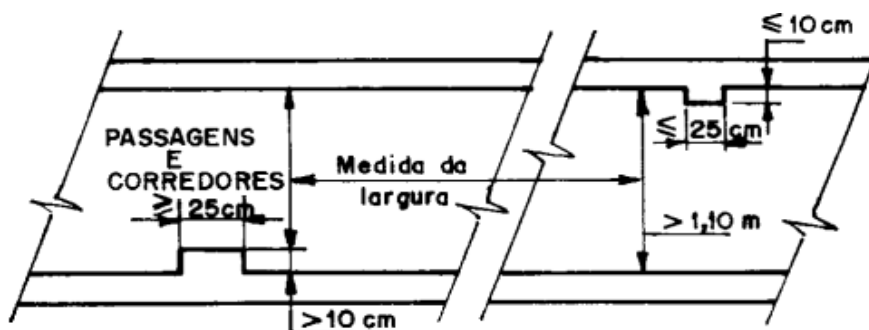
Tipos de Incêndio	Definição	Extintor de incêndio a ser utilizado
Incêndio de classe "A"	Combustão de materiais sólidos (papel, madeira, tecido, couro, etc.), que tenham como características formação de	I - Água pressurizada (AP)

	brasas e grande quantidade de resíduos, sendo utilizado o resfriamento como técnica de extinção	
Incêndio de classe "B"	Combustão de líquidos inflamáveis e derivados de petróleo (gasolina, álcool, diesel, gás sob pressão, etc.), que tenham como característica a queima na superfície de contato com o ar, sendo utilizado o abafamento como técnica de extinção	II- Pó químico (PQ) III - gás Carbônico (CO ₂)
Incêndio de classe "C"	Combustão em equipamentos elétricos energizados, que tenham como característica o risco de descarga elétrica, sendo utilizadas substâncias não condutoras de eletricidade para sua extinção	II- Pó químico (PQ) III - gás Carbônico (CO ₂)
Incêndio de classe "D"	Incêndio de classe "D": combustão de metais pirofóricos (magnésio, sódio, carbureto, etc.) Que exigem agentes extintores capazes de não reagir quimicamente com esses metais, promovendo sua extinção	—

Fonte: Elaborado pela autora de acordo com o Código De Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico Do Estado Do Rio Grande Do Norte.

Por fim, a respeito das circulações (Figura 37 — Medida da largura em corredores e passagens), a NBR 9070, determina que a largura e quantidade das saídas de emergência devem ser dimensionadas em razão da quantidade de pessoas que por ela devem transitar, de forma que a largura mínima pela norma é estabelecida como de 1,20m (um metro e vinte centímetros). Além disso, deve obedecer a um pé direito mínimo de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros), com exceção de elementos ou obstáculos como vigas, vergas ou portas, cuja altura mínima deve ser de 2,10m (dois metros e dez centímetros). Por fim, deve-se garantir a sinalização e iluminação nesses espaços.

Figura 37 — Medida da largura em corredores e passagens



Fonte: ABNT NBR 9077 (2001).

5.4. ANÁLISE DO ENTORNO IMEDIATO

Na análise do entorno, foram verificados parâmetros necessários para compreensão do contexto urbano em que o lote projetual se insere. Com isso, através de um raio de 200m, analisou-se o uso e ocupação e o gabarito das edificações

próximas, assim como também a presença de áreas verdes e a composição do sistema viário.

A respeito do uso e ocupação das edificações de entorno, observa-se uma predominância residencial na área, com apenas 3 (três) incidências de serviço e 1 (um) de comércio, característica atrativa por se tratar de um projeto de cunho escolar. Sendo assim, caracteriza-se como uma delimitação de baixa densidade demográfica e fontes externas de ruído com baixa intensidade sonora.

Dessa forma, apresenta-se o mapa de uso e ocupação (Figura 38), fonte das análises expostas anteriormente, separando a classificação das edificações existentes em residenciais, comerciais e serviço, expondo também a presença das vegetações.

Figura 38 — Mapa de uso e ocupação

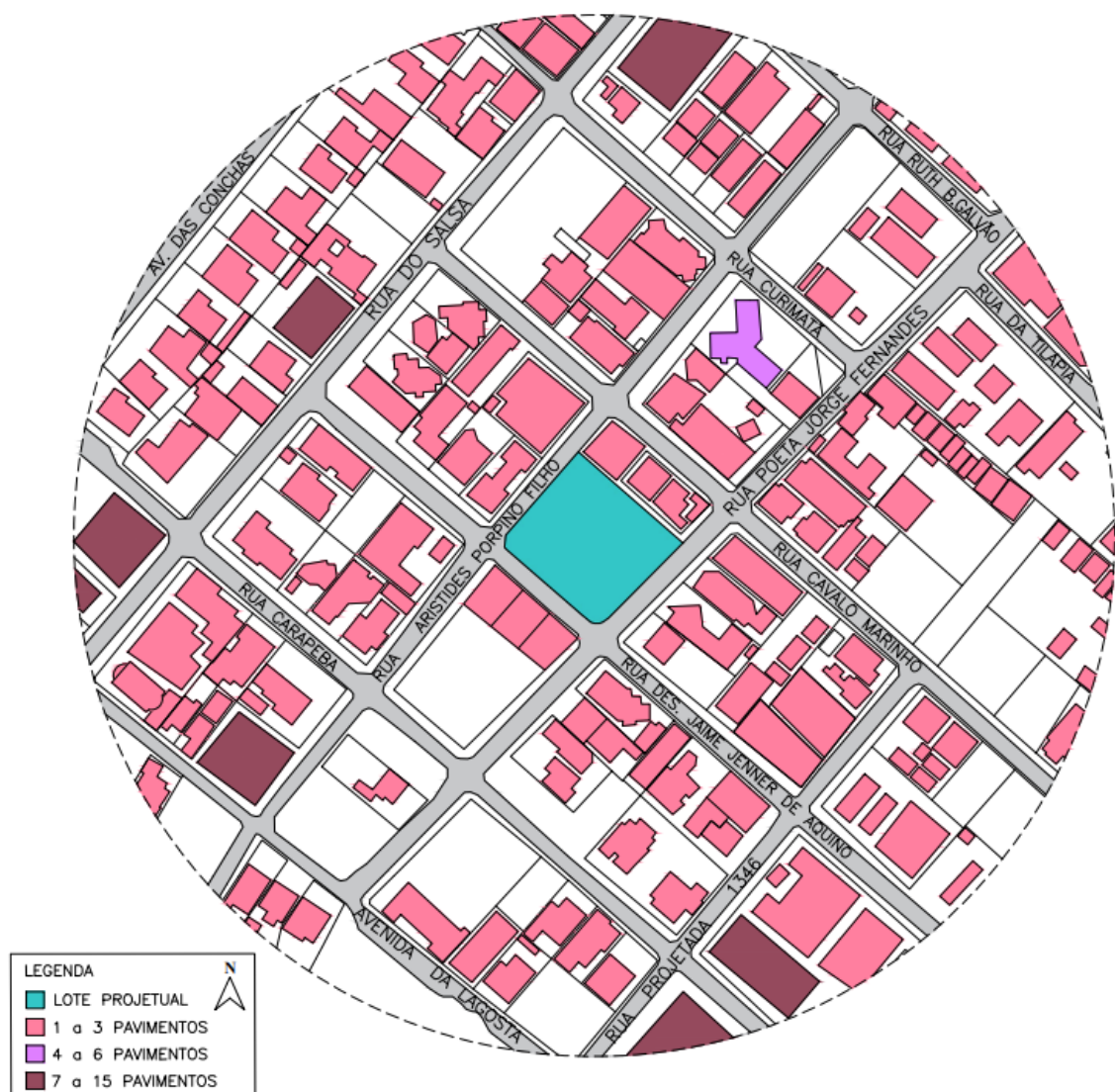


Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

A fim de expor as alturas das edificações próximas, dentro do contexto de entorno, observa-se uma predominância de residências térreas com até 2 (dois) pavimentos, com baixa incidência de edifícios verticais, característica essa benéfica ao conforto ambiental, sem barreiras físicas, pois a altura dos elementos construídos influencia diretamente na ventilação e incidência de luz natural para edificação.

Na Figura 39 apresenta-se o mapa de gabarito, onde tem-se a comprovação das características mencionadas, classificando as construções de acordo com sua quantidade de pavimentos.

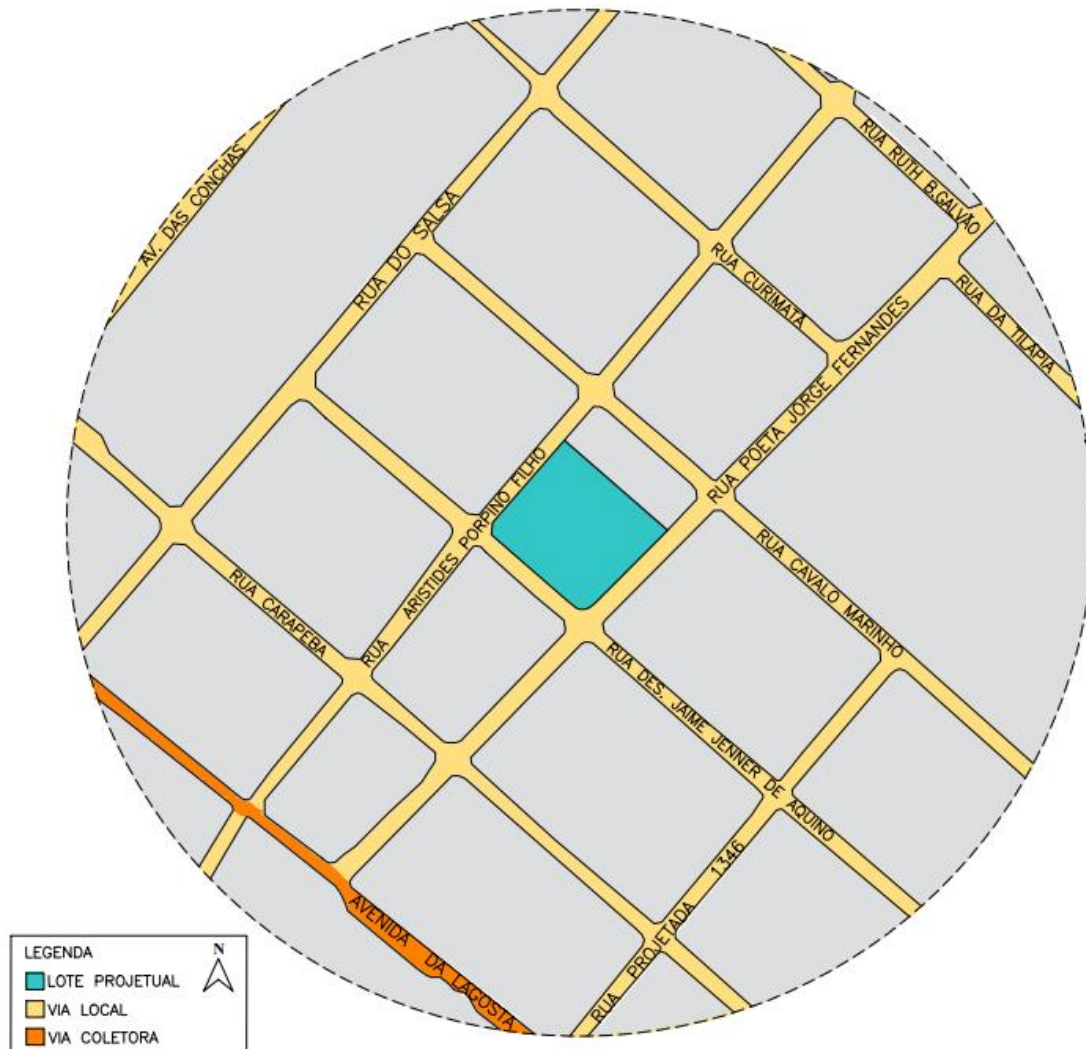
Figura 39 — Mapa de gabarito



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Por fim, no que se diz respeito ao sistema viário do entorno, tem-se a predominância de vias locais, compatível com o resultado da pressão sonora levantado por Florêncio (2018) em seu mapeamento sonoro de Natal/RN, onde apresenta um valor que varia entre 55 e 65 dB. Na Figura 40, representa-se através do mapa viário, a disposição do lote projetual diante das vias do seu entorno.

Figura 40 — Mapa viário



Fonte: Elaborado pela Autora, 2023.

Sendo assim, subentende-se a compatibilidade com o objetivo de inserir a edificação escolar em um contexto adequado acusticamente ao uso, auxiliando desde sua localização, e o planejamento do conforto acústico ao projeto a ser desenvolvido.

6. PROPOSTA PROJETUAL

Nesse item, se iniciam as diretrizes projetuais, ou seja, uma compilação de características e definições de projeto que nortearão o projeto. Aqui se apresentam o conceito e o partido arquitetônico, os ambientes que irão compor a escola, assim como suas áreas mínimas, o produto arquitetônico final e suas abordagens técnicas e visuais, como plantas arquitetônicas e perspectivas.

6.1. CONCEITO E PARTIDO

Tendo em vista como foco projetual, a execução de uma escola voltada ao ensino fundamental II, que tenha como foco o conforto do usuário, objetivando-se espaços acolhedores, coloridos, convidativos e a integração da edificação com a natureza, o presente projeto adota como conceito: o ambiente lúdico e verde associado à qualidade sonora.

Dessa forma, tem-se como partido um projeto que fará uso de cores, materiais que auxiliem na etapa criativa e disponham de características físicas que podem beneficiar o isolamento e condicionamento acústico externo e interno aos ambientes da escola. Ainda sobre o partido, a edificação possuirá áreas de vegetação em todo seu entorno e em espaços internos, visando um ambiente restaurador.

Sendo assim, escolha do conceito e partido se dá pela busca por um projeto voltado à arquitetura escolar, com qualidade acústica que admita uma aprendizagem e produtividade de alto desempenho, onde o ambiente seja visto como ferramenta auxiliar do ensino, dispondo de um condicionamento e isolamento adequado.

6.2. PROGRAMA DE NECESSIDADE E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Para elaboração do programa de necessidade utilizou-se como base o Manual de elaborações técnicas, para elaboração de projetos de edificações escolares, no caso, voltado ao fundamental (FNDE, 2017), o qual está em desenvolvimento pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), e relaciona a quantidade de alunos às medidas dos ambientes que compõem a escola.

Além disso, também se utilizaram os parâmetros determinados pela base nacional comum curricular, apresentados pelo Ministério da Educação (MEC). Nesse

questo, ressalta-se a composição da grade curricular obrigatória nas turmas de ensino fundamental II: língua portuguesa, matemática, ciências naturais, geografia, história, arte e educação física.

Outros aspectos levados em consideração para elaboração do programa, foram os referenciais analisados, observando as seguintes características:

Quadro 8 — Relação das características dos referenciais aplicadas

Estudo referencial	Diretrizes adotadas
Maristinha (Marista Natal)	Predominâncias dos ambientes de aula no pavimento superior
Projeto Padrão Escola 9 Salas	Ambientes de mesmo setor localizados de forma próxima
Colégio Positivo Internacional	Predominâncias dos ambientes de aula no pavimento superior; Biblioteca com permeabilidade visual.
Escolas que inovam	_____

Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, tendo em vista uma melhor compreensão, os ambientes foram dispostos de acordo com sua classificação, sendo elas: administrativa, aprendizagem, alimentação, serviço, higiene, atividades externas e áreas externas, como apresentado a seguir (Tabela 5 — Programa de necessidade e Pré-Dimensionamento).

Tabela 5 — Programa de necessidade e Pré-Dimensionamento

Ambientes	Quantidade	Área Mínima
Ambientes Administrativos		
Recepção/ Atendimento ao Público	1	12m ²
Diretoria	1	10m ²
Secretaria/ Orientação	1	18m ²
Coordenação Pedagógica	1	10m ²
Sala de Professores	1	20m ²
Sala de recursos multifuncionais	1	10m ²
Almoxarifado/ Depósito	1	5m ²
Ambientes de Aprendizado		
Salas de Aula (6° ao 9° ano) (30 lugares)	4	45m ²

Sala multiuso/ Sala de Arte (30 lugares)	1	55m ²
Biblioteca/ Sala de Leitura (30 lugares)	1	100m ²
Laboratório de Informática (30 lugares)	1	55m ²
Laboratório de Ciências (30 lugares)	1	55m ²
Auditório (100 lugares)	1	200m ²
Ambiente de Alimentação		
Cantina	1	10m ²
Refeitório	1	100m ²
Dispensa	1	3m ²
Copa	1	8m ²
Ambientes de Serviço		
Área de Serviço	1	7m ²
Depósito para materiais de limpeza (DML)	1	5m ²
Depósito de lixo orgânico e reciclável	1	2,50m ²
Depósito de material esportivo	1	8m ²
Ambientes de Higiene		
Vestiário funcionário (Feminino e Masculino)	1	7m ²
Sanitário feminino coletivo	1	14m ²
Sanitário masculino coletivo	1	14m ²
Sanitários feminino acessível	3	3,20m ²
Sanitários masculino acessível	3	3,20m ²
Ambientes para Atividades Externas		
Quadra Esportiva	1	180m ² (10x18x5,5m)
Pátio Coberto	1	52m ² (1/3 da soma das áreas das salas de aula)
Áreas Externas		
Estacionamento	1 vaga/ 90m ²	-----
Área de embarque e desembarque	1	-----
Área de carga e descarga	1 vaga	-----
Área estimada		1.159,70m²

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, tendo em vista o exposto na tabela anterior, tem uma estimativa de área que corresponde a aproximadamente 46,43% da área do terreno.

6.3. FLUXOGRAMA E ORGANOGRAMA

O fluxograma, apresentado na Figura 41, trata da estratégia organizacional dos ambientes, de forma de auxiliar na compreensão da composição dos ambientes relacionados ao projeto escolar. Cada setor foi separado por cor, de forma a auxiliar na visualização e compreensão do fluxo.

Figura 41 — Fluxograma



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Já o organograma apresentado na Figura 42, dispõe dos níveis de acesso de cada ambiente, demonstrando os tipos de usuários (alunos, pais, professores e funcionários) e os espaços que cada um pode usufruir. Foi organizado com

intensidade de cores que iniciam da clara à escura, representando o limite de restrição.

Figura 42 — Organograma



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

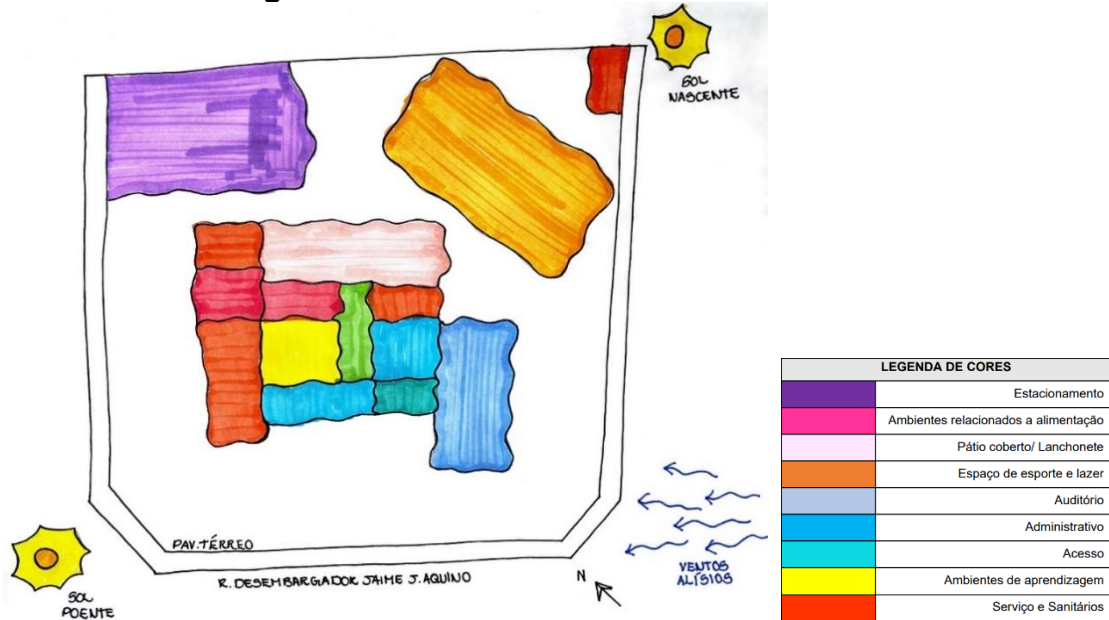
Sendo assim, tem-se uma organização conforme os níveis de acesso de cada ambiente e de acordo com a intensidade do uso quando possível, criando um espaço funcional com disposição adequada dos ambientes conforme o uso da edificação.

6.4. ZONEAMENTO E SETORIZAÇÃO: EVOLUÇÃO DA PROPOSTA

Após as análises das condicionantes projetuais e definição das diretrizes de projeto, tais como programa de necessidade e fluxograma, se deram os estudos a respeito do zoneamento do projeto. A princípio, a organização dos espaços se configura de forma a estabelecer um fluxo funcional e organizado de acordo com os usuários, priorizando as áreas de melhor conforto térmico para salas de maior permanência, como salas de aula, fazendo uso ambientes de serviço dispostos no lado oeste como proteção a esses espaços.

Tem-se como zoneamento inicial a seguinte disposição (Figura 43), priorizando o setor administrativo à frente da edificação, setores de serviço no lado oeste, biblioteca ao centro e na parte posterior do terreno, espaço voltado para a prática de educação física a leste e estacionamento a oeste.

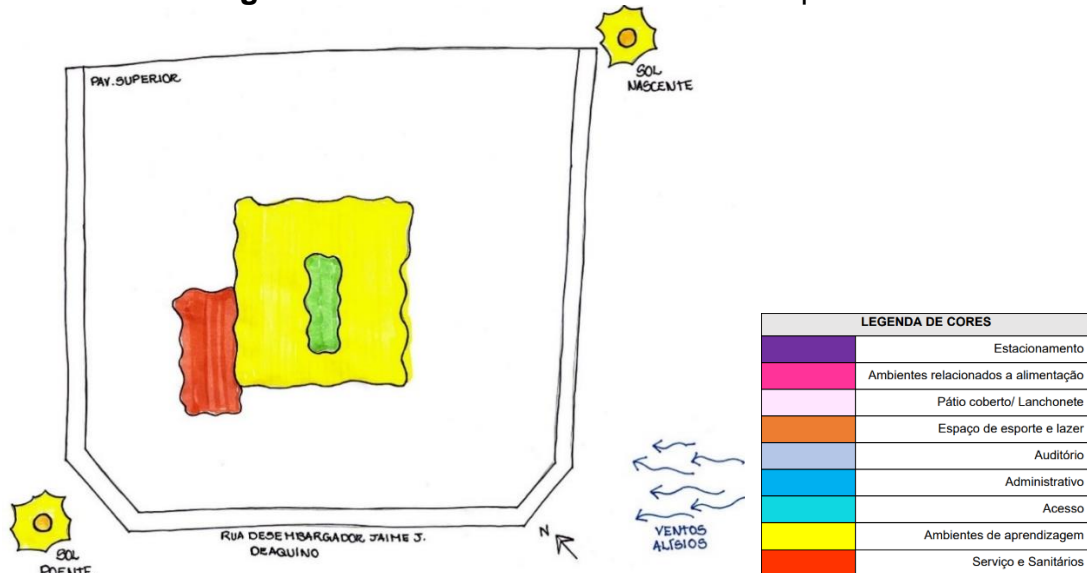
Figura 43 — Zoneamento inicial: Pav. Térreo



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Já no zoneamento do pavimento superior (Figura 44), se priorizaram as salas de aula e laboratórios, tornando um andar mais privativo aos ambientes de aprendizagem, visando também uma qualidade acústica para as salas, longe das circulações gerais ou cantina.

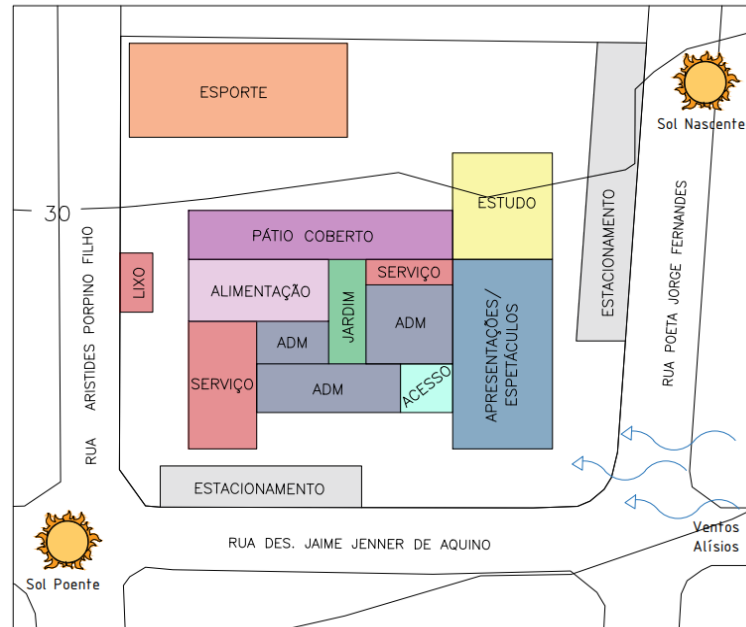
Figura 44 — Zoneamento inicial: Pav. Superior



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

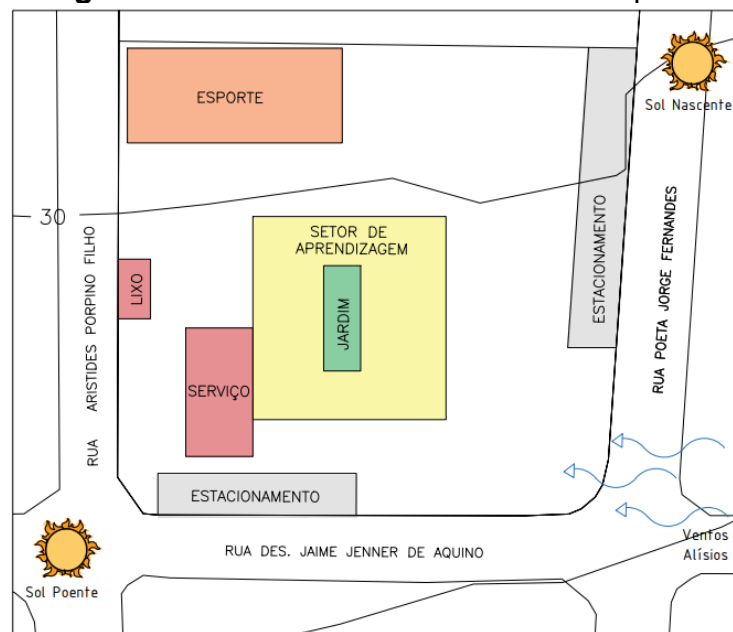
No entanto, a partir de novas análises e estudos a respeito do posicionamento dos ambientes, sentiu-se a necessidade de uma melhor reformulação do zoneamento do pavimento térreo, onde optou-se por dispor o estacionamento no contorno do lote, de forma a aproveitar ao máximo o terreno, assim se inverteu à quadra para o lado esquerdo e para o ambiente de estudo, buscou-se um lugar com visibilidade. Dessa forma, a seguir têm-se os zoneamentos finais do projeto (Figura 45 e Figura 46).

Figura 45— Zoneamento Final: Pav. Térreo



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

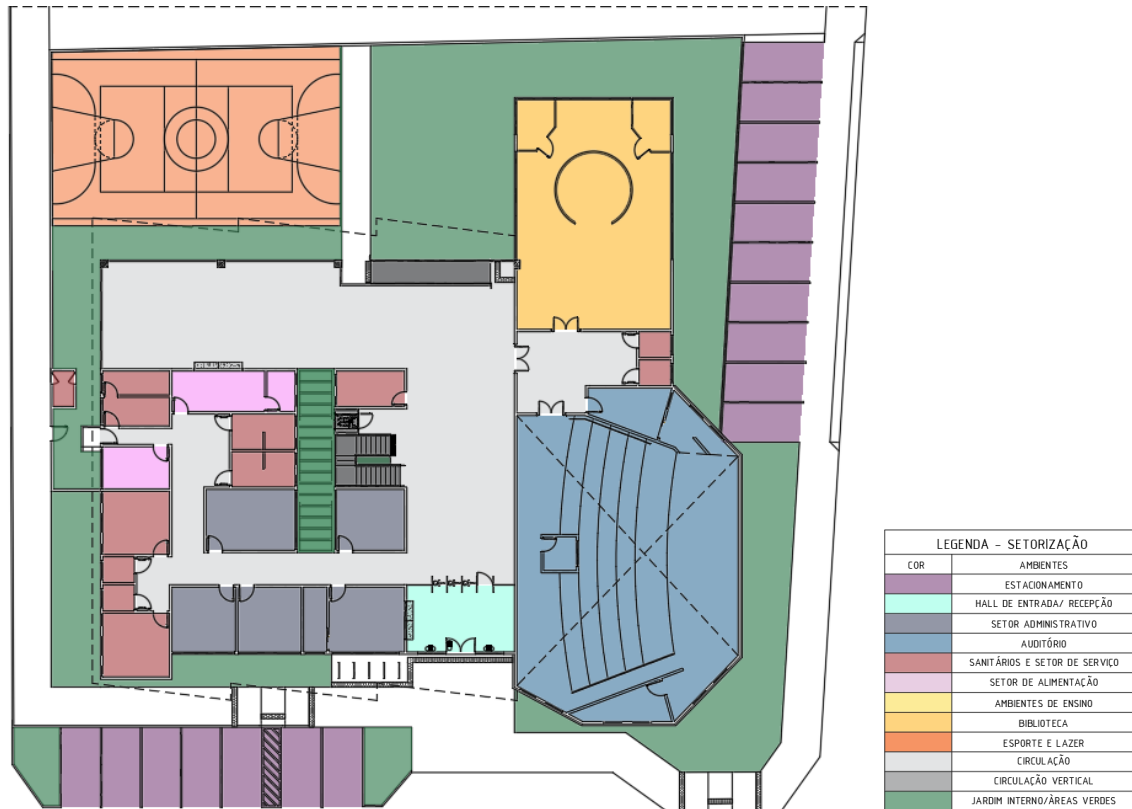
Figura 46 — Zoneamento Final: Pav. Superior



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Sendo assim, a partir do zoneamento, criou-se a setorização do pavimento térreo (Figura 47) um contexto privativo ao setor administrativo e associação da biblioteca ao auditório, com um foyer em comum, estabelecendo um melhor isolamento acústico a esses espaços que demandam da baixa influência de ruídos externo para seu funcionamento, além de um condicionamento acústico de qualidade.

Figura 47 — Setorização final: Pav. Térreo

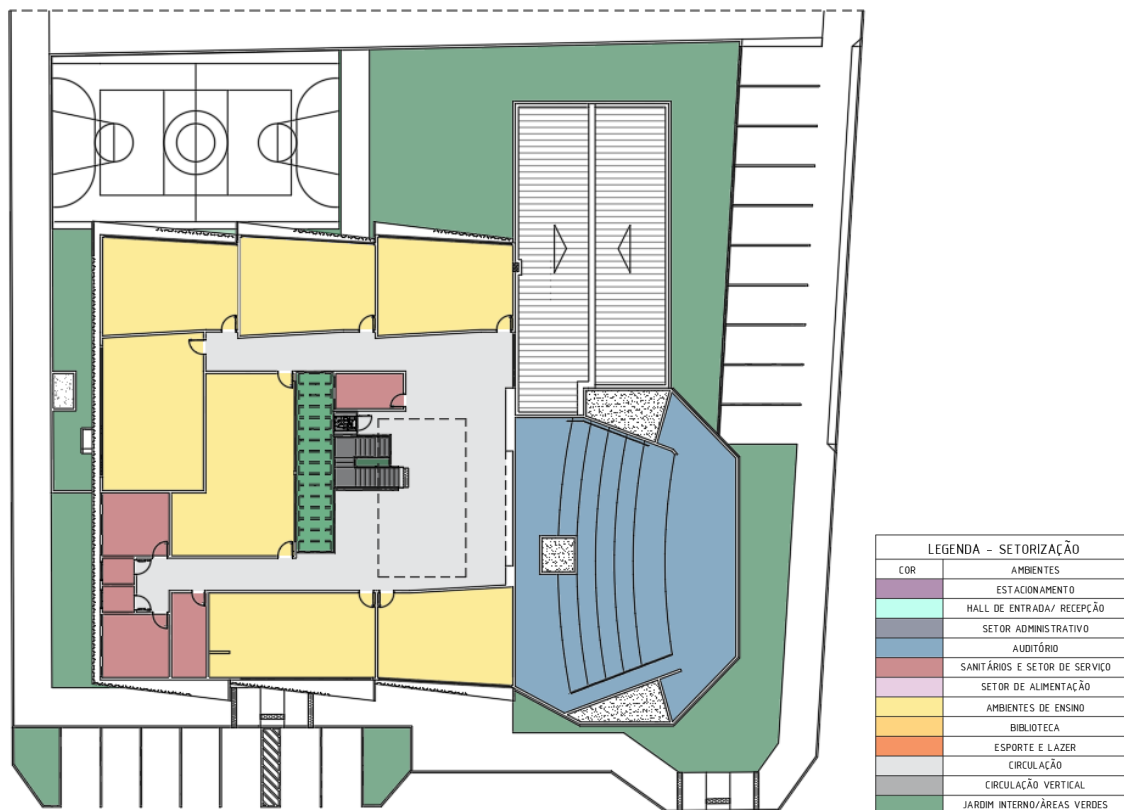


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Nesse caso, observa-se a aproximação dos ambientes de mesmo setor, visando a criação de núcleos e estabelecendo uma relação de funcionalidade aos usuários, pelo rápido acesso entre eles e criação de espaços privativos aos funcionários. Além disso, tem-se a proximidade do acesso principal ao setor pedagógico (Secretaria, direção e coordenação), com visor de atendimento para secretaria, tendo em vista agilizar os processos de atendimento ao público (pais e responsáveis).

Ao pavimento superior (Figura 48) configura-se o núcleo de aprendizagem, com a concentração das salas de aula, laboratórios e sala multiuso/artes, um contexto voltado aos alunos, com espaço para interação e socialização entre turmas.

Figura 48 — Setorização final: Pav. Superior



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Após o exposto, tem-se que a organização dos espaços se estabelece de forma funcional, originando um fluxo contínuo sem a criação de conflitos para a circulação dos usuários, facilitando o acesso aos ambientes, e segregando os espaços que se configuram com funções similares.

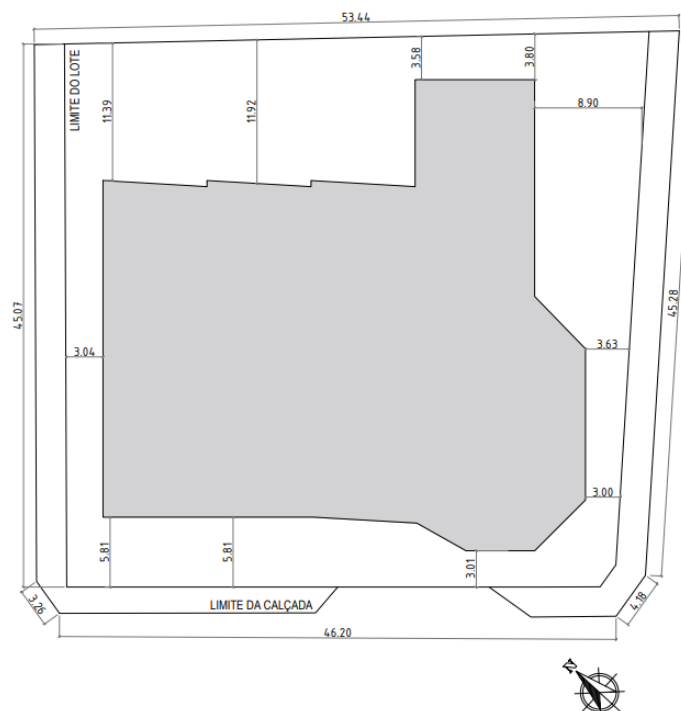
7. O PROJETO: ESCOLA DE FUNDAMENTAL II COM ÊNFASE EM CONFORTO ACÚSTICO

Através dos estudos realizados, o projeto se deu de forma a buscar um espaço funcional e proporcional ao seu público alvo, lúdico e atrativos aos estudantes e funcionários, além de estabelecer um conforto ambiental de qualidade, com foco no conforto acústico para o ensino.

Sendo assim, os ambientes foram dispostos de acordo com seus níveis de acesso, e de acordo com suas necessidades em relação a intensidade de ruídos, priorizando a separação de ambiente ruidosos dos que demandam de pouco ruído, tais como auditório e salas de aula, quando não possível, estabelecendo soluções que favorecem os mesmos.

Em todo o entorno do projeto, aplicou-se uma integração com vegetação, visando melhor qualidade térmica para as faces da edificação, além de trazer privacidade aos ambientes administrativos localizados à frente do prédio. No entorno também, se dispuseram as vagas de estacionamento visando menor ocupação do terreno, ou seja, não foi previsto acesso de veículos à escola, para isso estabelecendo os seguintes recuos, a seguir tem-se a configuração dos recuos (Figura 49).

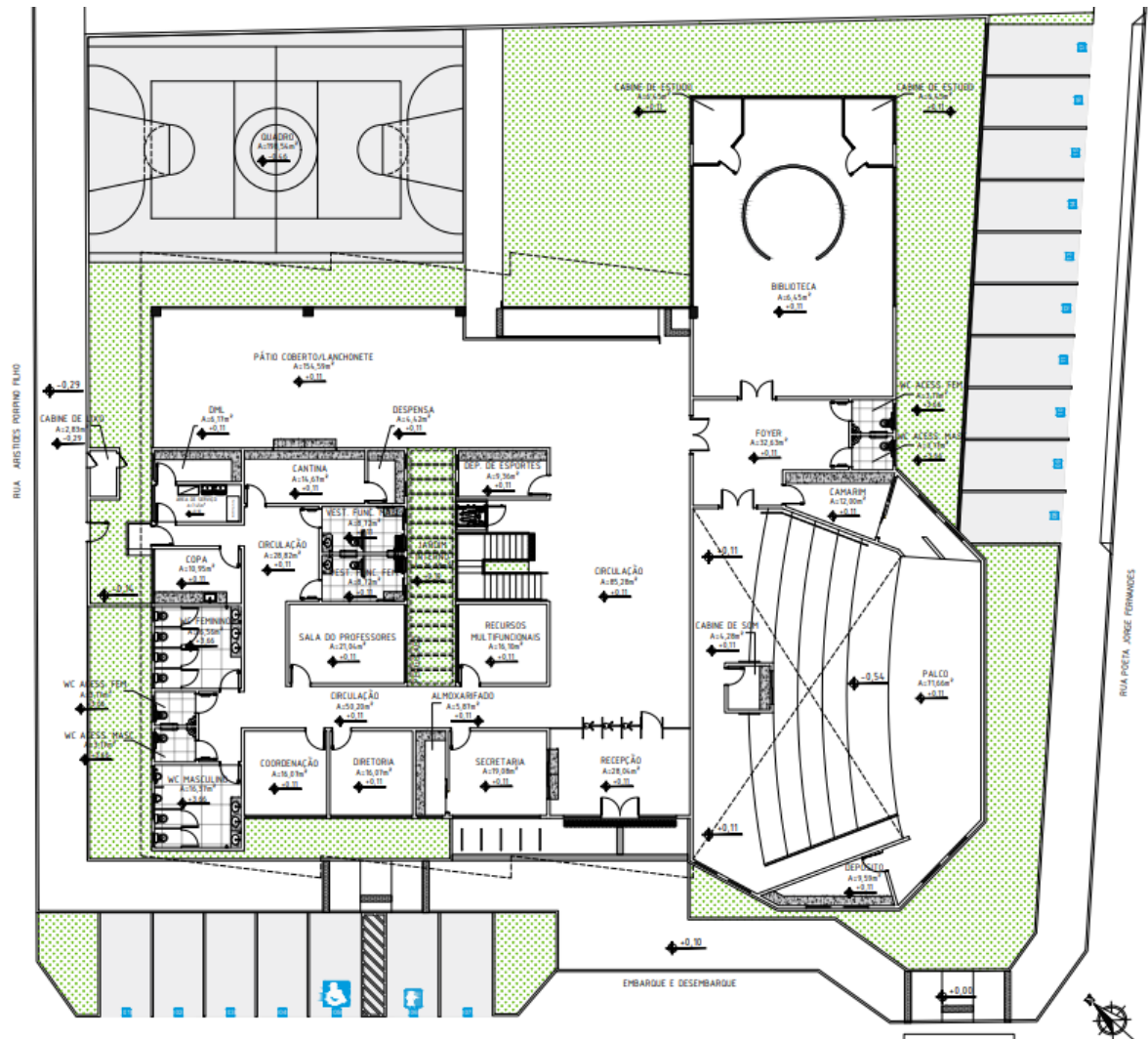
Figura 49 — Planta de Recuos



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Sobre o primeiro pavimento (Figura 50), tem-se a concentração das áreas administrativas próximas aos ambientes de serviços, tendo em vista uma configuração que fornece privacidade aos funcionários e professores, além de um acesso externo direto ao setor de serviço e alimentação, pela lateral da escola.

Figura 50 — Pavimento Térreo



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Outro aspecto se dá pela circulação principal, ampla e espaçosa, que dá acesso a todos os setores, entre eles o contexto gerado para a biblioteca e auditórios, espaços esses acessados por um foyer que fornece melhor isolamento aos ambientes.

Em relação aos sanitários coletivos e ambientes de serviço associados ao posicionamento do muro que delimita o terreno, tem-se os posicionamentos de forma

a proteger os ambientes de longa permanência da incidência solar direta, como, por exemplo, os espaços pedagógicos e administrativos, característica essa que se repete no pavimento superior.

Na parte posterior do projeto, onde se voltam os ambientes da lanchonete e biblioteca, tem-se uma integração visual com a vegetação, trazendo amplitude para os espaços, principalmente na área para lanches, com característica aberta e acesso direto ao ar livre

Ainda sobre o pavimento térreo, na área externa à edificação, as vagas para estacionamento foram posicionadas de forma a ocupar o mínimo do espaço do terreno por possuir uma metragem limitada, o que também possibilitou a implantação de uma quadra para realização de atividades físicas e lazer, adotando o tamanho de uma quadra pequena com 18x10m de acordo com a Elasta, empresa de São Paulo que trabalhada diretamente com o fornecimento e instalação de pisos de proteção para indústria, pisos para quadras esportivas e pisos para áreas de fitness (academia)/Playground.

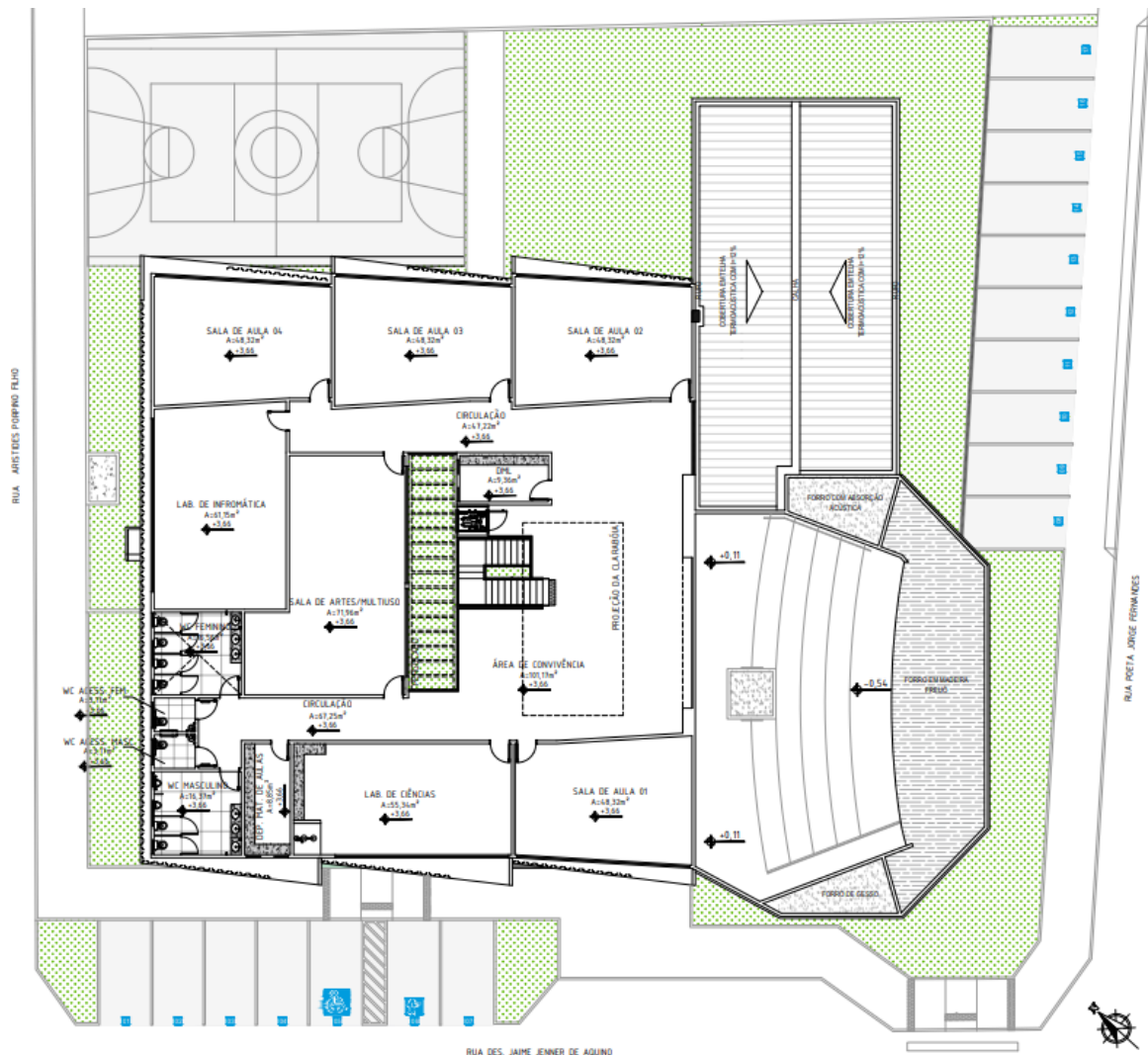
Sendo assim, tem-se uma quadra não oficial no quesito de competições esportivas, devido ao terreno compacto, disposta apenas para utilização para fins educacionais e de lazer.

Sobre o pavimento superior (Figura 51), espaço determinado para os ambientes de aprendizagem, ou seja, salas de aula, laboratórios e sala multiuso, visando um contexto focado nos alunos e professores. As salas se posicionam voltadas a uma área de convivência central em comum, criada para interação entre alunos, com iluminação e ventilação natural por meio de claraboia em metal e vidro e cobogó, visando uma sensação de conforto e pertencimento aos alunos.

Em relação a quantidade de salas de aula, 4 salas, voltadas às turmas de 6º ao 9º ano, devido ao terreno compacto e necessidade de um projeto adequado acusticamente, além de funcional, optou-se pela utilização do mínimo de salas tendo em vista concentrá-las, em maioria, longe das vias, evitando o alto contato com ruídos urbanos, principalmente de tráfego, e assim também possibilitar espaços livres para socialização. Dessa forma, as salas funcionam por turno (matutino e vespertino), sendo uma turma por ano acadêmico.

Outro aspecto a ser ressaltado em relação às salas de aula, se trata dos seus aspectos irregulares das paredes, evitando o paralelismo e auxiliando em seu condicionamento acústico, pois remete ao controle da reflexão do som, como observado na imagem a seguir.

Figura 51 — Planta Técnica: Pav. Superior



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dispondo dessas informações, em relação ao terreno, optou-se por uma movimentação de terra associada a um aterro na parte posterior da edificação, diminuindo a inclinação, possibilitando melhor usabilidade da área, possibilitando a instalação da quadra e aproveitamento do corte de terra realizado no auditório para criação dos desníveis na plateia.

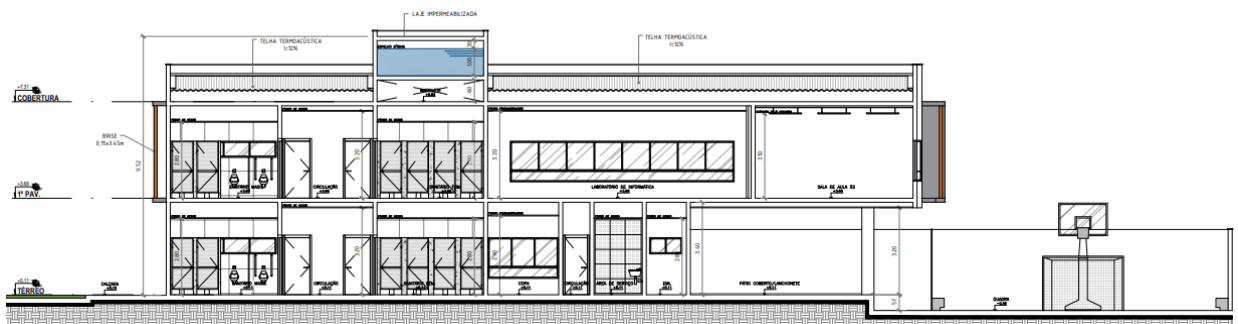
Sendo assim, a partir do que foi exposto, a seguir serão apresentados os cortes longitudinal e transversal para compressão das alturas do pé direito, níveis de piso e

esquadrias utilizadas nos ambientes, além da demonstração da posição da caixa d'água.

7.1. CORTES E FACHADAS

Os cortes a seguir se posicionam de forma a cruzar ambientes como sanitários, áreas de serviço, copa, auditório, circulação vertical, tipos de forro, na maioria dos ambientes em material fonoabsorvente, e a caixa d'água situada acima do sanitário coletivo feminino, como representada na Figura 52, sendo também possível visualizar o desnível do terreno, de 58 cm do nível da edificação para a área externa onde se situa a quadra e áreas verdes, uma integração da natureza para os usuários.

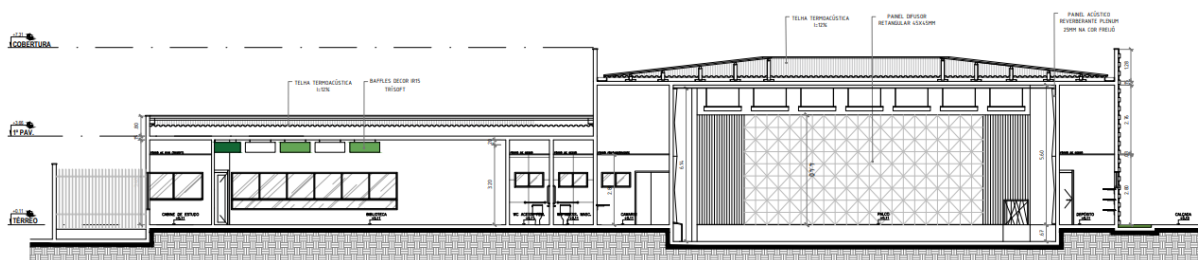
Figura 52 — Corte A



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No corte B (Figura 53), demonstra-se a relação longitudinal entre os ambientes da biblioteca e do auditório, separado por um foyer que contém dois banheiros direcionados a esses espaços, gerando uma área de decompressão, onde o usuário adentra antes de acessar o ambiente desejado, evitando que o ruído externo interfira nas atividades dos mesmos, auxiliando assim no isolamento acústico.

Figura 53 — Corte B

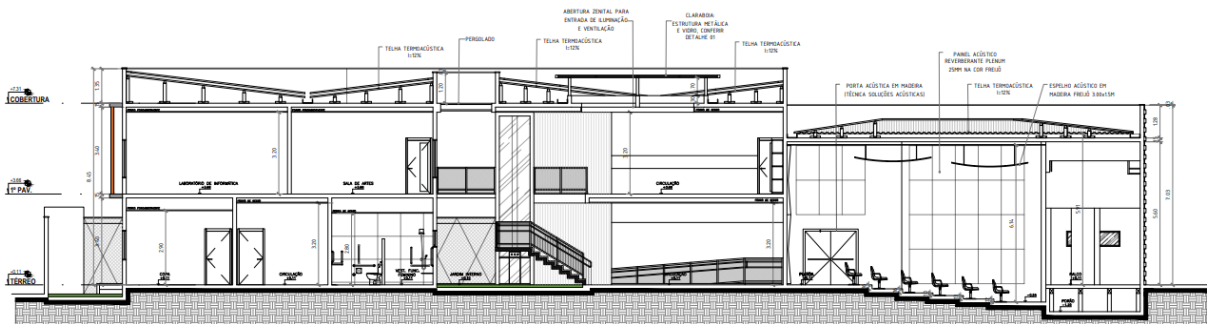


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Para o corte C, tem-se a relação das aberturas zenitais da edificação, o jardim interno e a claraboia em estrutura metálica e vidro (Figura 55 — Detalhe claraboia)

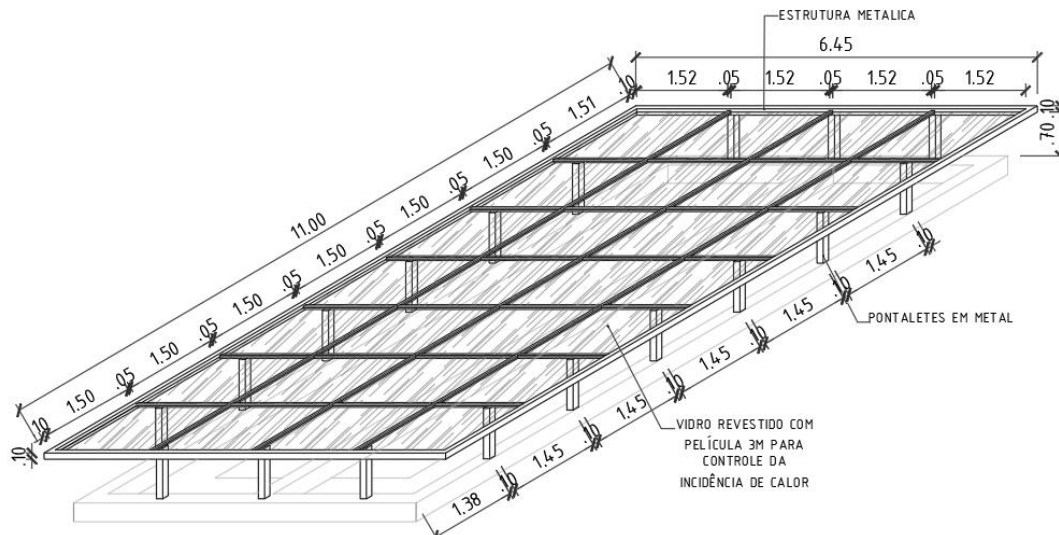
possibilitando maior incidência de iluminação e ventilação natural. Outro aspecto ainda sobre o jardim interno se dá pela integração com a circulação vertical, ou seja, a escada e plataforma. Ainda no corte C (Figura 54), é possível compreender como se posicionaram os níveis do auditório no que se diz respeito às fileiras da plateia, ponto que será analisado no item 7.2.2.

Figura 54 — Corte C



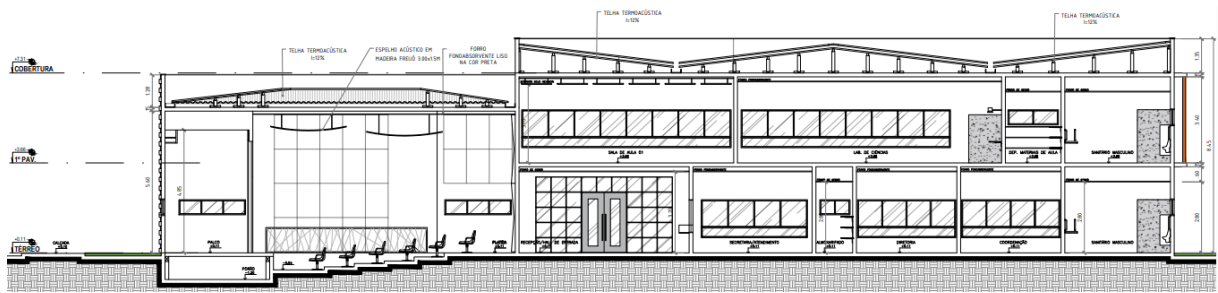
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 55 — Detalhe claraboia



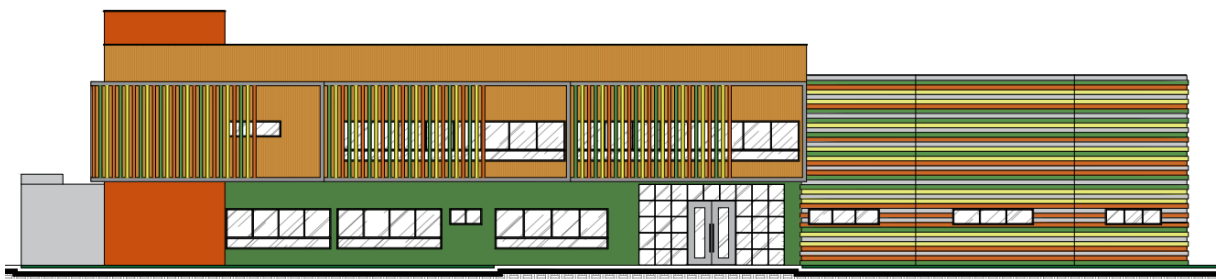
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim, a respeito do corte D (Figura 56), tem-se a configuração transversal dos ambientes administrativos, próximos ao acesso, facilitando o fluxo de pais e responsáveis quando necessário, além da funcionalidade por se tratar de ambientes que possuem serviços diretamente ligados. O corte também ressalta os ambientes de aprendizagem situados exclusivamente no pavimento superior.

Figura 56 — Corte D

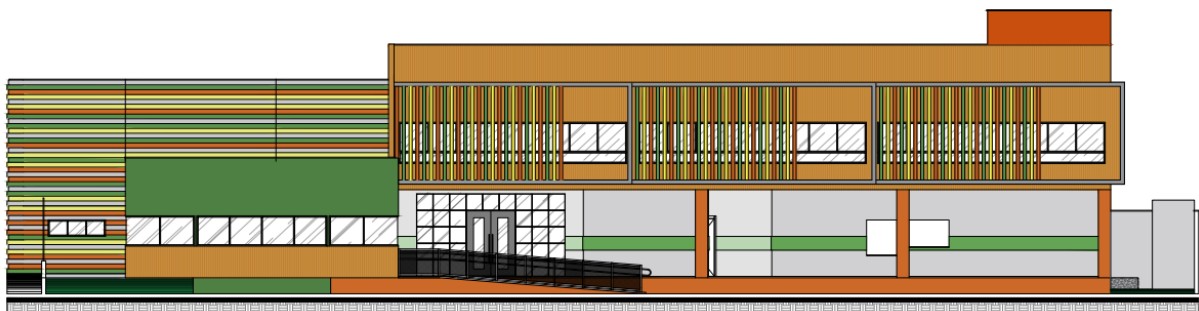
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em relação a fachada, tem-se no acesso principal (Figura 57) uma integração entre cores, madeira e concreto armado, um visual leve lúdico, aspecto esse que se tornou tema da escola durante o processo criativo, uma estrutura voltada 100% ao seu público, com um entorno repleto de vegetação e áreas verdes, como será apresentado no item 7.3.

Figura 57 — Fachada principal

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Na parte posterior (Figura 58) da edificação, é possível visualizar essa integração com a natureza, a implantação da quadra não interferiu para que o projeto tivesse uma área de convivência ao ar livre, com árvores e mobiliário externo, além de também possibilitar que ambientes como a biblioteca tivessem incorporação do verde.

Figura 58 — Fachada posterior

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, após a apresentação técnica do projeto, no item a seguir, serão dispostos os estudos das soluções projetuais e acústicas aplicadas ao projeto de alguns ambientes principais que compõem o projeto escolar.

7.2. SOLUÇÕES PROJETUAIS

Para melhor compreensão das soluções projetuais adotadas, com ênfase no projeto acústico, se realizou uma análise de três ambientes escolhidos como referência, ou seja, sala de aula, biblioteca e auditório. No entanto, de forma geral o projeto seguiu as seguintes diretrizes como forma de gerar um projeto acústico adequado.

Primeiramente, objetivou-se a criação de um contexto acústico adequado iniciou desde da escolha do terreno em localização com baixa intensidade sonora, determinada por meio do mapeamento sonoro da cidade de Natal (FLORÊNCIO, 2018).

Em relação a área interna da edificação, partiu-se do princípio da utilização de materiais com qualidade de absorção acústica vinculados a cores e formas, remetendo a metodologia Montessori, e uma setorização, ou seja, disposição dos ambientes conforme suas necessidades e restrições acústicas.

Dessa forma, a seguir, foram relacionados três ambientes para análise e compreensão do seu interior, evidenciando suas características projetuais e adequações acústicas para alcance de uma qualidade sonora adequada e benéfica ao ensino e aprendizagem dos alunos, levando em consideração para o projeto acústico um tempo de reverberação (TR) que varia entre 0,3 (mínimo) e 0,9 (máximo), ou seja abaixo do TR adequado à palavra falada, o de 1,0.

Além disso, visando oferecer versatilidade de soluções acústica e assim fornecer ambientes diferenciados e criativos a escola, para cada ambiente analisado foi empregado uma marca diferente, sendo eles: Ecophon Saint-Gobain, Trisoft e Técnica Soluções Acústicas

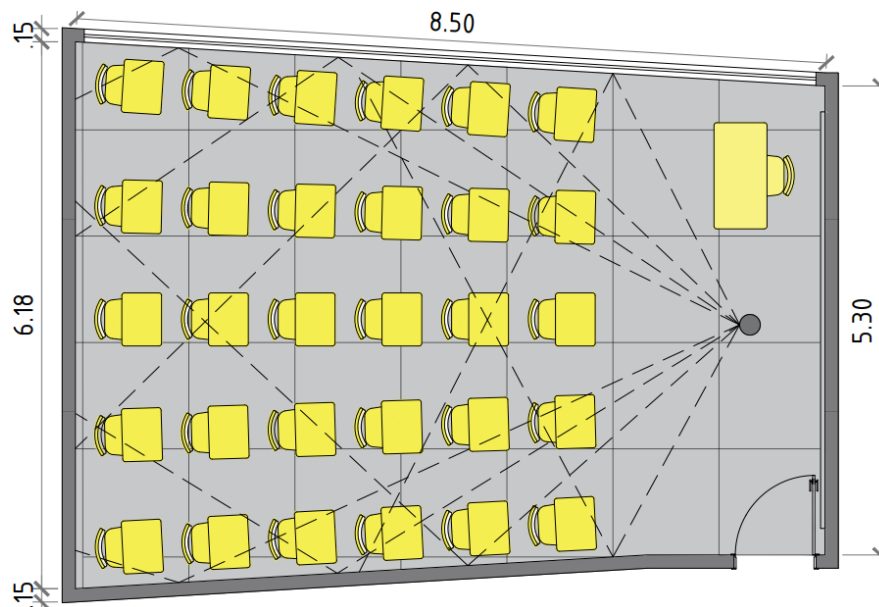
7.2.1. Sala de Aula 02

O ambiente da sala de aula é o espaço principal a contemplar o setor de aprendizagem, uma área de longa permanência, onde é necessário um

condicionamento acústico que forneça uma inteligibilidade da fala adequada, que proporcione a concentração e compressão dos alunos. Dessa forma, o tempo de reverberação adequado utilizado como valor de referência foi o da palavra falada, que se trata de $\leq 1,00$ segundo. Para Long (2006), de forma específica, o tempo adequado de reverberação a 500 Hz para transmissão da fala está entre 0,3 e 0,6 segundos.

O projeto arquitetônico das salas de aula (Figura 59) buscou trabalhar sua forma desde sua concepção inicial, com paredes em diagonal, evitando o paralelismo das paredes e com estudo de reflexão sonora. A janela que segue o comprimento da sala fornece iluminação e ventilação natural em alto nível ao ambiente, protegida por Brises que se dispõem na fachada da edificação. Para o projeto acústico, foram previstos pontos de iluminação e difusores de ar-condicionado, tendo em vista a não interferência dos materiais acústicos, além do cuidado na forma de aplicação para não prejudicar o foco de atenção dos alunos.

Figura 59 — Simulação da reflexão dos sons nas paredes



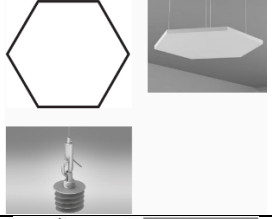
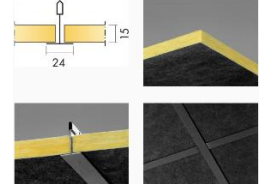
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em relação aos materiais, utilizaram-se os da marca Ecophon (Quadro 9 — Relação de materiais utilizados: Sala de aula), de origem sueca, integrante do grupo Saint-Gobain, especialista em espaços comerciais, fabricando e comercializando produtos e sistemas acústicos que contribuem para um ambiente de trabalho de qualidade, melhorando o bem-estar, o desempenho e a produtividade das pessoas, buscando “*A sound effect on people*” (“Um efeito sonoro nas pessoas”). Um dos seus objetivos também se dá em trazer de volta uma sustentabilidade credível, a partir da

abordagem honesta e transparente, com a implementação de práticas sustentáveis em suas operações e através da sua cadeia de fornecedores (ECOPHON Saint-Gobain, 2023).

Levando em consideração o volume da sala de 164,44m³, um pé direito de 3,10, área do ambiente de 48,32m², e das superfícies presentes, o tempo de reverberação por frequência calculado antes do tratamento acústico adequado, se encontravam em uma média de 2,95 segundos por frequência. A partir do levantamento dos dados do ambiente, foi determinado para o projeto a utilização de nuvens acústicas em formato hexagonal 1,04x1,20m, com 4cm de espessura posicionadas abaixo de um forro sombra com 1,5cm de espessura, a partir de um sistema de grelha exposta, para aplicação de forro Ecophon na cor preta com baixa reflexão de luz e boas propriedades de absorção do som.

Quadro 9 — Relação de materiais utilizados: Sala de aula

Imagem	Descrição
	Ecophon Solo™ Hexagon: Nuvem acústica, material absorvente nas cores azul, amarelo e cinza claro
	Sistema de grelha exposta, para aplicação de forro Ecophon na cor preta com baixa reflexão de luz e boas propriedades de absorção do som

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Estes materiais foram dispostos no ambiente na seguinte proporção:

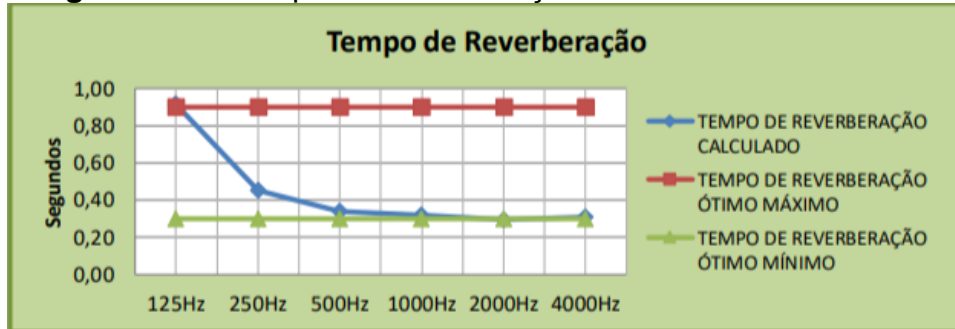
Figura 60— Cálculo do tempo de reverberação da sala de aula com tratamento acústico

DESCRIÇÃO			COEFICIENTE DE ABSORÇÃO					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Material	Área (m ²)	Referencia do material	a	a	a	a	a	a
Janela e quadro	17,61	Janelas de vidro	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Madeiras	1,74	Madeira (Portas ou mobiliário)	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Plástico	4,37	Encosto cadeiras	0,10	0,16	0,22	0,18	0,16	0,12
Assentos estofados em tecido, por m2	6,98	Assento cadeiras	0,44	0,60	0,77	0,89	0,82	0,70
Piso e rodapé	51,08	Cerâmica, mármore ou granito	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Parede	68,98	Alvenaria com reboco liso pintada	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Forro	48,36	Sombra A 15 mm, 200 mm o.d.s.	0,35	0,80	1,00	0,85	1,00	1,00
Nuvem acústica: Solo Hexagon 1040x1200, 400 mm o.d.s.	17,76	Ecophon Solo™ Hexagon (Teto)	0,30	0,70	1,20	1,80	1,80	1,60
ABSORÇÃO TOTAL			28,96	58,6	78,52	82,6	89,7	85,1
TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADO			0,91	0,45	0,34	0,32	0,3	0,31
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÁXIMO			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÍNIMO			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, a partir da aplicação das superfícies mencionadas, o ambiente de sala de aula atingiu os seguintes tempos de reverberação:

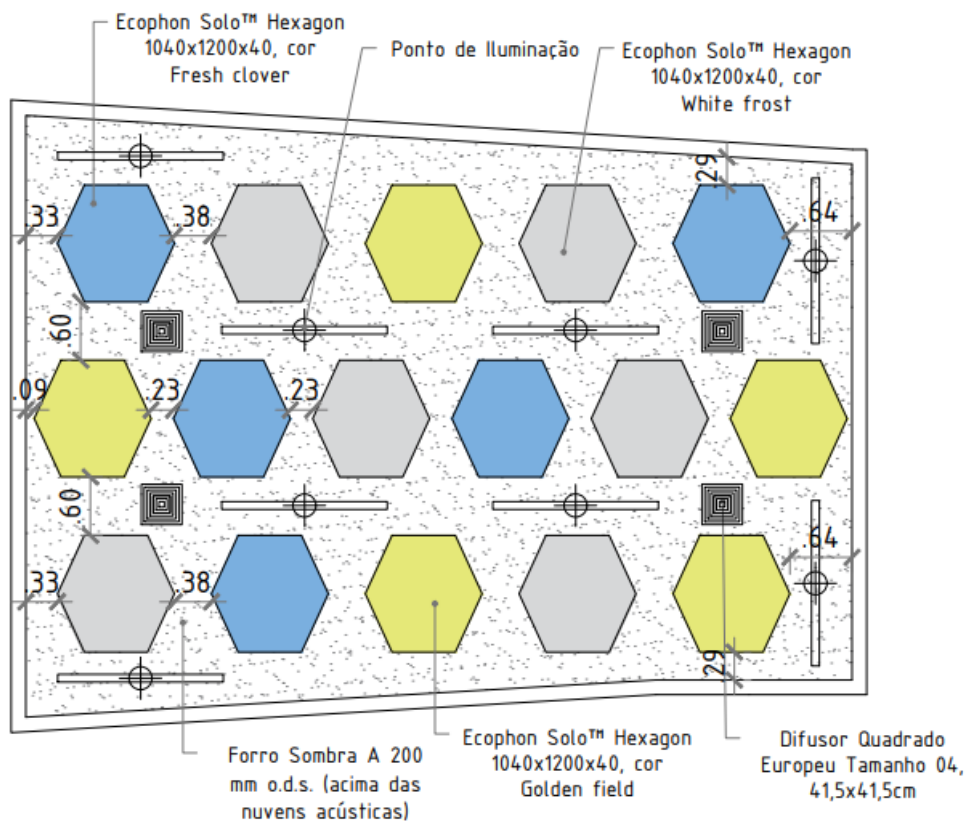
Figura 61 — Tempo de Reverberação com tratamento acústico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Para melhor compreensão da disposição dos produtos para absorção sonora, tem-se a seguir a planta de forro com os posicionamentos dos materiais e dispositivos de teto (Figura 62), seguido do corte transversal do ambiente.

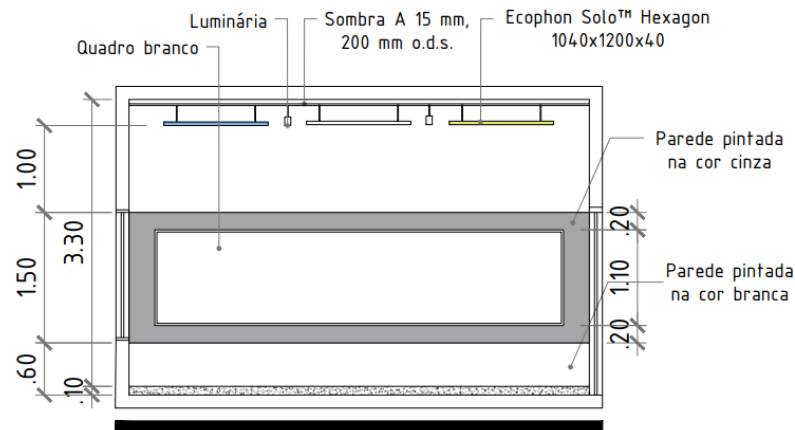
Figura 62 — Planta de forro: Sala de Aula



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No corte (Figura 63) é possível visualizar a relação entre os materiais e a forma de fixação por meios de cabos de aço que sustentam a estrutura de nuvem ao sistema de grela utilizado no suporte do forro sombra.

Figura 63 — Corte transversal: Sala de Aula



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Sendo assim, por meio da utilização de cores, remetendo ao lúdico e a associação à materiais com alto índice de absorção sonora, tem-se uma sala de aula adequada acusticamente, com tempo de reverberação abaixo de 0,9, se tornando ferramenta auxiliar no processo de aprendizagem e desenvolvimento do aluno.

Figura 64 — Perspectiva Sala de Aula



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Tem-se um espaço voltado aos alunos, que teve por objetivo oferecer ao usuário conforto térmico, lumínico e acústico, de forma interativa e atrativa, o ambiente se torna ferramenta de auxílio ao ensino.

7.2.2. Auditório

No auditório, como base para o dimensionamento do espaço, tinha-se como intuito um ambiente que comportasse acima de 90% da quantidade de alunos total,

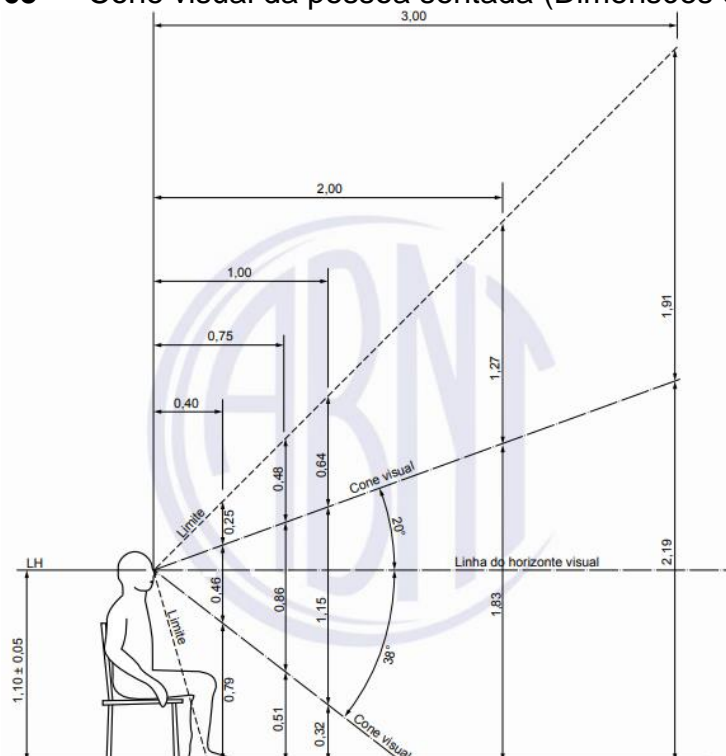
tendo em vista que cada sala de aula comporta até 30 (trinta) alunos, além de considerar o porte da escola, visando uma proporcionalidade adequada. Sendo assim, com intuito de se obter um espaço confortável, optou-se por uma plateia que comporta até 115 (cem) pessoas e assim, através da elaboração de um layout com os ambientes internos necessário ao auditório, posicionamento do público e aplicação da exigência da NBR 9050 (2020), se dimensionou o espaço.

Além disso, por meio do estudo do Manual Proacústica para Qualidade Acústica de Auditórios, o projeto também aderiu como referência as seguintes diretrizes para composição do espaço:

- Isolamento e Condicionamento acústico adequado;
- Níveis de pressão sonora interna com base na ABNT NBR 10152;
- Tempo de reverberação adequado à palavra falada, ou seja, $TR \leq 1,0$;
- Padrão de inteligibilidade, para compreensão clara da palavra falada;
- Ausência de ecos.

Em relação aos desníveis, foram definidos com base na relação ergonômicas para um alcance visual adequado, utilizando como referência o esquema apresentado pela NBR 9050 (ABNT, 2020) (Figura 65), com o objetivo de se atingir uma angulação dentro do cone visual, utilizando o módulo de uma pessoa sentada.

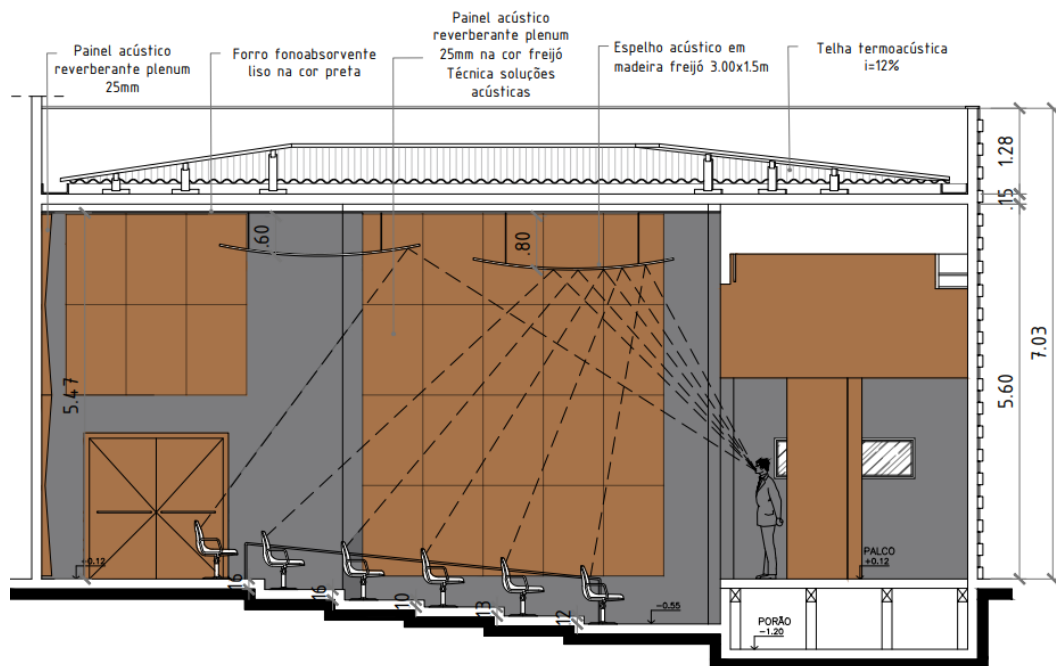
Figura 65 — Cone visual da pessoa sentada (Dimensões em metro)



Fonte: NBR 9050, 2020.

Dessa forma, para o auditório (Figura 66), se fez necessários 5 (cinco) níveis de altura para as fileiras de cadeiras que compõem a plateia, associados a um corrimão único, permitido pela norma de acessibilidade (2020), disposto a uma altura de 70cm (setenta). Neste caso, o pé direito do ambiente também se dispôs de acordo com a necessidade espacial, relacionado não só ao desnível de piso, mas à composição do forro com os espelhos acústicos. Na figura a seguir, é possível observar os fatores mencionados e a influência dos espelhos na reflexão das ondas sonoras.

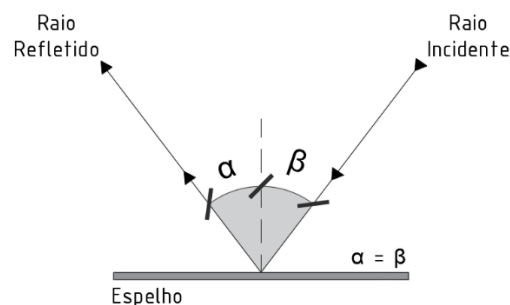
Figura 66 — Corte transversal: Auditório



Fonte: NBR 9050, 2020.

Sobre a reflexão de espelho, tem-se o posicionamento dos mesmos para que os sons reflitam em direção ao receptor, levando em consideração que o ângulo de reflexão se projeta igual ao ângulo de incidência, como demonstrado na Figura 67.

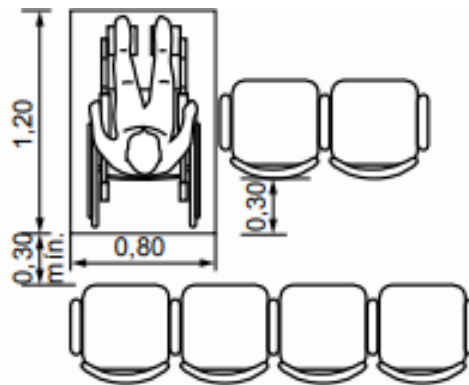
Figura 67 — Reflexão de espelho



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em relação ao distanciamento entre as fileiras da plateia, com base na NBR 9050 (2020), se faz obrigatório um distanciamento que permita além das cadeiras uma circulação mínima de 60cm (sessenta), permitindo em caso de espaço par P.C.R. uma distância mínima de 30cm (trinta) (Figura 68 — Distanciamento entre fileiras). Dessa forma, adotou-se uma distância horizontal entre os desníveis de 1,18m (um metro e dezoito centímetros).

Figura 68 — Distanciamento entre fileiras





Fonte: NBR 9050, 2020.

A respeito do projeto acústico do auditório, por se tratar de uma escola e da necessidade de também se direcionar o ambiente a aulas, reuniões, palestras, como já mencionado, o tempo de reverberação adequado adotado foi o da palavra falada, sendo $TR \leq 1,00$ segundo, indicado pelo Manual Proacústica para Qualidade Acústica de Auditórios.

Com isso, em relação aos materiais, foram utilizados os da empresa Técnica Soluções Acústicas (Quadro 10 — Relação de materiais utilizados: Auditório), uma empresa brasileira, que realiza venda e instalações de diversos materiais de tratamento acústico em todo o país. Seu diferencial está em uma equipe especialista em engenharia acústica com uma linha própria de produtos sob medida.

Quadro 10 — Relação de materiais utilizados: Auditório

Material	Descrição	Material	Descrição
	Painel acústico difusor em MDF branco		Forro de fundo em material fonoabsorvente na cor preta
	Piso vinílico em Paviflex		Espelho acústico em MDF Freijó Catedral 1,50x3,00m

	Carpete na cor cinza claro, aplicado sobre contra piso		Painel vibrante, ótimo para absorção de baixas frequências, em MDF Freijó com enchimento de lã mineral
	Painel acústico TEKS 25mm na cor cinza claro		Porta acústica em madeira freijó catedral de 2,10x1,80m

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Estes materiais foram dispostos no ambiente na seguinte proporção:

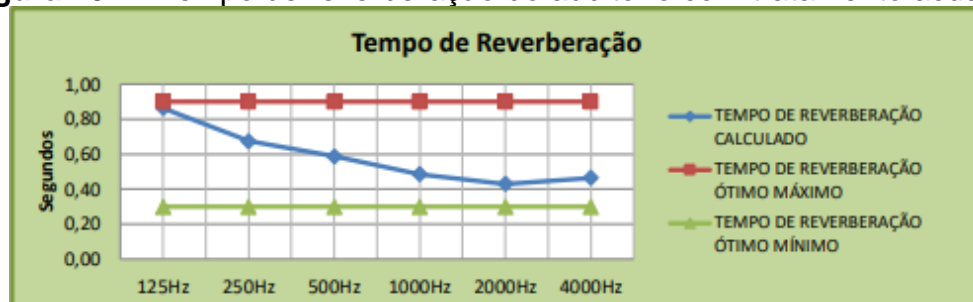
Figura 69 — Cálculo do tempo de reverberação do auditório com tratamento acústico

DESCRIÇÃO			COEFICIENTE DE ABSORÇÃO					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Material	Área (m²)	Referencia do material	a	a	a	a	a	a
Esquadria	7,88	Janelas de vidro	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Madeiras	172,59	Madeira (Portas e revestimento difusor)	0,14	0,14	0,06	0,08	0,10	0,10
Assentos estofados em tecido, por m2	67,55	Assento e encosto cadeiras e bancos	0,44	0,60	0,77	0,89	0,82	0,70
Piso	109,70	Carpete sobre contra-piso	0,05	0,10	0,15	0,30	0,50	0,55
Piso	142,69	Paviflex	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Parede	548,67	Alvenaria com reboco liso pintada	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Forro	197,40	Alvenaria com reboco liso pintada	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Painel Acústico TEKS 25mm	213,64	Parede de fundo: palco	0,15	0,25	0,45	0,75	0,80	0,65
Painel Acústico Reverberante Plenum 25 mm	121,50	Parede	0,60	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Forro preto	156,92	Forro fonoabsorvente liso na cor preta	0,35	0,80	1,00	0,85	1,00	1,00
Espelhos acústicos em madeira freijó	63,00	Teto	0,14	0,14	0,06	0,08	0,10	0,10
ABSORÇÃO TOTAL			239	306	352	425	481	445
TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADO			0,86	0,67	0,59	0,49	0,43	0,46
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÁXIMO			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÍNIMO			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, a partir da aplicação das superfícies mencionadas, o ambiente de sala de aula atingiu os seguintes tempos de reverberação:

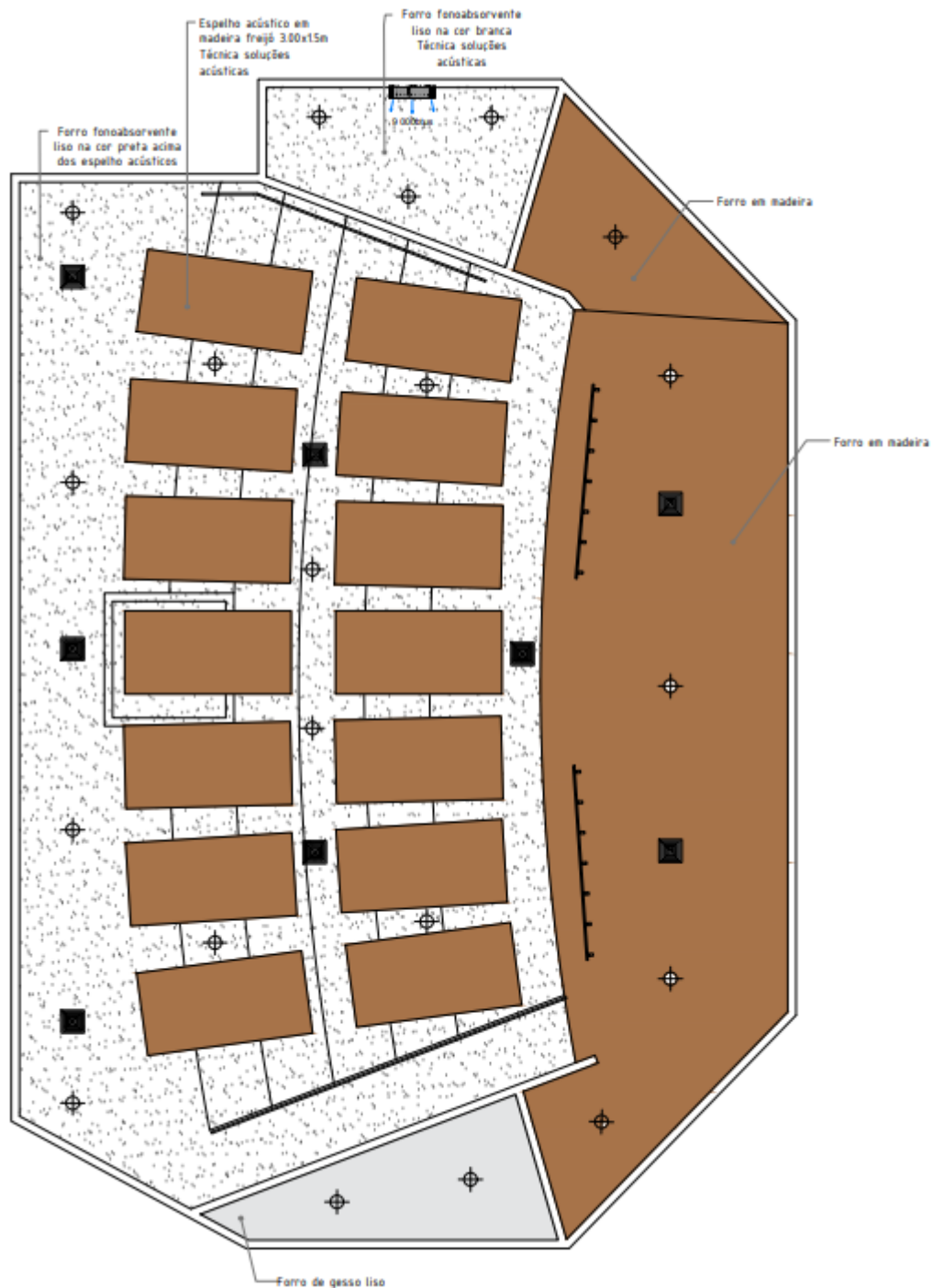
Figura 70 — Tempo de reverberação do auditório com tratamento acústico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em relação ao forro (Figura 71), assim como na sala de aula, foram previstos pontos de iluminação e difusores de ar-condicionado, a fim de não coincidir com os materiais acústicos.

Figura 71 — Planta de forro do auditório



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim, apresentam-se duas perspectivas do auditório, tendo em vista a compreensão da relação e proporção dos materiais com o espaço:

Figura 72 — Perspectiva 01

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 73 — Perspectiva 02

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Figura 74 — Perspectiva 03

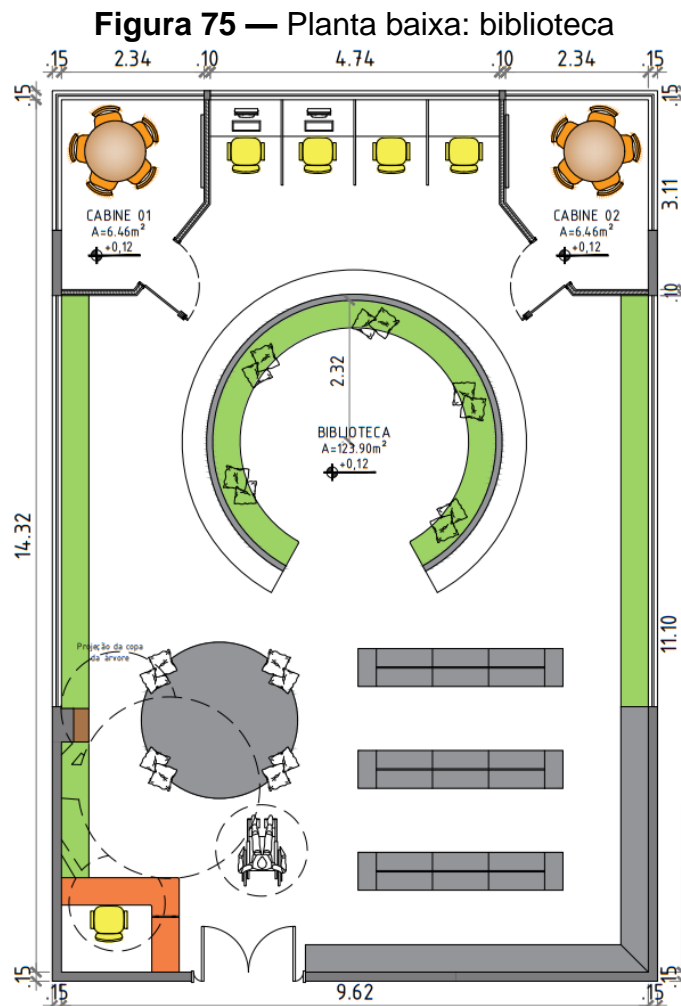
Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, o auditório, fugindo do convencional, traz a utilização de cores e formas que remetem ao ambiente escolar, como, por exemplo, o piso que faz uso das formas geométricas em sua composição, seguindo o tema lúdico da escola.

7.2.3. Biblioteca

O projeto da biblioteca busca contemplar sua integração com a área verde da escola, absorvendo o tema da natureza em seu projeto. Fugindo do tradicional, o espaço traz de forma lúdica a utilização de cores e formas que remetem a natureza, associando essas formas à materiais que auxiliam no desempenho acústico.

Em relação a forma e volume, a biblioteca (Figura 75) conta com paredes regulares e um volume de 421,28 m³ com pé direito de 3,40 m. Em seu layout possui diversos lugares para leitura, área de estudo e pesquisa, além de duas cabines voltadas ao estudo em grupo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No projeto, foram utilizados os materiais da empresa Trisoft (Quadro 11 — Relação de materiais utilizados: Biblioteca) que possui acervo de produtos inovadores e sustentáveis para tratamento termoacústico destinados à construção civil e ao design de interiores, feitos de matéria prima completamente reciclável. Possui linhas de produtos que vão desde a confecção de travesseiros e tecidos aos materiais acústicos. Um exemplo de suas criações e tecnologia exclusiva, foi a “espuma” de nova geração 100% PET.

Quadro 11 — Relação de materiais utilizados: Biblioteca

Material	Descrição
	Copas da árvore decorativa em Revest Frame Trisoft
	Quadro em impressão Revest Decor Trisoft
	Porta acústica de 2.10x1.80 na cor laranja, com visor
	Piso vinílico em madeira clara
	Baffles Trisoft: Cores verde claro e escuro e branco

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Para fins de cálculo, utilizou-se como base que o tempo de reverberação adequado para ambientes como biblioteca se encontra em concomitância com a inteligibilidade da fala, entre 0,3 e 0,6 segundos, pelos parâmetros de Long (2006), pois se refere à espaços onde o uso é voltado ao estudo, a leitura e necessita de um ambiente que possibilite concentração ao usuário. Dessa forma, a biblioteca e salas de estudo devem comportar-se como salas de aula, possuindo as mesmas variações de TR e níveis sonoros devem ser baixos.

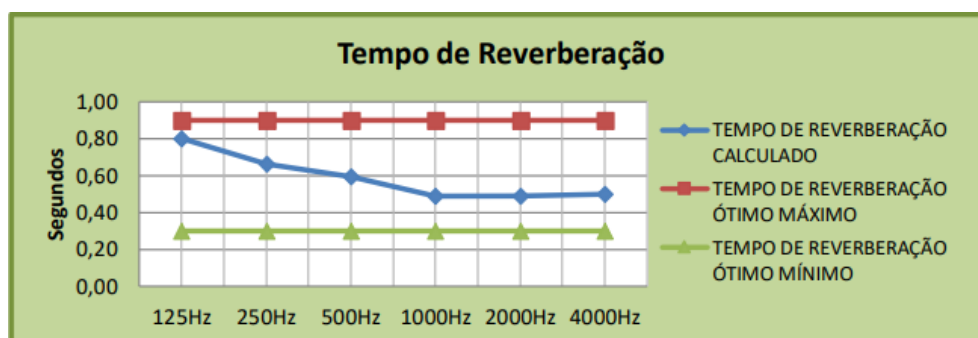
Figura 76 — Cálculo do tempo de reverberação da sala de aula com tratamento acústico

DESCRIÇÃO			COEFICIENTE DE ABSORÇÃO					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Material	Área (m ²)	Referencia do material	a	a	a	a	a	a
Janela, visor portas e estrutura para livro	50,84	Janelas de vidro	0,10	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02
Madeiras	131,90	Madeira (Portas ou mobiliário)	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Assentos estofados em tecido, por m2	13,89	Assento e encosto cadeiras e bancos	0,44	0,60	0,77	0,89	0,82	0,70
Tapete de veludo	5,16	Tapete circular	0,05	0,06	0,10	0,24	0,42	0,00
Piso	86,76	Assoalho em tábuas corridas	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Parede	91,90	Alvenaria com reboco liso pintada	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Forro	123,90	Alvenaria com reboco liso pintada	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Revest Frame IR25	15,00	Copa da árvore	0,16	0,36	0,66	0,92	1,04	0,97
Revest Frame IR50	0,84	Quadro	0,33	0,64	0,98	1,08	0,97	0,86
Baffles Decor IR15	92,16	Baffles/ Teto	0,40	0,64	0,76	0,95	0,92	0,93
ABSORÇÃO TOTAL			84,63	102	114,3	138	138	135
TEMPO DE REVERBERAÇÃO CALCULADO			0,80	0,66	0,59	0,49	0,49	0,5
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÁXIMO			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TEMPO DE REVERBERAÇÃO ÓTIMO MÍNIMO			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, a partir da aplicação das superfícies mencionadas, o ambiente de sala de aula atingiu os seguintes tempos de reverberação:

Figura 77 — Tempo de Reverberação com tratamento acústico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A partir das perspectivas a serem apresentadas a seguir, é possível compreender a relação dos materiais com o ambiente e suas formas de uso. Na Figura 78 tem-se o hall no acesso do ambiente, demonstrando a utilização dos materiais nos detalhes da decoração, a copa da árvore e o quadro em material absorvente, uma integração entre acústica e design de interiores.

Figura 78 — Perspectiva 01

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A biblioteca também conta com diversos espaços para acervos de livros, relacionados com a marcenaria e dispostos no ambiente em diferentes formas, como, por exemplo, os assentos nas laterais do ambiente. Os Baffles no teto, abordam cores que remetem a natureza e brincam com a volumetria do espaço.

Figura 79 — Perspectiva 02

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim, o local também conta com espaços voltados ao estudo, um dos exemplos são as estações individuais localizadas próximas às cabines de estudo em grupo no fim da sala, ou seja, a biblioteca dispõe seu layout de forma a inicialmente se ter a recepção para possíveis atendimentos, seguindo das áreas para os livros e espaços

de leitura, e por fim, a região voltada ao estudo, evitando assim o fluxo intenso de pessoas, auxiliando no processo de concentração.

Figura 80 — Estações individuais de estudo



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Dessa forma, no respectivo projeto, a utilização de materiais fonoabsorventes que possibilitaram o uso de cores formando um design único para o ambiente, de forma lúdica e atrativa, proporcionando um local aconchegante, voltado aos alunos, um espaço de incentivo à leitura e ao estudo.

7.3. VOLUMETRIA

A volumetria do projeto faz referência ao tema lúdico da escola, com a utilização de cores e aspectos convidativos aos usuários. A fachada possui como principais cores o laranja, verde e amarelo, além da utilização da madeira e do concreto armado, contendo também uma integração com a vegetação em todo o entorno da edificação. Na fachada principal (Figura 81), a utilização de elementos fora do plano e o jogo de volume trazem movimento a mesma, e por se tratar de elemento com espessura baixa, a sensação de leveza.

Figura 81 — Fachada Principal

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Outro aspecto presente no acesso principal, se dá pela interação com o externo, sem a presença de muros ou barreiras, uma fachada permeável, tornando a edificação atrativa e acessível, com circulações amplas, áreas de embarque e desembarque próxima ao acesso da escola, e estacionamento na faixa lindeira do terreno.

Figura 82 — Fachada Principal

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Na lateral direita (Figura 83) do terreno a presença de mais vaga de estacionamento, com permeabilidade visual para dentro da edificação, repleta de

vegetação arbórea e seguindo os aspectos visuais da mesma, visando a quebra da possibilidade de um espaço para carros segregado da edificação.

Figura 83 — Fachada lateral: Vagas para estacionamento



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em relação a fachada da lateral esquerda da edificação, a composição com os Brises segue de forma a ligar e integrar a fachada frontal e posterior, a presença de muro apenas para criar privacidade à edificação, a partir do acesso secundário restrito a funcionários e facilidade no acesso e fluxo de cargas e descargas.

Figura 84 — Fachada lateral: acesso de serviço



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim, a fachada posterior da escola (Figura 85 — Fachada Posterior), voltada à área interna, traz os aspectos da frente da edificação, uma área de interação

coletiva, lazer, biblioteca e lanchonete, não se abdicou da estética também voltada aos usuários. Fez-se uso do desnível para criar um aspecto flutuante à biblioteca e trazer leveza para a volumetria. No pavimento superior, a inclinação da estrutura da face da fachada segue a forma das salas de aula, oferecendo modernidade à estrutura.

Figura 85 — Fachada Posterior



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Após o descrito a respeito da volumetria conclui-se que a edificação com seu aspecto lúdico de incentivo à criatividade e imaginação, se põe como ferramenta auxiliar do ensino, com foco no conforto do usuário, oferecendo também espaços de integração à natureza.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O papel fundamental das normas e legislações no planejamento e projeção das escolas é indiscutível. As normas de desempenho NBR 10151 (ABNT, 2019) e NBR 10152 (ABNT, 2020) e os procedimentos para elaboração de estudos de impacto do ruído arquitetônico nos seres humanos, nesse caso alunos e profissionais, revelam uma preocupação com o conforto acústico das edificações escolares. “No entanto, ainda existe um descompasso entre determinações legais e práticas realizadas na gestão da poluição sonora” (FLORÊNCIO, 2018, p. 186).

Para a realização do trabalho, a fim de projetar uma escola com foco em conforto acústico, se fez necessário o aprofundamento teórico à acústica arquitetônica e compreensão das metodologias de ensino aplicáveis. Com isso, observou-se a importância dos conteúdos mencionados, principalmente nos locais institucionais, visto que há uma alta incidência de ruídos devido às diversas possibilidades de fontes sonoras, tais como: a fala, gritos, crianças correndo, barulhos advindos da movimentação de mobiliários.

A partir dessa perspectiva, com intuito de propor o anteprojeto de uma escola voltada ao fundamental II para a cidade de Natal/RN, com ênfase em no conforto ambiental, principalmente acústico, foram considerados desde o pré-projeto, fatores que poderiam influenciar na qualidade sonora da edificação, até mesmo a escolha do terreno, advindo do mapa acústico do município (FLORÊNCIO, 2018).

Por meio do objetivo principal mencionado, relembra-se os objetivos do presente trabalho, que se deram em compreender como as demandas acústicas interferem ou influenciam na concepção de um projeto de arquitetura, em se propor um espaço funcional e atrativo a todos os usuários, correlacionar o design de interiores com soluções acústicas, e assim propor um ambiente como ferramenta auxiliar do ensino.

Sendo assim, conclui-se que os objetivos foram alcançados com sucesso, através da criação de um projeto atrativo e lúdico, sem abdicar da funcionalidade. Uma escola com foco no conforto do usuário, espaços acolhedores, que não dosaram no uso de cores, convidativos, com integração à natureza, onde se fez uso de diretrizes de qualidade acústica externas à escola para auxiliar no condicionamento interno.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, S. L. **Arquiteturas e Pedagogias**. Disponível em: <http://www.arquiteturasepedagogias.com.br>. Acesso em: 23 mai. 2023.

ALVES, Luciana da Rocha. **Todos entenderam?: compatibilização das características arquitetônicas e qualidade acústica em salas de aula nas instituições federais de ensino superior de Natal/RN. 2018**. 164f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, p. 147. 2020.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro, p. 35. 2001.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica — Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas — Aplicação de uso geral**. Rio de Janeiro, p. 33. 2019.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados**. Rio de Janeiro, p. 7. 2009.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, p. 7. 2005.

_____. AKKERMAN, Davi et al. **Manual proacústica para qualidade de acústica em escolas**. São Paulo, p. 39. 2019.

_____. AKKERMAN, Davi et al. **Manual Proacústica para Qualidade Acústica de Auditórios**. São Paulo, p. 39. 2019.

Arquitetônica da Sociedade Americana de Acústica, 2002. Disponível em: <http://www.dpa.fau.ufrj.br/wp-content/uploads/2018/08/2-AcusticaSalaAula.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2023.

BARROS, M. P. **Poluição sonora e a defesa ambiental: Acústica para os agentes jurídico-políticos envolvidos na organização urbana.** Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente 2(2):156-176, mai-out, 2011

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. **Ensino Fundamental (6º ao 9º ano).** Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/implementacao/biblioteca-de-apoio/pcn-ensino-fundamental-6-ao-9-ano/>>. Acesso em 26 de maio de 2023.

BISSOLI, M. F. **Educação e desenvolvimento da personalidade da criança: contribuições da Teoria Histórico – Cultural.** 2005. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2005.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído.** 2. ed. São Paulo: Edgard Bugher, 2011.

COMFORT ENGENARIA ACÚSTICA. **AT.14.1: Tempo de reverberação.** Rio Grande do Sul, p. 9. 1992.

CONHEÇA MELHOR SEU BAIRRO: PONTA NEGRA. **Prefeitura Municipal de Natal.** Disponível em: https://www.natal.rn.gov.br/storage/app/media/sempla/Ponta_Negra.pdf/. Acesso em: 19 mar. 2023.

DREOSSI, R. C. F.; MOMENSOHN-SANTOS, T. **O Ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura.** Pró-Fono Revista de Atualização Científica, Barueri (SP), v. 17, n. 2, p. 251-258, maio-ago. 2005.

Escolas Que Inovam/ AUÁ Arquitetos. **ArchDaily Brasil.** Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/910615/escolas-que-inovam-aua-arquitetos>. Acesso em 09 de junho de 2023.

ESCOLA 9 SALAS - TÉRREA. **GOV.BR - Ministério Da Educação.** Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/par/infraestrutura-fisica-escolar/escola-9-salas-terreo> Acesso em: 09 mai. 2023.

FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação.** 5 ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2006. 189 p.

FLORENCIO, Débora Nogueira Pinto. **Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p.209. 2018.

FNDE- FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Manual de orientações técnicas: Elaboração de projetos de edificações escolares**. São Paulo, p. 39. 2017.

GERGES, S. **Ruído: fundamentos e controle**. 2. ed. Florianópolis: S. N.Y. Gerges, 2000.

INSTRUMENTO DE ORDENAMENTO URBANO 2009. **Lei N° 4.328, de 05 de abril de 1993**. Rio de Janeiro, p. 79. 2009.

KNOCHERNHAUER, Ingrid. **Análise dos efeitos de forma e de absorção sonora em sala de aula retangulares utilizando simulação computacional**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina,

KOWALTOWSKI, Doris. **Arquitetura Escolar: o Projeto do Ambiente de Ensino**. 1. São Paulo: ed. Oficina de Textos, 2011.

LAGOA, Vera. **Estudo do sistema Montessori: fundamento na análise experimental do comportamento**. São Paulo: Loyola, 1981.

LONG, M. **Architectural Acoustics**. Burlington: Elsevier, 2006.

LINS, Carina. **Tratamento acústico em salas de musicoterapia Estudo de Caso no Instituto dos Cegos Da Paraíba Adalgisa Cunha (ICPAC)**. Trabalho de Estágio Supervisionado I (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 51. 2022.

MILARSKI, L. M. **O método Montessori: uma adaptação do Colégio Nossa Senhora de Sion**. 2007. 41 f. Monografia (Especialização) – Faculdade de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2007.

MINATO, Rochele Thais; KUNEN, Adriana; PEZENTE, Maria Fernanda; PAGNO, Daniele. **Diálogo entre arquitetura e ensino: contribuições da arquitetura aliada ao método montessoriano para o processo de ensino-aprendizagem**. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 7, n.2, p. 65-87, julho-dezembro, 2018.

ECOPHON Saint-Goban. Disponível em: <https://www.ecophon.com/pt/product-selector/>. Acesso em: 29 mai. 2023.

O que é som? **Mundo Educação.** Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-que-som.htm#:~:text=Como%20o%20som%20se%20propaga,fonte%20que%20produz%20as%20vibra%C3%A7%C3%B5es.>>. Acesso em 27 de abril de 2023.

PANIAGO, R. C. **Acústica Arquitetônica.** 2. ed. São Paulo: Arch-Tee, 2011.

PAIVA, Rúbia; PARENTE, José; BRANDÃO, Israel; QUEIROZ, Ana. **METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO APRENDIZAGEM: REVISÃO INTEGRATIVA.** SANARE, Sobral - V.15 n.02, p.145-153, Jun./Dez. – 2016.
PESSOA, A. F. **Método pedagógico montessoriano contemporâneo e suas implicações na educação infantil.** Revista de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras, n. 2, suplementar, p. 320- 332, setembro. 2017.

PERDA AUDITIVA POR EXPOSIÇÃO A RUÍDO É UM DOS MAIORES RISCOS NO TRABALHO. **CESTEH- Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana.** Disponível em: <http://www.cesteh.ensp.fiocruz.br/noticias/perda-auditiva-por-exposicao-ruído-e-um-dos-maiores-riscos-no-trabalho#:~:text=A%20perda%20auditiva%20por%20exposi%C3%A7%C3%A3o,e%20irrevers%C3%ADvel%20da%20capacidade%20auditiva./>. Acesso em: 07 mar. 2023.

Perda auditiva induzida por ruído (PAIR). **Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas.** Editora do Ministério da Saúde, Brasília/DF, p.40, 2006.

POSITIVO INTERNATIONAL SCHOOL. **Colégio Positivo,** 2023. Disponível em: <https://colegiopositivo.com.br/unidades/internacional/>.

Resfriamento Evaporativo, **PROJETEEE.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/resfriamentoevaporativo/#:~:text=O%20resfriamento%20evaporativo%20%C3%A9%20um,o%20qual%20a%20evapora%C3%A7%C3%A3o%20acontece.> Acesso em: 15 mai. 2023.

Ventilação natural. **PROJETEEE.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/ventilacao-natural/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

RANGEL, Anna. **Veja como conviver com ruídos sem perder a concentração no trabalho.** Disponível em: <
<https://www1.folha.uol.com.br/sobretudo/carreiras/2018/05/1969864-veja-como-conviver-com-ruídos-sem-perder-a-concentração-no-trabalho.shtml>>. Acesso em 02 de maio de 2023.

Resolução – RDC Nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Estabelece procedimentos de boas práticas para serviço de alimentação, garantindo as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 setembro de 2004. BRASIL.

TÉCNICA SOLUÇÕES ACÚSTICAS. Disponível em:
<https://www.tecnicaacustica.com.br/>. Acesso em: 30 mai. 2023.

TRISOFT SOLUÇÕES ACÚSTICAS. Disponível em: <https://trisoft.com.br/>. Acesso em: 30 mai. 2023.

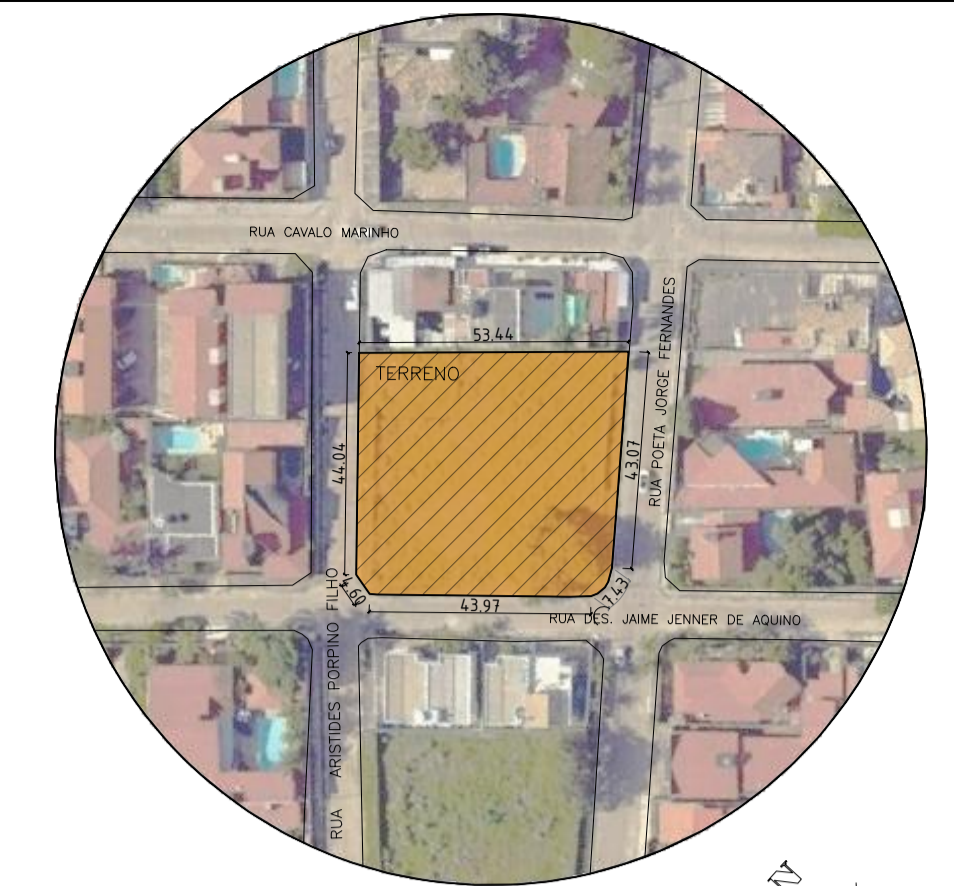
SEEP, Benjamin; GLOSEMEYER, Robin; LINN, Matt; HULCE, Emily; AYTAR, Pamela. **Acústica de Sala de Aula.** Rio de Janeiro: Comitê Técnico em Acústica.

SHIELD, B; CONETTA, R; DOCHRELL, J; CONOLLY, D; COX, T; MYDLARZ, C. **A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in England.** Acoustical Society of America 137, 177 (2015).

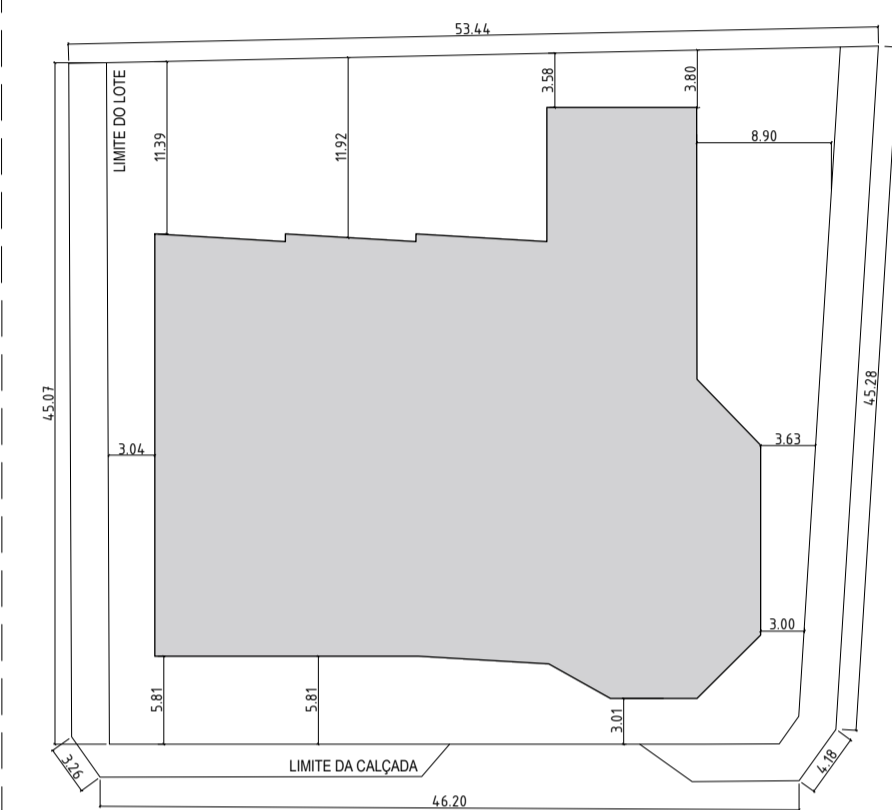
SOUZA, Léa; ALMEIDA, Manuela; BRAGANÇA, Luís. **Be A Ba Da Acústica Arquitetônica.** 4. ed. São Carlo: EdUfSCar, 2012.

WOLBE, Sheila; BARBOSA, Simone; GALBIATTI, Ana Judite; ONO, Rosária. **Avaliação pós-ocupacional: Da teoria à Prática.** Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, p. 119. 2004.





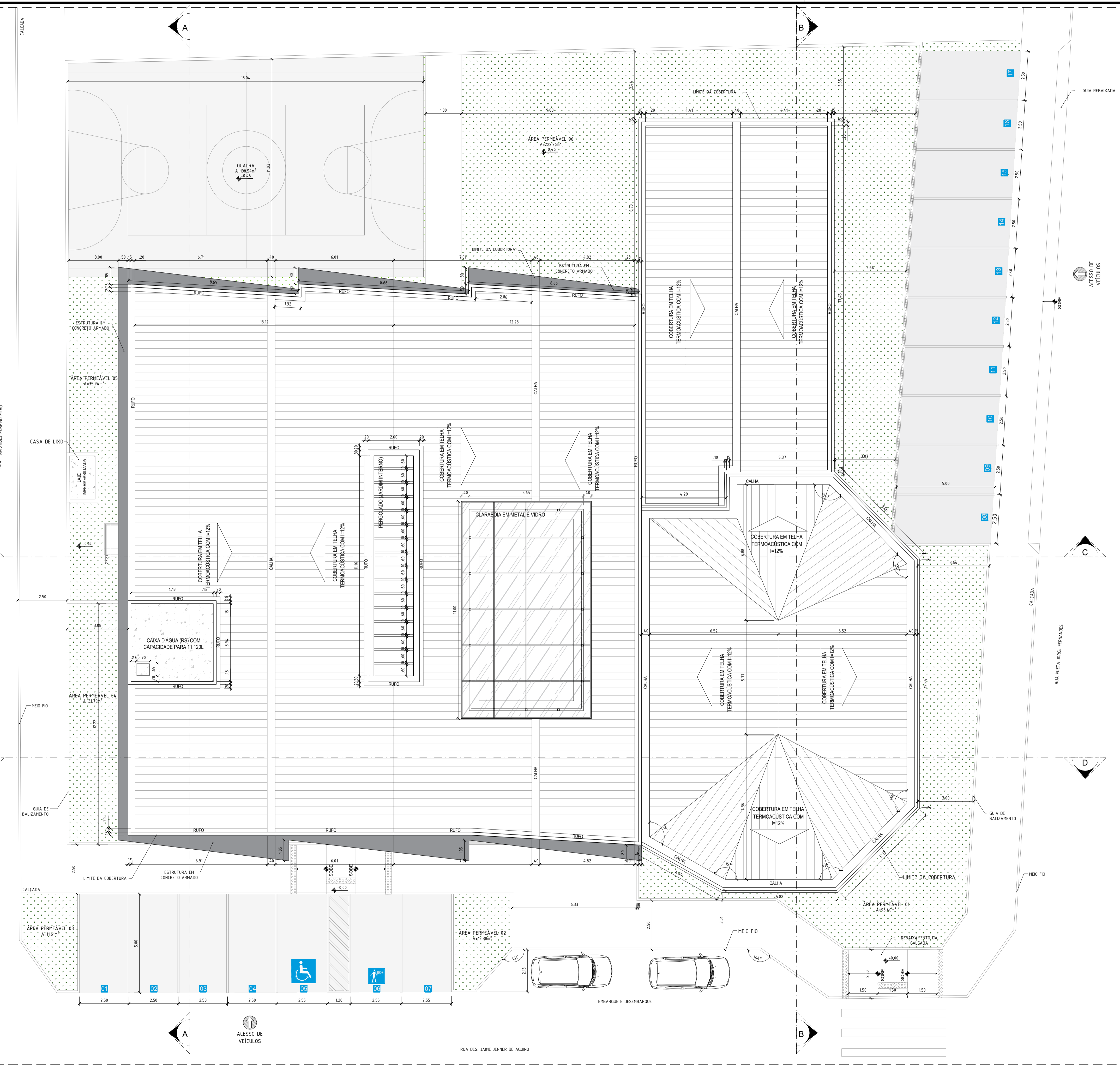
PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1:1000



PLANTA DE RECUOS
ESCALA 1:100

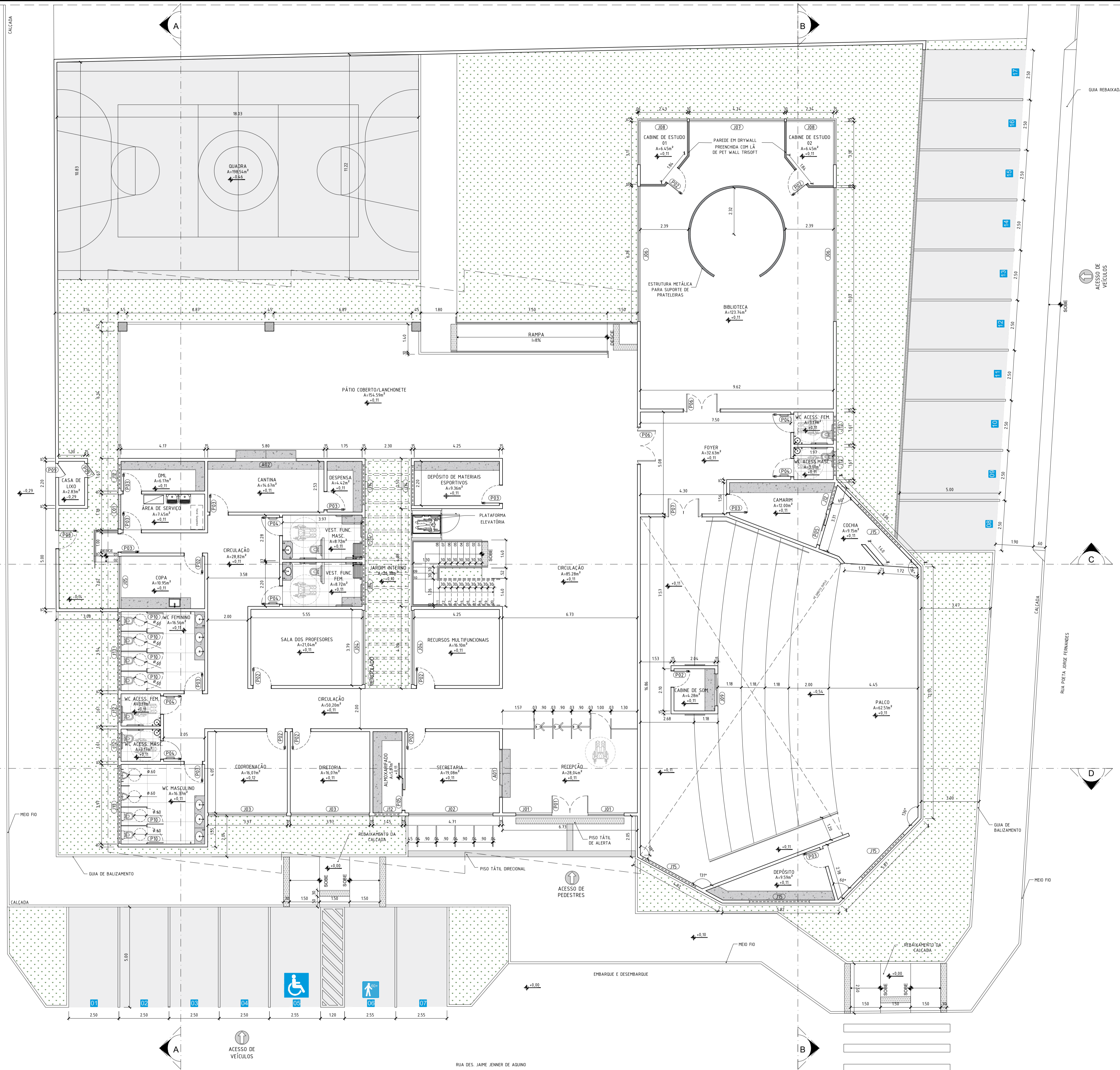
QUADRO DE ÁREAS		
ÁREA DO TERRENO	2.497,83m ²	
ÁREA CONSTRUIDA PAV. TERREO	1.032,09m ²	
ÁREA CONSTRUIDA PAV. SUPERIOR	749,23m ²	
ÁREA CONSTRUIDA TOTAL	1.777,35m ²	
ÁREA DE COBERTURA	1.221,06m ²	
ÁREA ÚTL. PAV. TERREO	1.156,46m ²	
ÁREA ÚTL. PAV. SUPERIOR	630,52m ²	
ÁREA ÚTL. TOTAL	1.786,98m ²	

ÍNDICES	ÍNDICES URBANÍSTICOS	PLANO DIRETOR
ÁREA PERMEÁVEL	435,56m ²	MÍN. 249,78m ²
TAXA DE PERMEABILIDADE	17,35%	MÍN. 10%
TAXA DE OCUPAÇÃO	48,73%	MAX. 80%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,71	3,2



PLANTA DE IMPLANTAÇÃO E COBERTURA
ESCALA 1:100

	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	PRANCHA 01/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>	CONTEÚDO DA PRANCHA: IMPLANTAÇÃO E COBERTURA
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORENCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m ²
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m ²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m ²




QUADRO DE ÁREAS		
ÁREA DO TERRENO	2.497,83m²	
ÁREA CONSTRUIDA PAV. TERREO	1.032,09m²	
ÁREA CONSTRUIDA PAV. SUPERIOR	749,23m²	
ÁREA CONSTRUIDA TOTAL	1.777,32m²	
ÁREA DE COBERTURA	1.221,09m²	
ÁREA ÚTIL PAV. TERREO	1.156,46m²	
ÁREA ÚTIL PAV. SUPERIOR	630,52m²	
ÁREA ÚTIL TOTAL	1.786,98m²	
ÍNDICES URBANÍSTICOS		
ÁREA PERMEÁVEL	435,56m²	MÍN. 249,78m²
TAXA DE PERMEABILIDADE	17,35%	MÍN. 10%
TAXA DE OCUPAÇÃO	48,73%	MÁX. 80%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,71	3,5

QUADRO DE ESQUADRIAS							
COD.	LARG. (M)	ALT. (M)	PEIT. (M)	ÁREA (M²)	TIPO	QTD. TOTAL	MATERIAL/ESPECIFICAÇÃO
P01	1,80	2,40	-	-	GIRO	1	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL.
P02	0,90	2,10	-	-	GIRO	14	MADERA MACIÇA COM VISOR EM VIDRO DE 1,55X0,30M, 1FL.
P03	0,90	2,10	-	-	GIRO	14	MADERA MACIÇA, 1FL.
P04	0,90	2,10	-	-	GIRO	08	MADERA MACIÇA, 1FL. - PORTA PARA BANHEIRO ACESSÍVEL, CONFORME NBR 9050
P05	0,90	2,10	-	-	CORRER	2	MADERA MACIÇA, 1FL.
P06	1,80	2,10	-	-	GIRO	2	MADERA MACIÇA COM VISOR EM VIDRO DE 1,55X0,30M, 2FL.
P07	1,80	2,10	-	-	GIRO	1	MADERA MACIÇA, 2FL. (PORTA ACÚSTICA TÉCNICA SOLUÇÕES)
P08	0,70	2,10	-	-	GIRO	2	PORTÃO DE FERRO, 1FL.
P09	0,90	2,10	-	-	GIRO	1	PORTÃO DE FERRO, 1FL.
P10	0,80	1,90	0,20	-	GIRO	12	PORTA DE ALUMÍNIO, 1FL. (CABINE SANITÁRIOS)

QUADRO DE ESQUADRIAS								
COD.	LARG. (M)	ALT. (M)	PEIT. (M)	ÁREA (M²)	TIPO	QTD. TOTAL	MATERIAL/ESPECIFICAÇÃO	
J01	2,20	1,50	0,82	3,30	MAXIMAR	2	ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL.	
J02	4,20	1,50	0,60	5,88	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL.	
J03	3,90	1,50	0,60	5,46	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL.	
J04	3,70	1,50	0,60	5,18	CORRER	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL.	
J05	2,80	1,50	0,60	3,64	MAXIMAR	1	ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL.	
J06	6,75	1,50	0,60	10,12	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 6FL.	
J07	4,74	1,10	1,00	5,21	MAXIMAR	1	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL.	
J08	4,65	1,10	1,00	5,11	CORRER	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL.	
J09	1,60	1,10	1,00	1,76	CORRER	1	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL.	
J10	8,30	1,50	0,60	11,62	CORRER	6	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 8FL.	
J11	5,60	1,50	0,60	7,84	MAXIMAR	1	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL.	
J12	1,20	0,60	1,50	0,72	MAXIMAR	9	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL.	
J13	3,90	0,60	1,50	2,34	MAXIMAR	4	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL.	
J14	2,00	0,60	1,50	1,20	MAXIMAR	6	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL.	
J15	3,00	0,60	1,50	1,80	MAXIMAR	4	ALUMÍNIO E VIDRO COM APLICAÇÃO DE PELÍCULA BLECAUTE, 3FL.	
C01	1,70	2,40	0,10	4,08	COBOGO	1	40 PEÇAS VAZADAS COM 16 FURROS CADA, NAS CORES VERDE, AMARELA E LARANJA DE 0,42X0,40M	
C02	3,40	1,30	0,85	4,42	COBOGO	1	24 PEÇAS VAZADAS COM 16 FURROS CADA, NAS CORES VERDE, AMARELA E LARANJA DE 0,42X0,40M	
A01	3,00	1,00	0,80	1,10	-	VISOR	1	ALUMÍNIO E VIDRO
A02	2,40	1,00	0,80	1,10	-	ABERTURA	1	CANTINA

OBS: AS JANELAS DOS BANHEIROS DEVERÃO RECEBER APLICAÇÃO DE PELÍCULA FOSCA



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRANCHA
02/10

TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN	CONTEÚDO DA PRANCHA: PLANTA TÉCNICA PAV. TERREO	ESCALA: 1/100
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56 m²

PLANTA TÉCNICA- PAV. TERREO
ESCALA 1/100




QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA DO TERRENO	2.497,83m ²
ÁREAS	
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. TERREDO	1.032,09m ²
ÁREA CONSTRUÍDA PAV. SUPERIOR	749,23m ²
ÁREA CONSTRUÍDA TOTAL	1.777,35m ²
ÁREA DE COBERTURA	1.221,09m ²
ÁREA ÚTIL PAV. TERREDO	1.136,46m ²
ÁREA ÚTIL PAV. SUPERIOR	606,52m ²
ÁREA ÚTIL TOTAL	1.766,98m ²

ÍNDICES URBANÍSTICOS		
ÍNDICES	PROJETO	PLANO ORIENTOR
ÁREA PERMEÁVEL	435,56m ²	MÍN. 249,79m ²
TAXA DE PERMEABILIDADE	17,35%	MÍN. 10%
TAXA DE OCUPAÇÃO	48,73%	MAX. 80%
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,71	0,5

QUADRO DE ESQUADRIAS							
COD.	LARG. (M)	ALT. (M)	PEIT. (M)	ÁREA (M ²)	TIPO	QTD. TOTAL	MATERIAL/ESPECIFICAÇÃO
P01	1,80	2,40	-	-	GIRO	1	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL
P02	0,90	2,10	-	-	GIRO	14	MADERA MACIÇA COM VISOR EM VIDRO DE 1.50X0,30M, 1FL
P03	0,90	2,10	-	-	GIRO	14	MADERA MACIÇA, 1FL
P04	0,90	2,10	-	-	GIRO	08	MADERA MACIÇA, 1FL - PORTA PARA BANHEIRO ACESSÍVEL, CONFORME NBR 9050
P05	0,90	2,10	-	-	CORRER	2	MADERA MACIÇA, 1FL
P06	1,80	2,10	-	-	GIRO	2	MADERA MACIÇA, 1FL - PORTA PARA BANHEIRO ACESSÍVEL, CONFORME NBR 9050
P07	1,80	2,10	-	-	GIRO	1	MADERA MACIÇA, 2FL (PORTA ACÚSTICA EM TÉCNICA SOLUÇÕES)
P08	0,70	2,10	-	-	GIRO	2	PORTÃO DE FERRO, 1FL
P09	0,90	2,20	-	-	GIRO	1	PORTÃO DE FERRO, 1FL
P10	0,80	1,90	0,20	-	GIRO	12	PORTA DE ALUMÍNIO, 1FL (CABINE SANITÁRIOS)

QUADRO DE ESQUADRIAS								
COD.	LARG. (M)	ALT. (M)	PEIT. (M)	ÁREA (M ²)	TIPO	QTD. TOTAL	MATERIAL/ESPECIFICAÇÃO	
J01	2,20	1,50	0,82	3,30	MAXIMAR	2	ALUMÍNIO E VIDRO, 6FL	
J02	4,20	1,50	0,60	5,88	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL	
J03	3,90	1,50	0,60	5,46	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL	
J04	3,70	1,50	0,60	5,18	CORRER	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL	
J05	2,80	1,50	0,60	3,64	MAXIMAR	1	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL	
J06	6,75	1,50	0,60	10,12	MAXIMAR	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 6FL	
J07	4,74	1,10	1,00	5,21	MAXIMAR	1	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 4FL	
J08	4,65	1,10	1,00	5,11	CORRER	2	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 3FL SENDO 1FL DE CANTO FIXA	
J09	1,60	1,10	1,00	1,76	CORRER	1	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL	
J10	8,30	1,50	0,60	11,62	CORRER	6	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 6FL	
J11	5,60	1,50	0,60	7,84	MAXIMAR	1	JANELA ACÚSTICA EM ALUMÍNIO E VIDRO, 5FL	
J12	1,20	0,60	1,50	0,72	MAXIMAR	9	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL	
J13	3,90	0,60	1,50	2,34	MAXIMAR	4	ALUMÍNIO E VIDRO, 2FL	
J14	2,00	0,60	1,50	1,20	MAXIMAR	6	ALUMÍNIO E VIDRO COM APLICAÇÃO DE PELÍCULA BLECAUTE, 3FL	
J15	3,00	0,60	1,50	1,80	MAXIMAR	4	ALUMÍNIO E VIDRO COM APLICAÇÃO DE PELÍCULA BLECAUTE, 3FL	
C01	1,70	2,40	0,10	4,08	COBOGO	1	40 PEÇAS VAZADAS COM 16 FUROS CADA, NAS CORES VERDE, AMARELA E LARANJA DE 0,42X0,40m	
C02	3,40	1,30	0,85	4,42	COBOGO	1	24 PEÇAS VAZADAS COM 16 FUROS CADA, NAS CORES VERDE, AMARELA E LARANJA DE 0,42X0,40m	
A01	3,00	1,00	0,80	1,30	1,10	VISOR	1	ALUMÍNIO E VIDRO
A02	2,40	1,00	0,80	1,30	1,10	ABERTURA	1	CANTINA

OBS.: AS JANELAS DOS BANHEIROS DEVERÃO RECEBER APLICAÇÃO DE PELÍCULA FOSCA

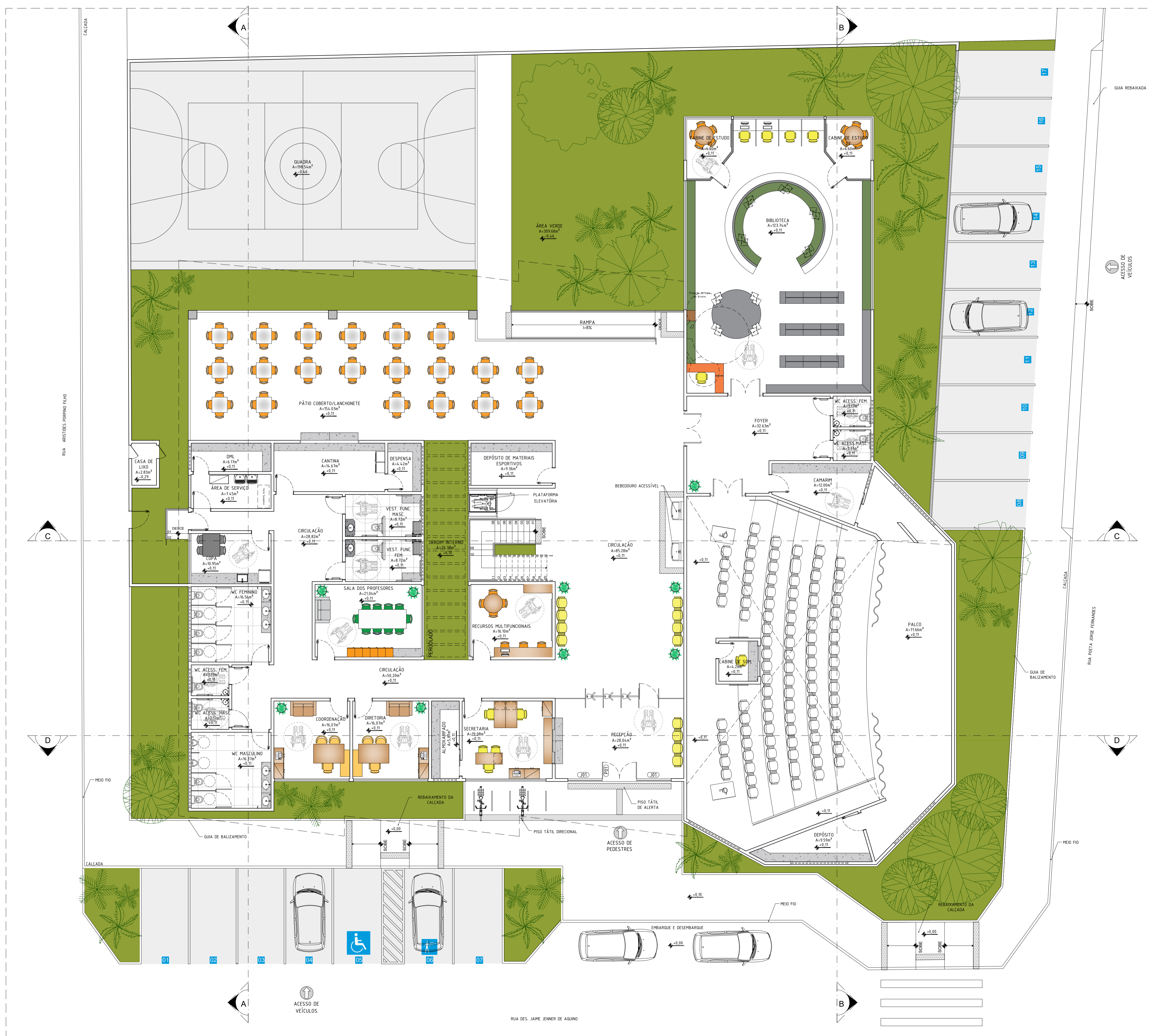


CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRANCHA
03/10

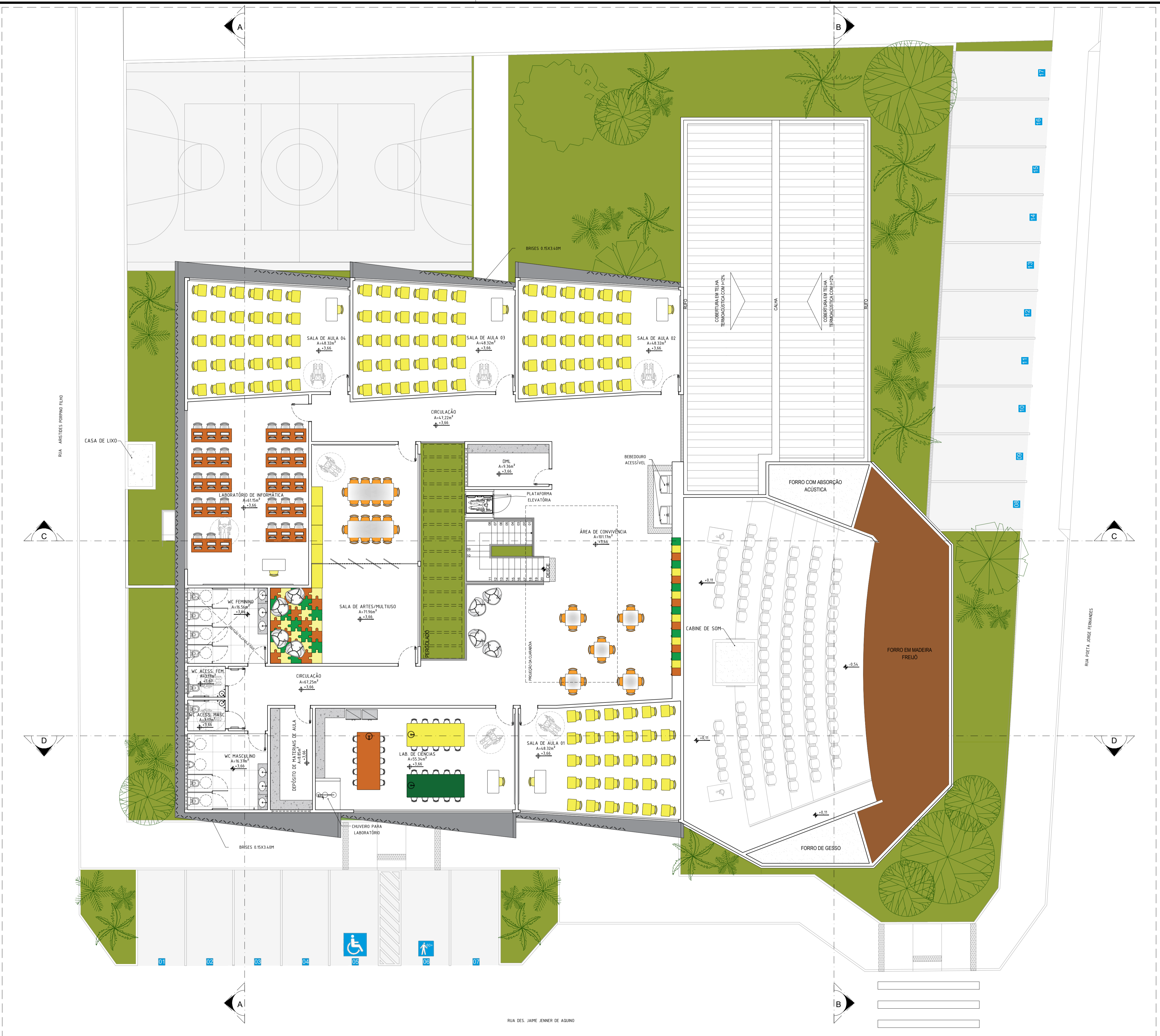
TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>	CONTEÚDO DA PRANCHA: PLANTA TÉCNICA PAV. SUPERIOR	ESCALA: 1/100
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m ²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m ²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56 m ²

PLANTA TÉCNICA- PAV. SUPERIOR
ESCALA 1:100




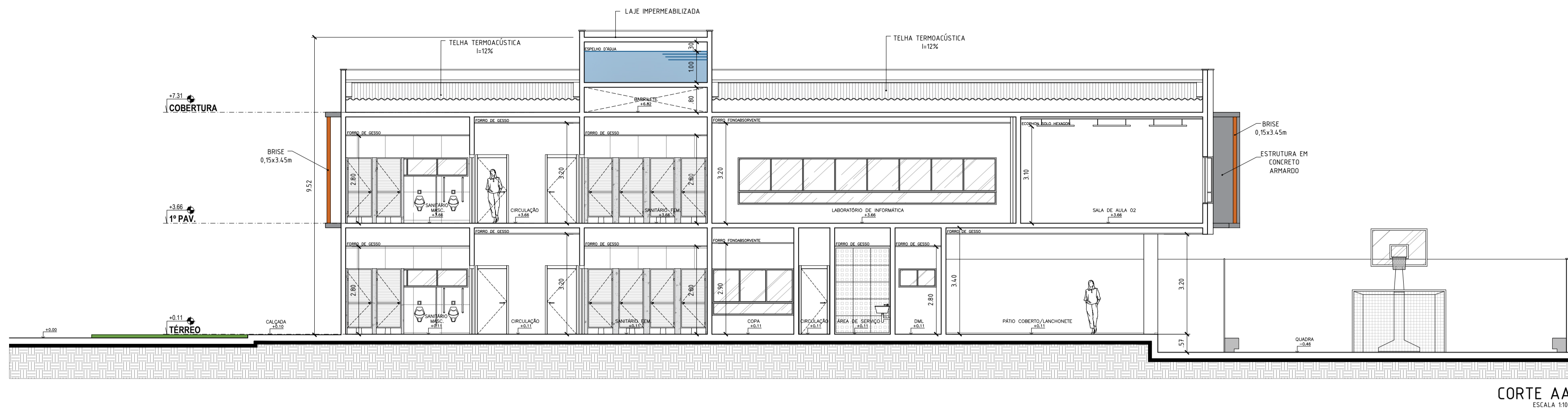
PLANTA DE LAYOUT- PAV. TÉRREO
ESCALA 1/100

	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	PRANCHA 04/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jettner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>	CONTEÚDO DA PRANCHA: PLANTA DE LAYOUT PAV. TÉRREO
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORENCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m ²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m ²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m ²

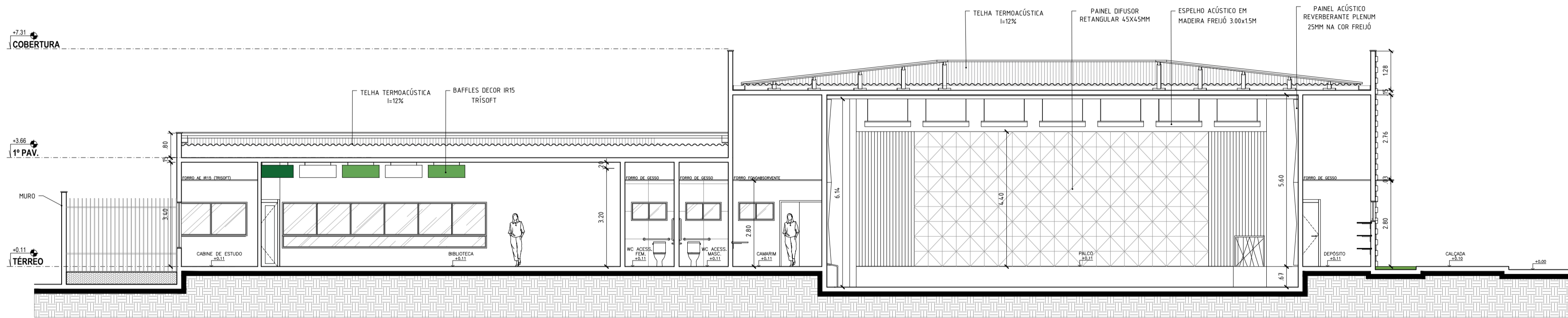


PLANTA DE LAYOUT- PAV. SUPERIOR
ESCALA 1/100

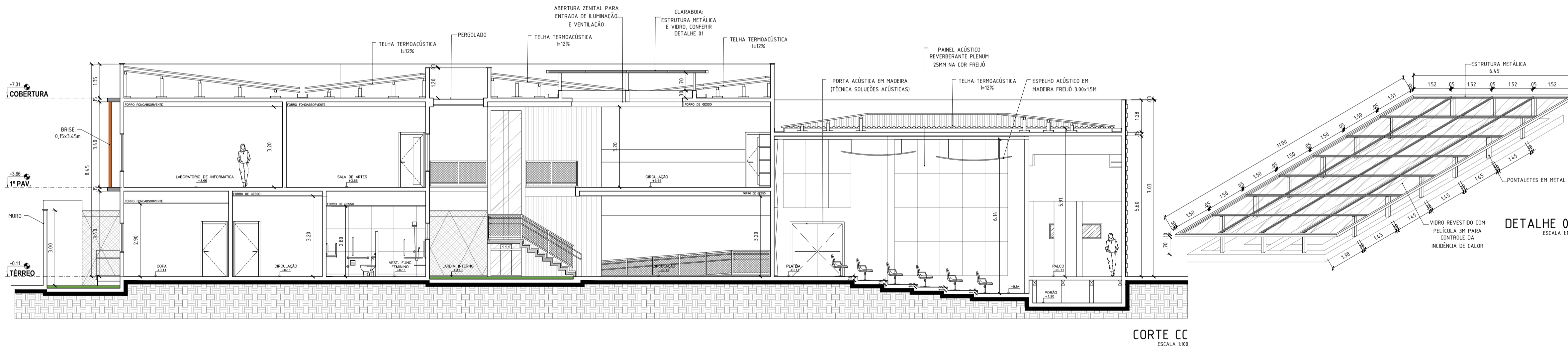
	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		PRANCHA 05/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>		CONTEÚDO DA PRANCHA: PLANTA DE LAYOUT PAV. SUPERIOR
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA		DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO		ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m ²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m ²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56 m ²	



CORTE AA
ESCALA 1:100

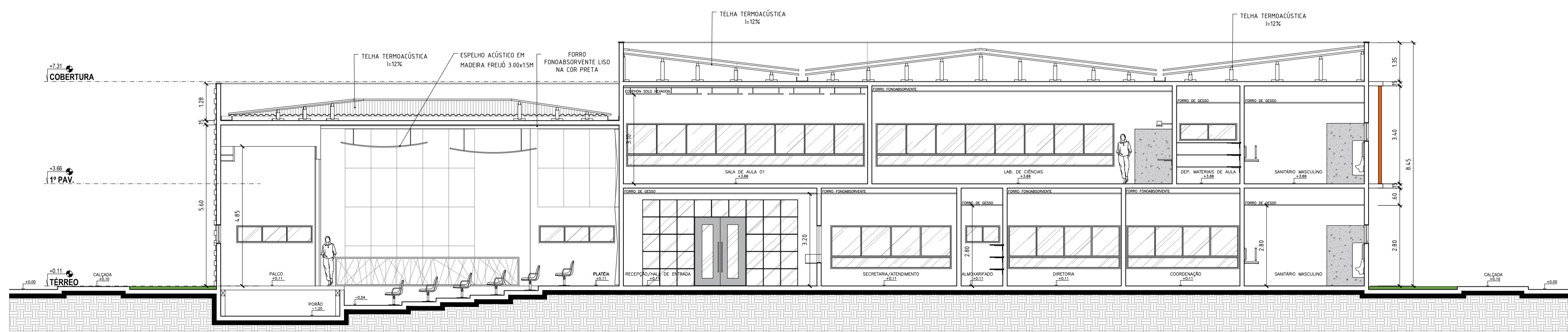


CORTE BB
ESCALA 1:100




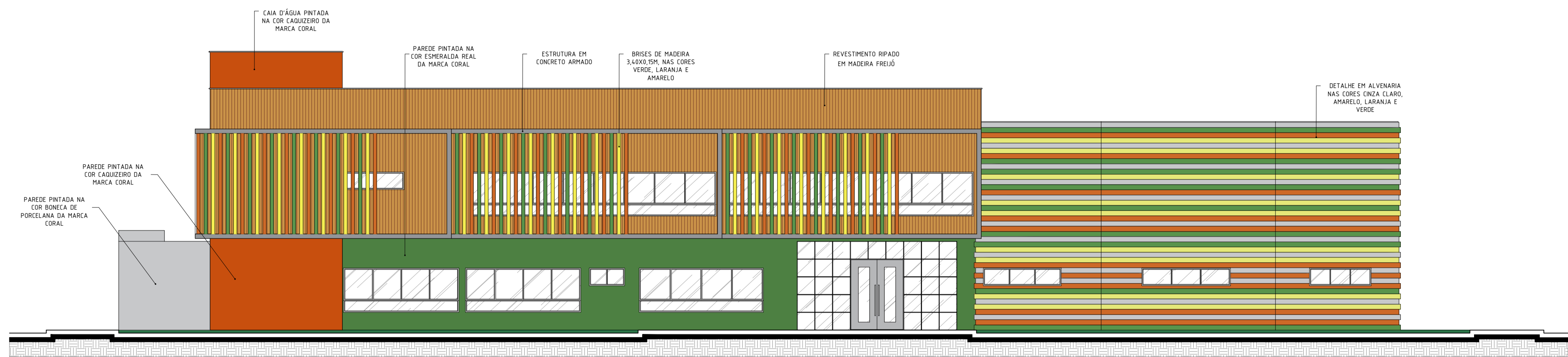
CORTE CC
ESCALA 1:100

DETALHE 01
ESCALA 1:100

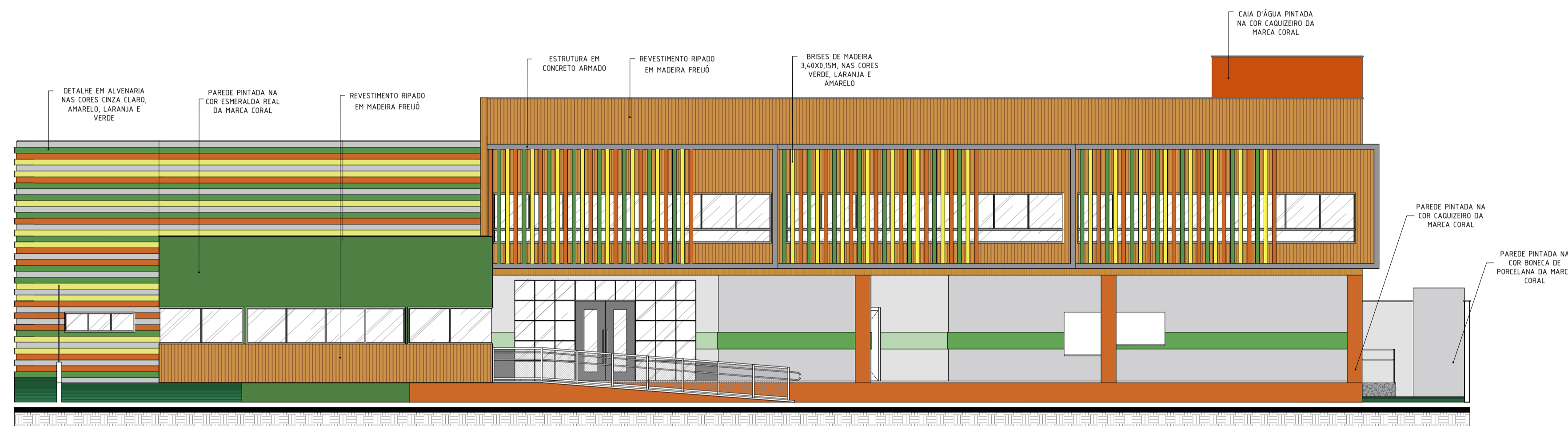


CORTE DD
ESCALA 1:100

	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		PRANCHA 06/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN	CONTEÚDO DA PRANCHA: CORTES	ESCALA: 1/100
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023		
ORIENTADOR(A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m²		
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m²	



FACHADA PRINCIPAL
ESCALA 1:100



FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1:100



FACHADA FRONTAL



FACHADA FRONTAL



FACHADA FRONTAL




FACHADA LATERAL ESQUERDA

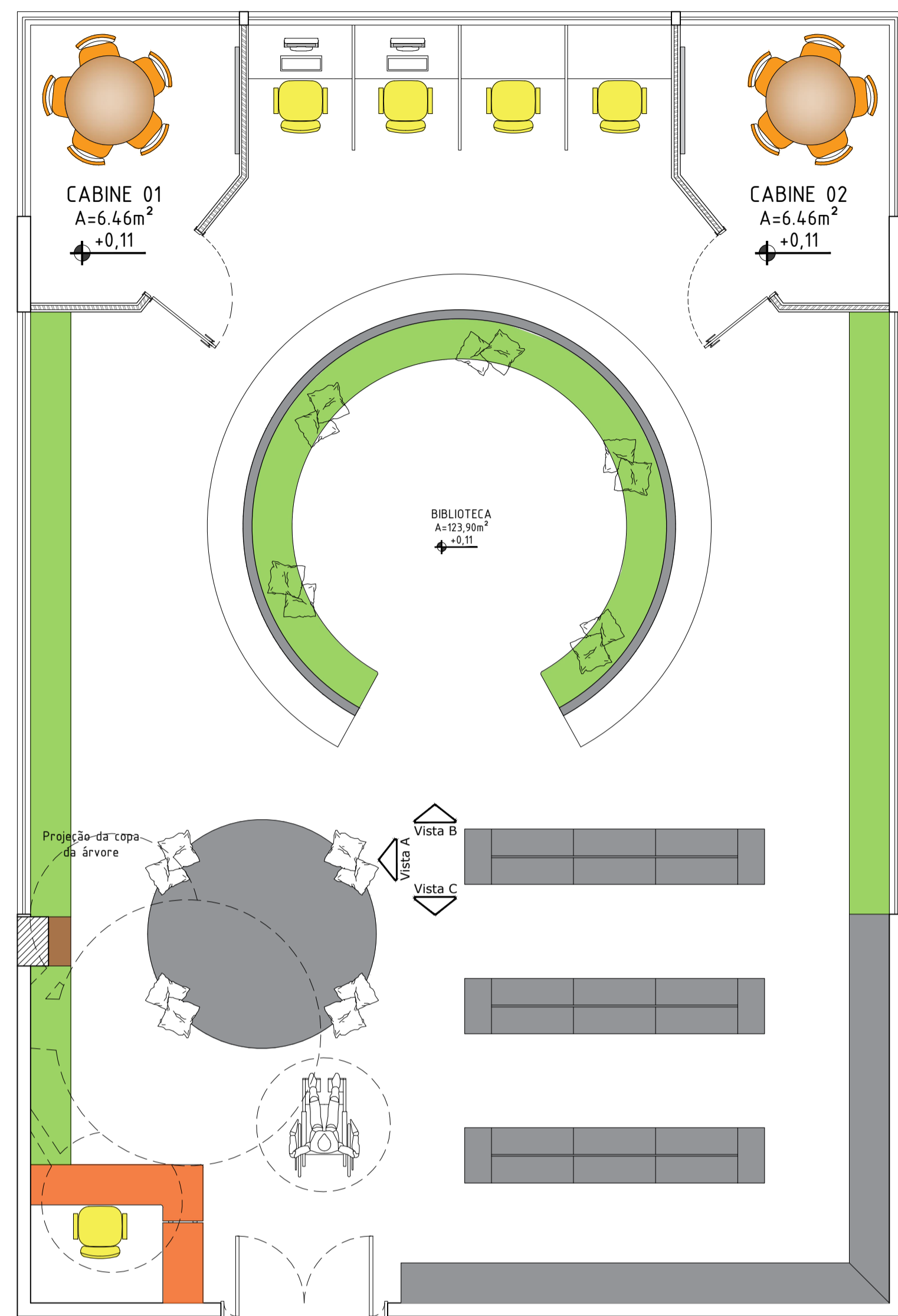


FACHADA LATERAL DIREITA

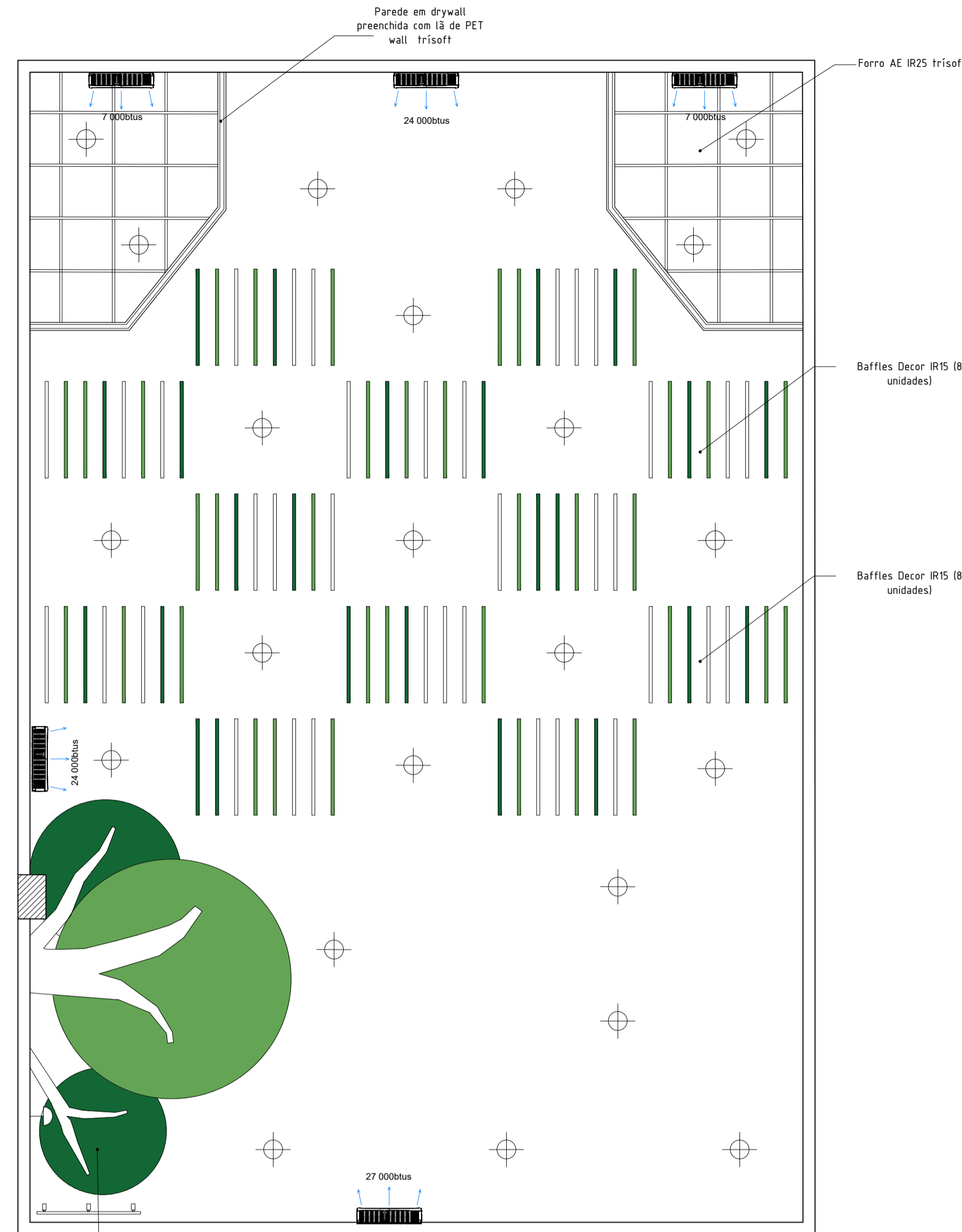


FACHADA POSTERIOR

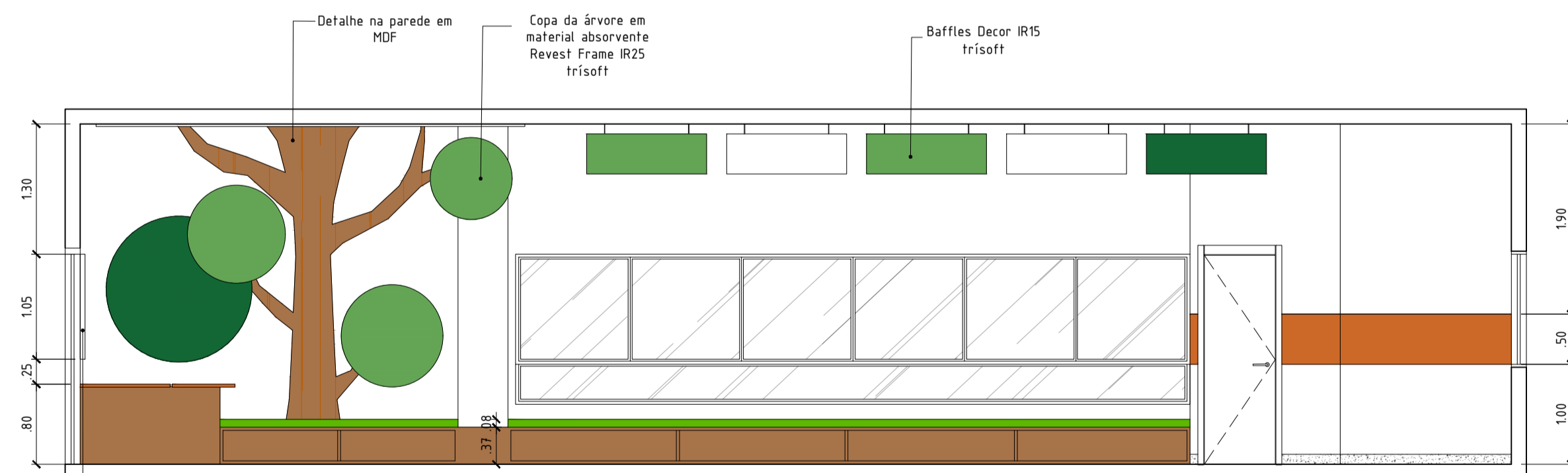
	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		PRANCHA 07/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>		CONTEÚDO DA PRANCHA: FACHADAS E PERSPECTIVAS
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA		DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO		ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m ²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m ²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m ²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m ²	



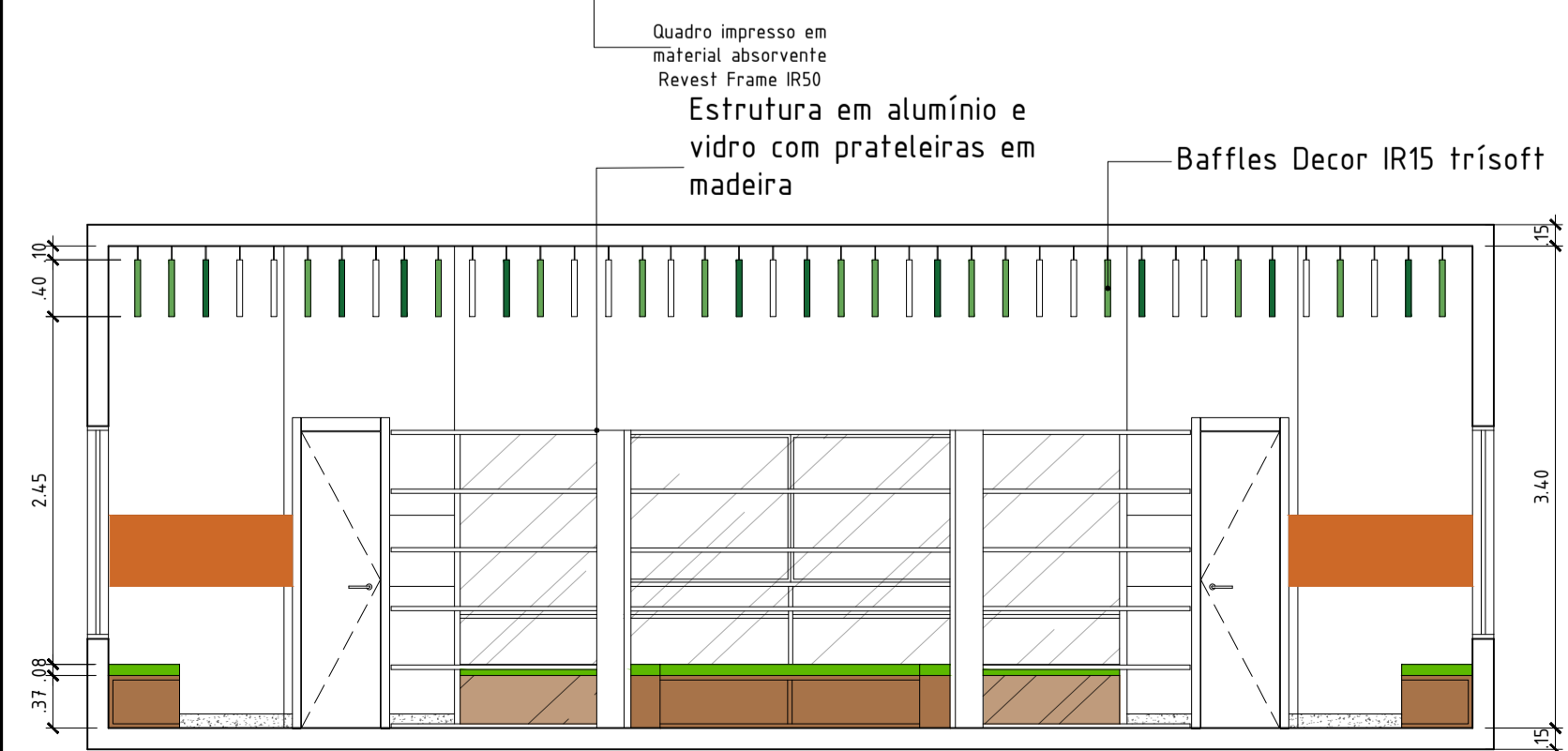
PLANTA DE LAYOUT
ESCALA 1/50



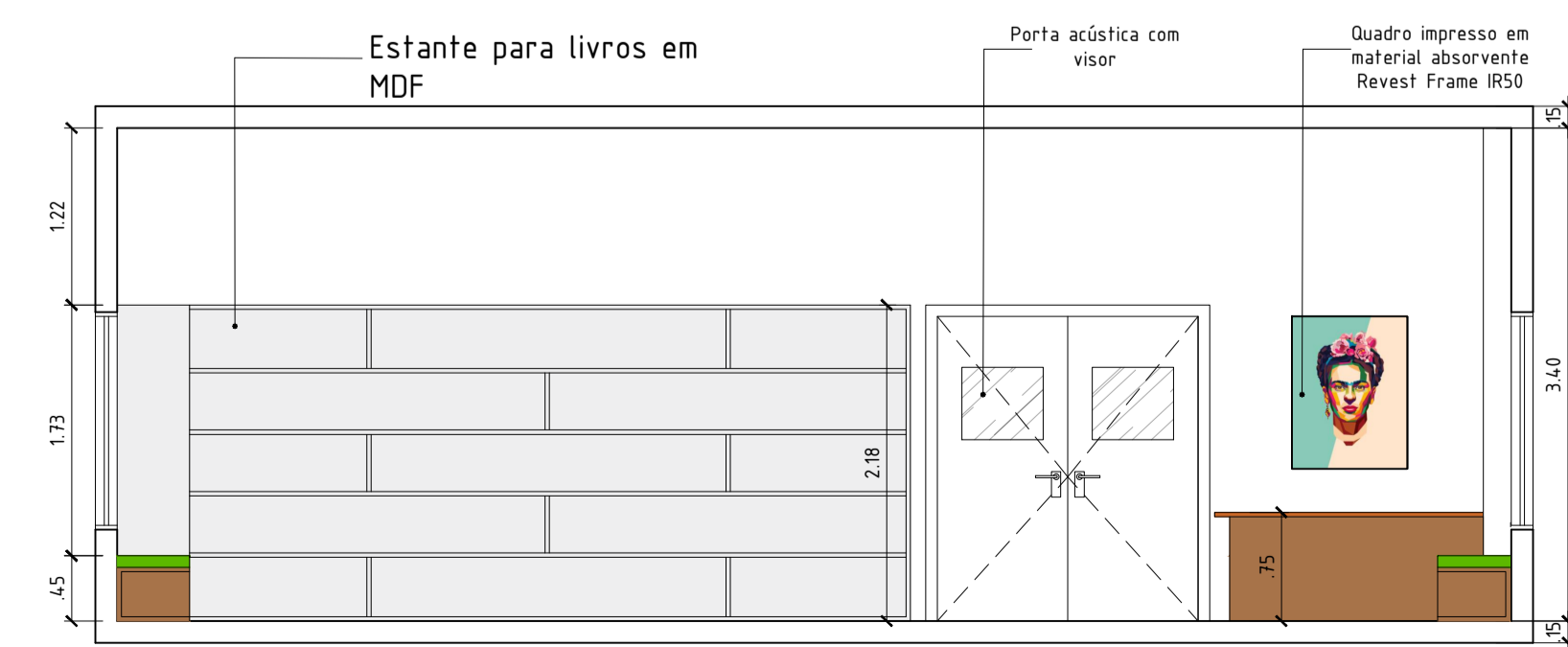
DETALHAMENTO DE FORRO
ESCALA 1/50



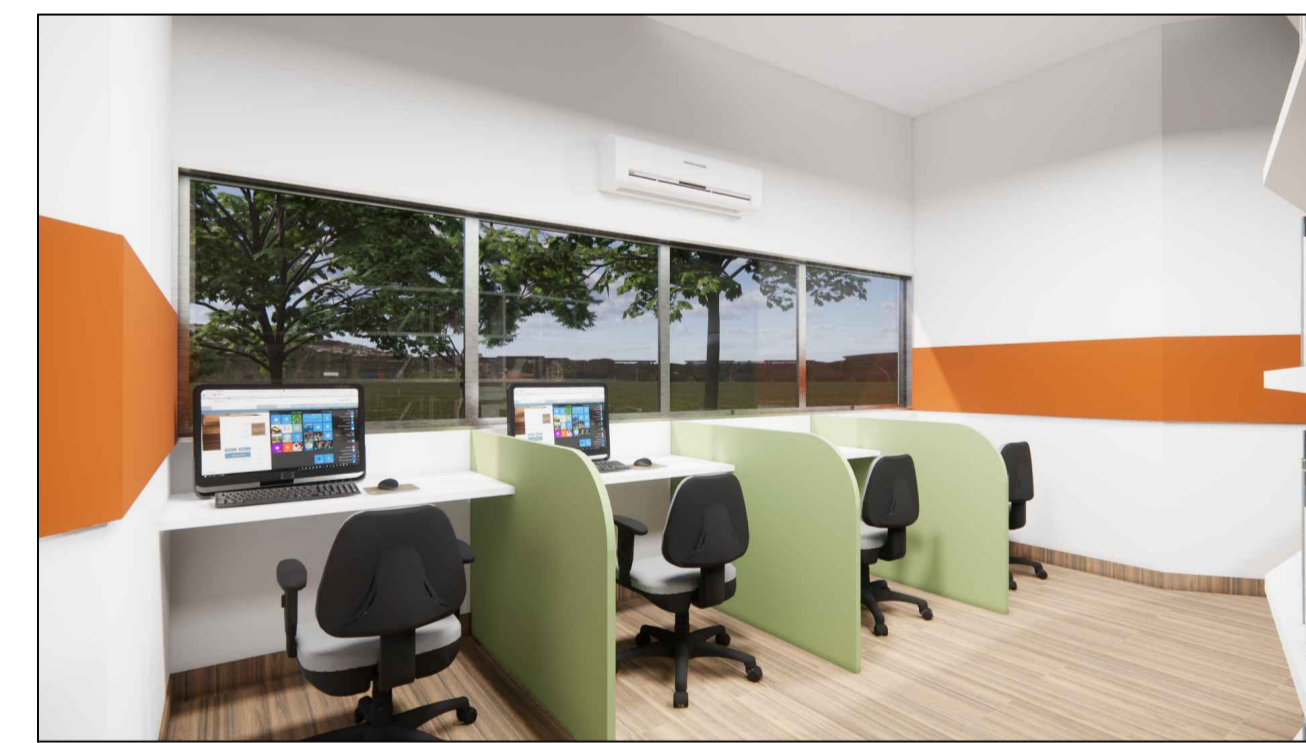
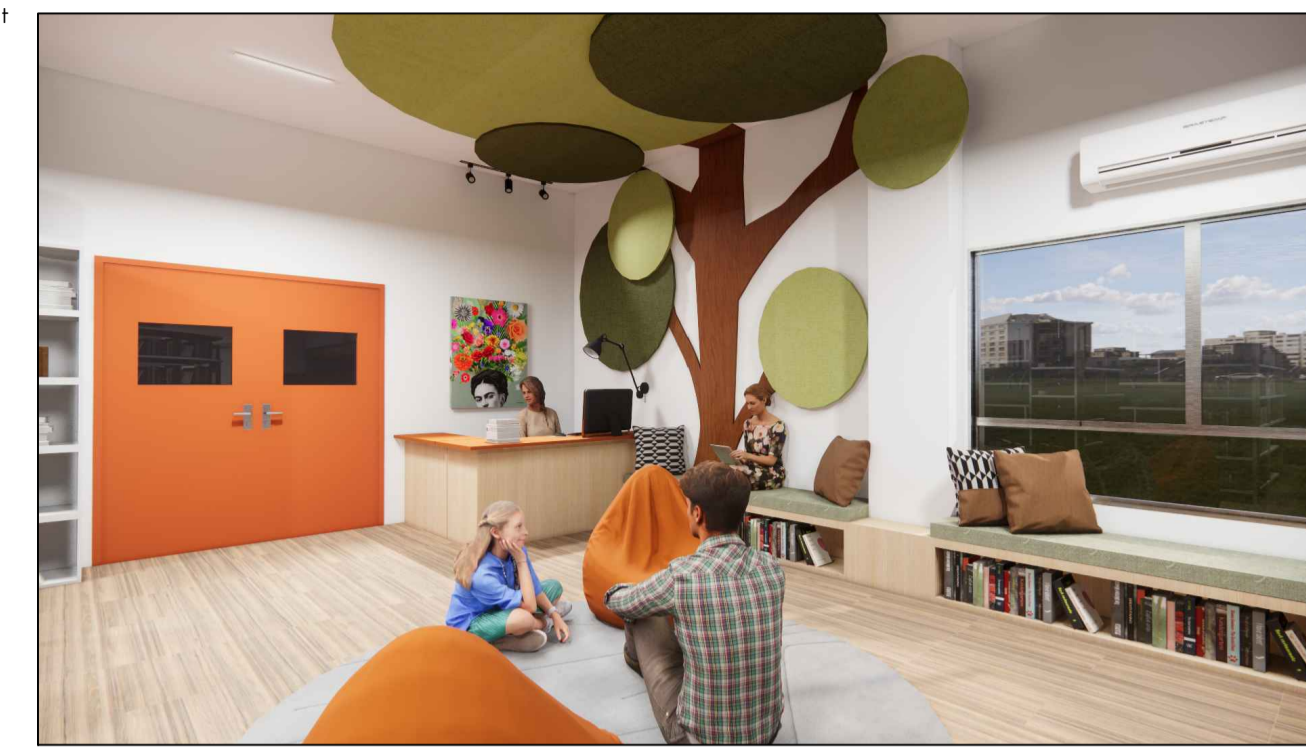
VISTA A
ESCALA 1/50



VISTA B
ESCALA 1/50



VISTA C
ESCALA 1/50



LEGENDA	
☉	PONTO DE ILUMINAÇÃO
⊖	ARANDELA
⊞	TRILHO DE SPOTS
⊞	DIFFUSOR DE AR-CONDICIONADO



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRANCHA
08/10

TÍTULO DO TRABALHO:
ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN
Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN

CONTEÚDO DA PRANCHA:
BIBLIOTECA

ESCALA:
1/50

DISCENTE:
NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA

DATA:
NOVEMBRO/2023

ORIENTADOR (A):
DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO

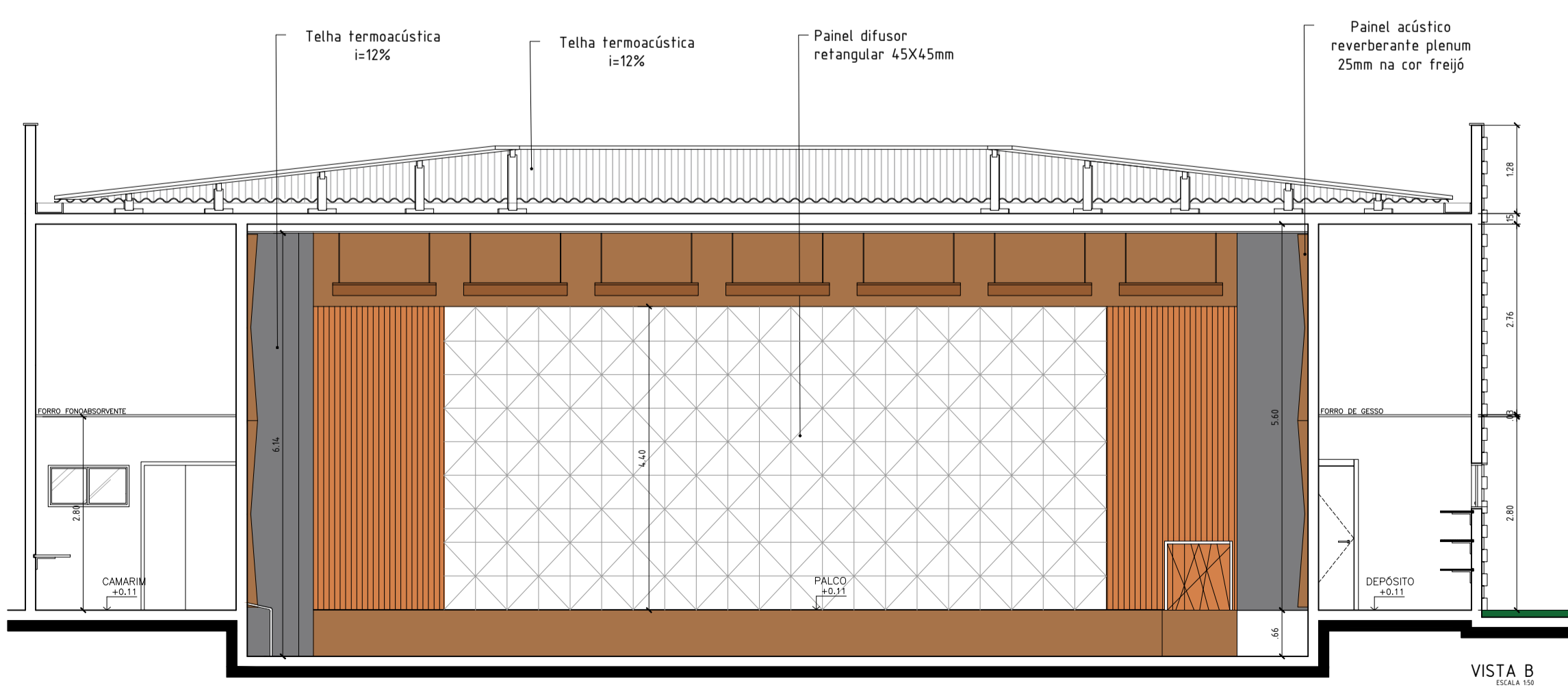
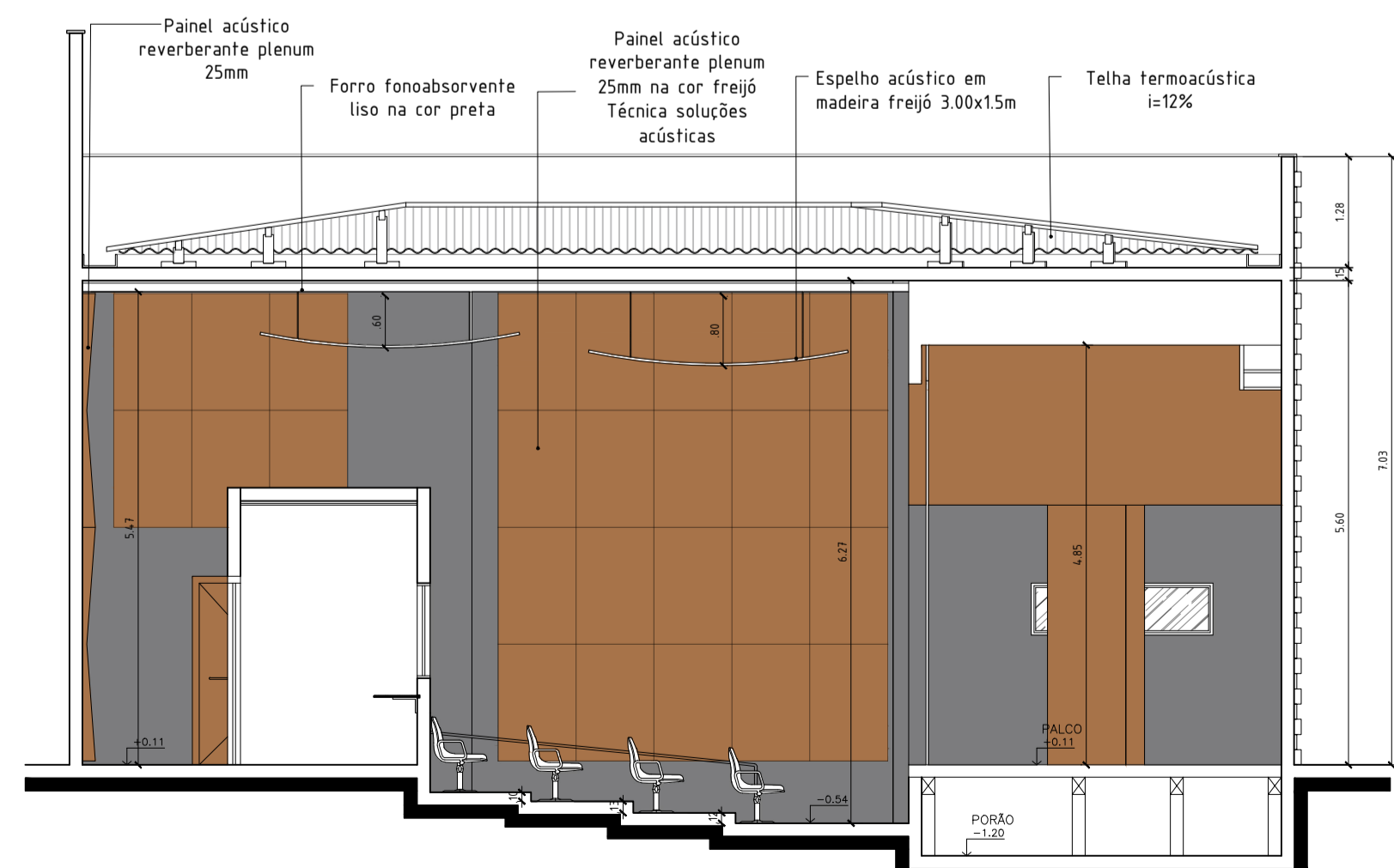
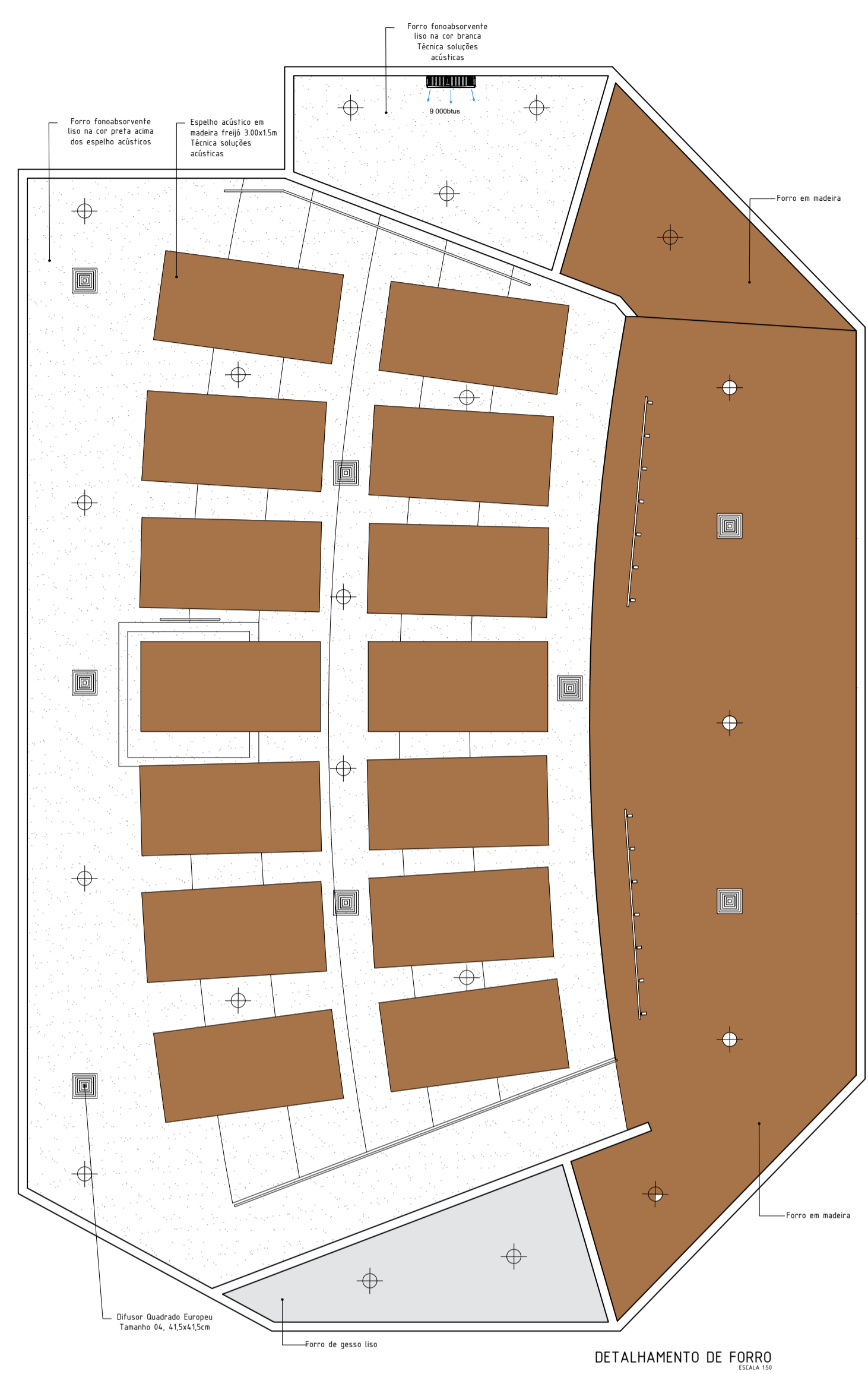
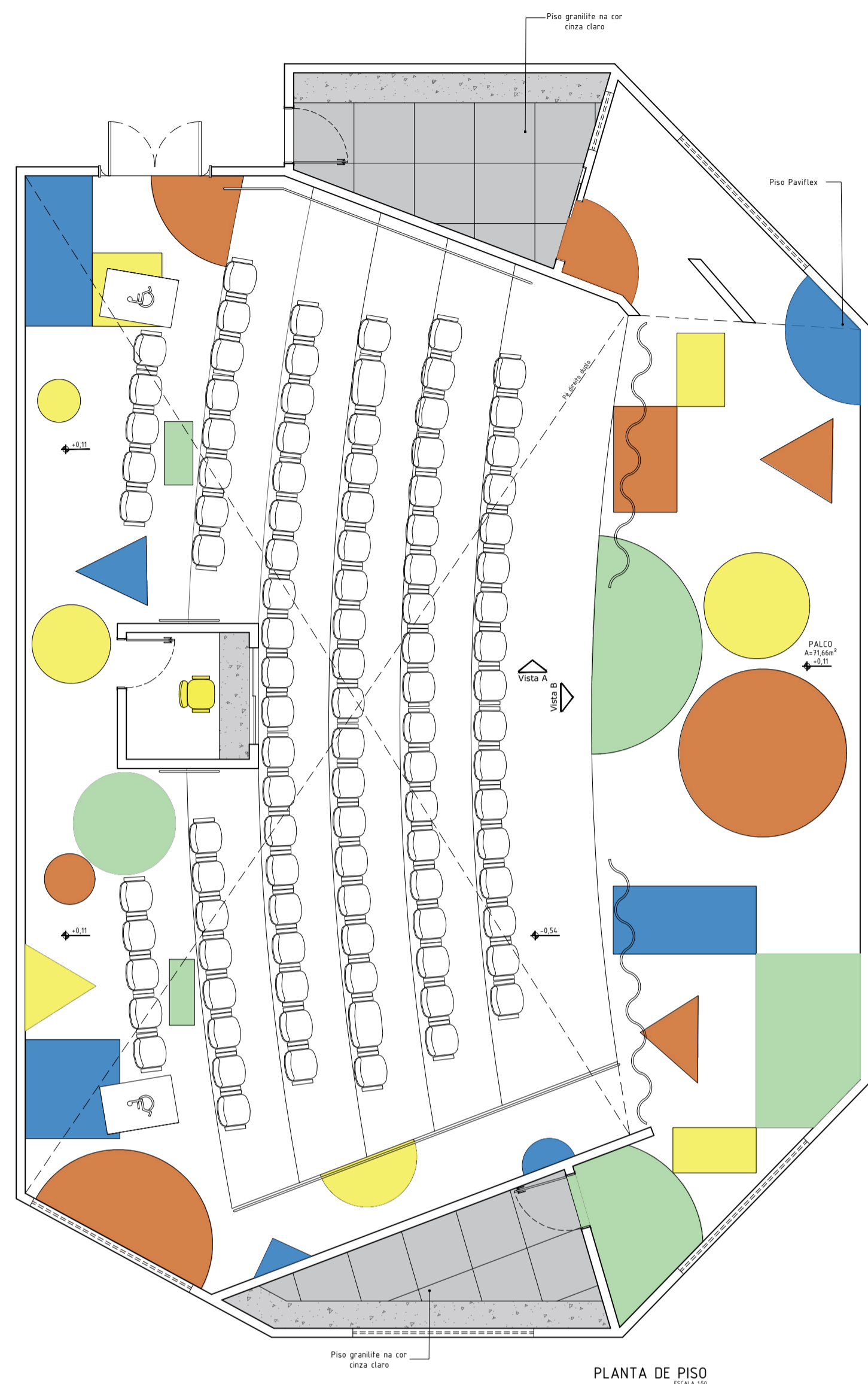
ÁREA DO TERRENO:
2.497,83 m²

ÁREA DE CONSTRUÇÃO:
1.777,35 m²

ÁREA DE COBERTURA:
1.208,40 m²

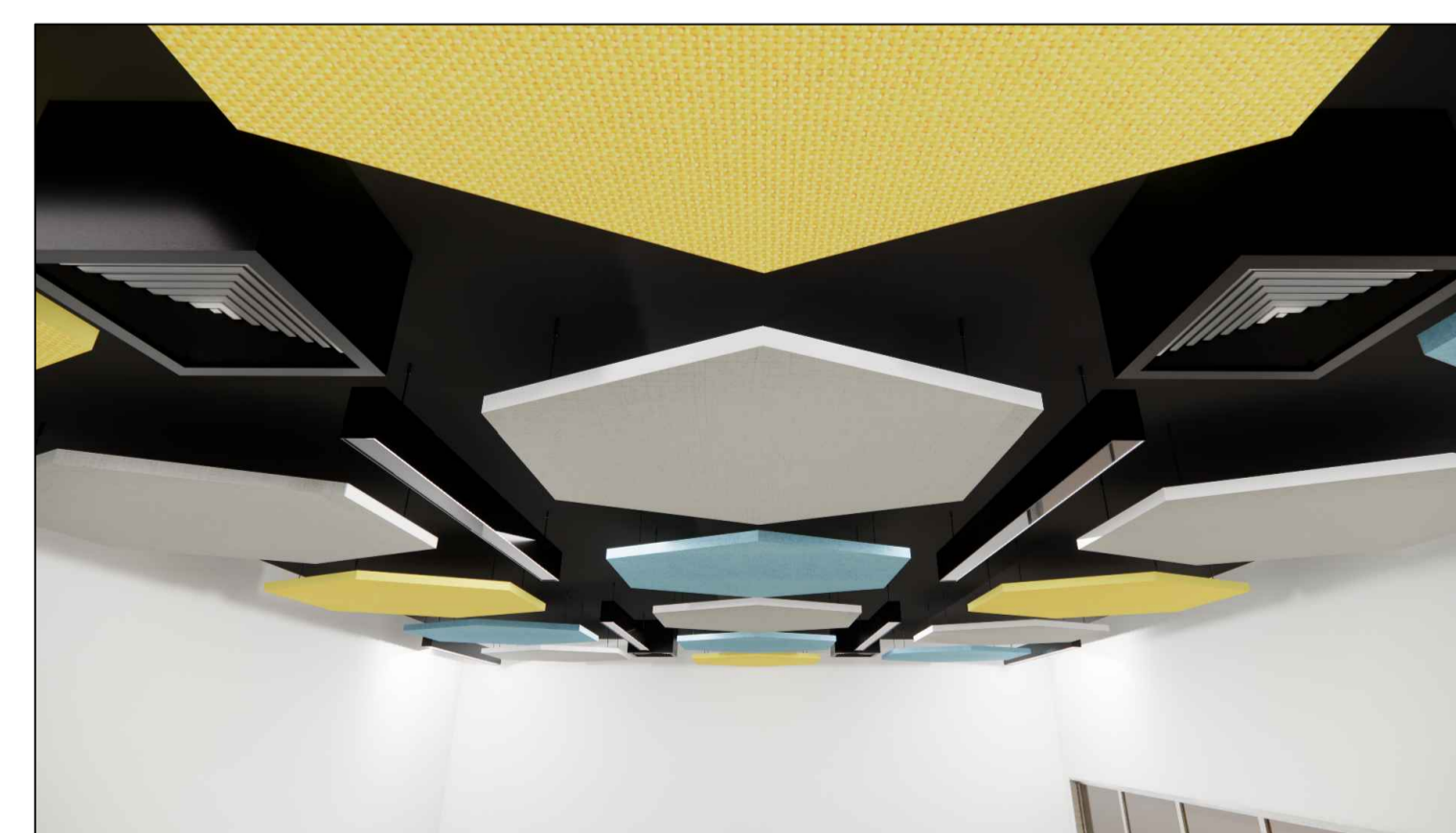
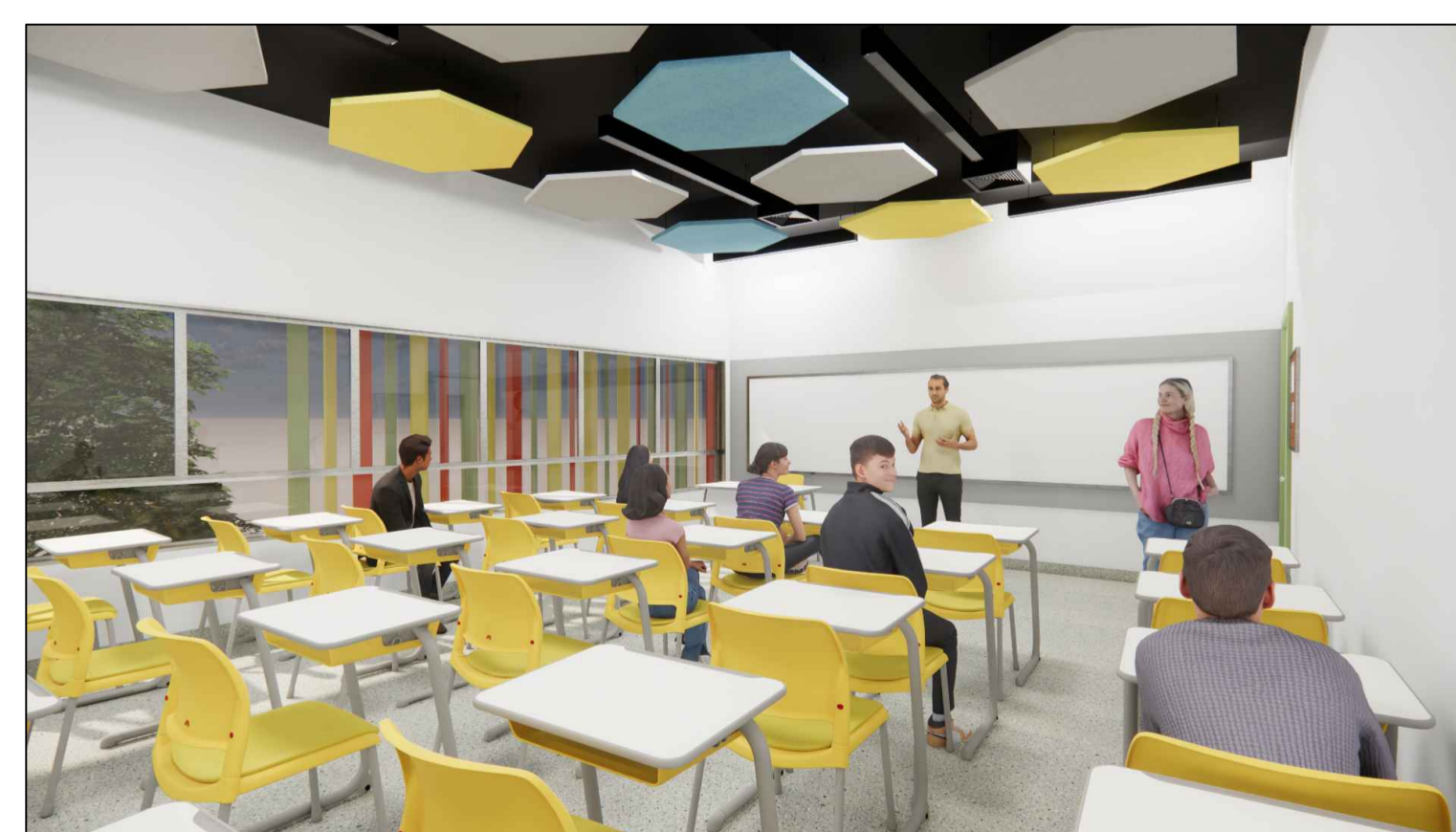
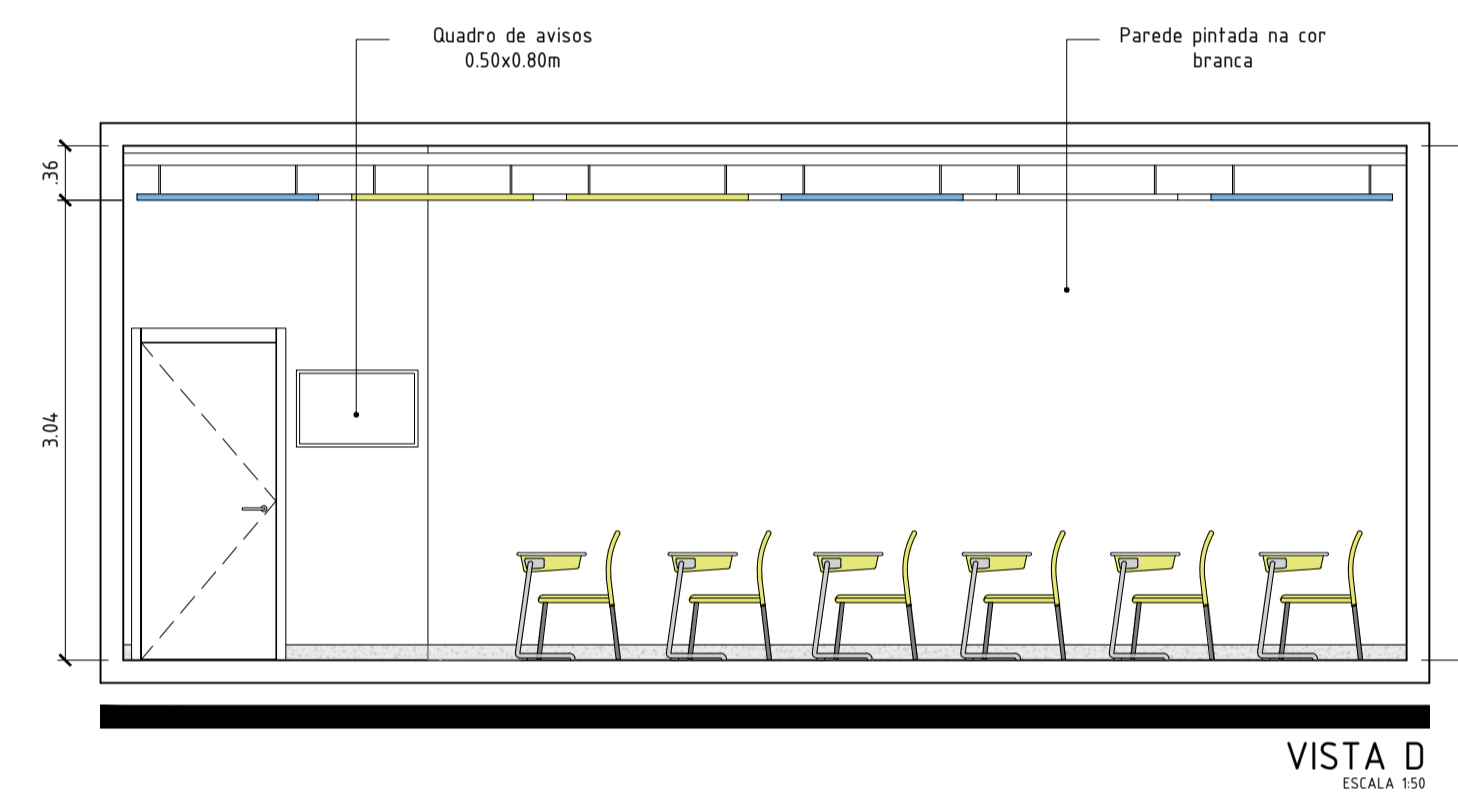
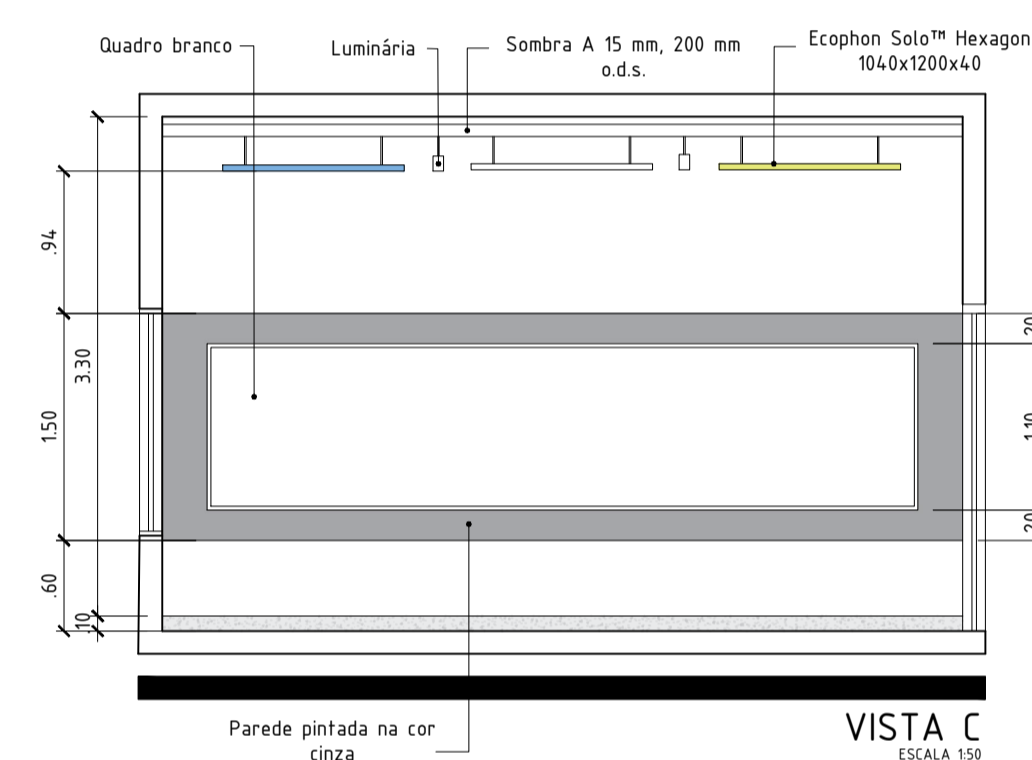
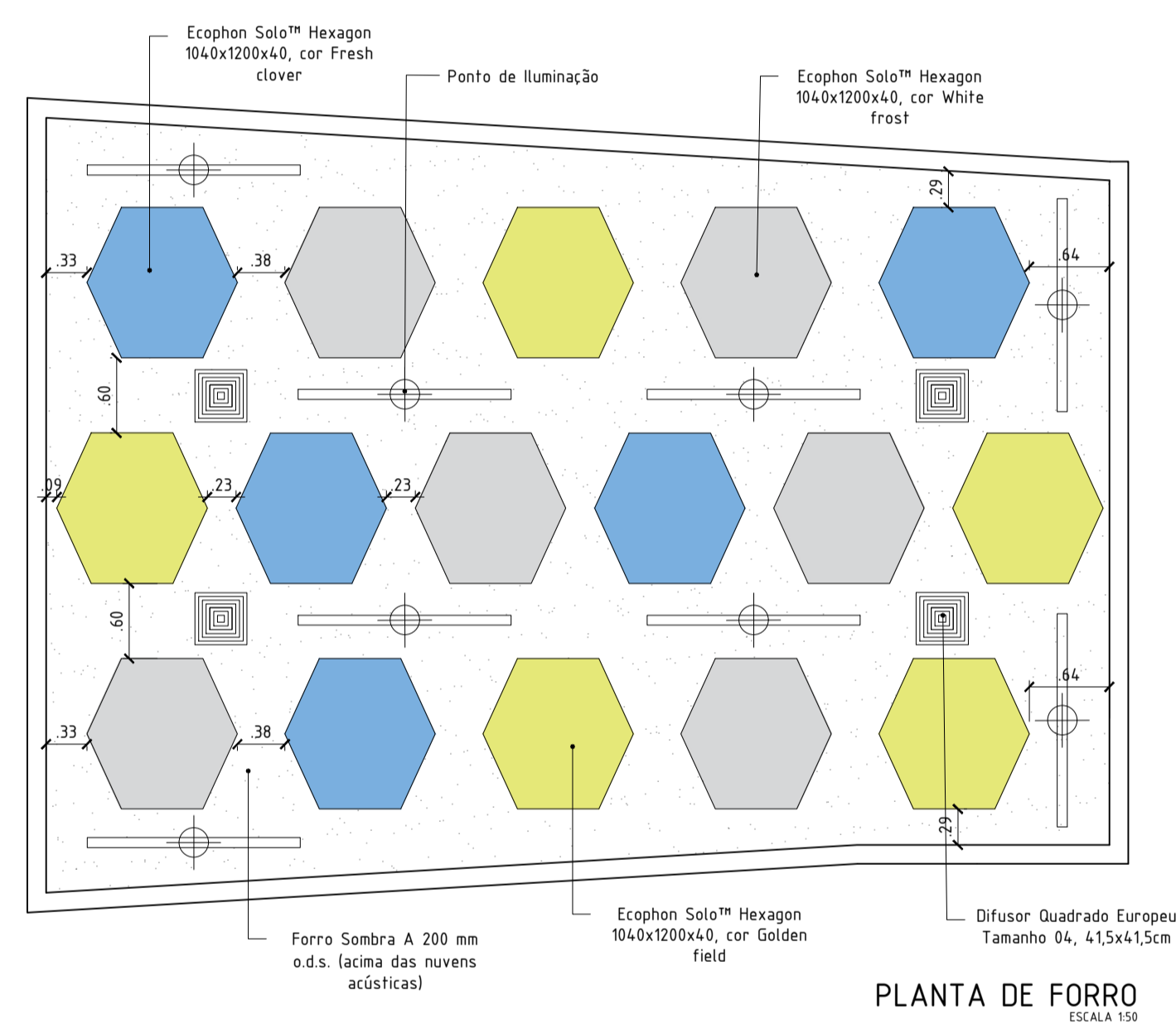
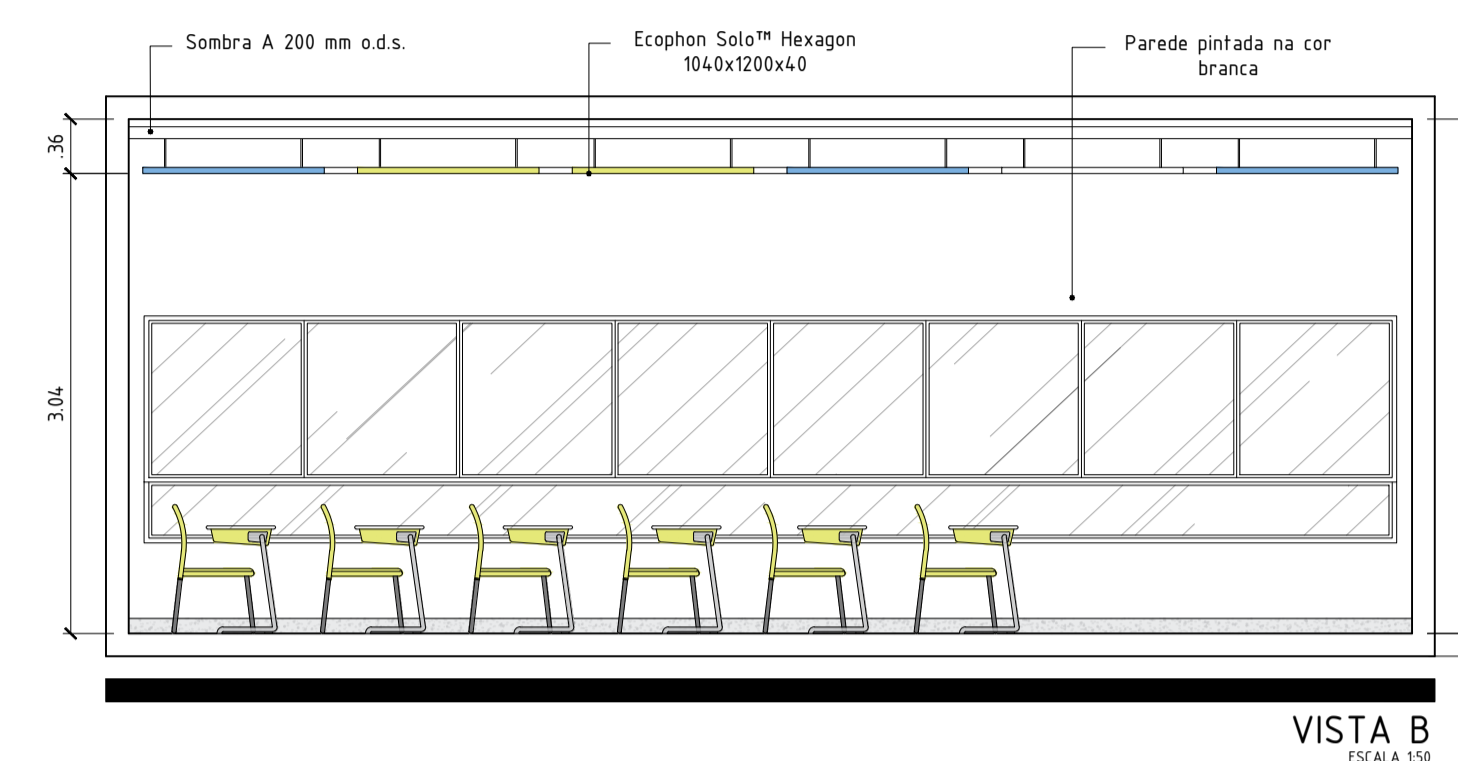
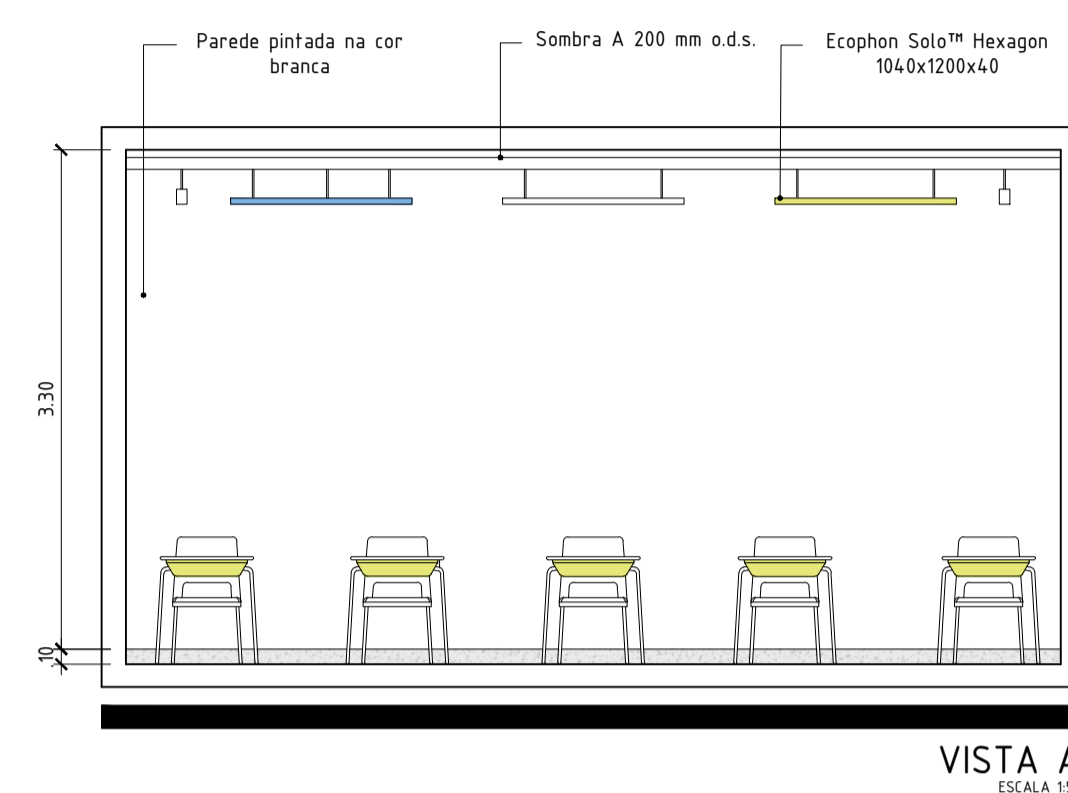
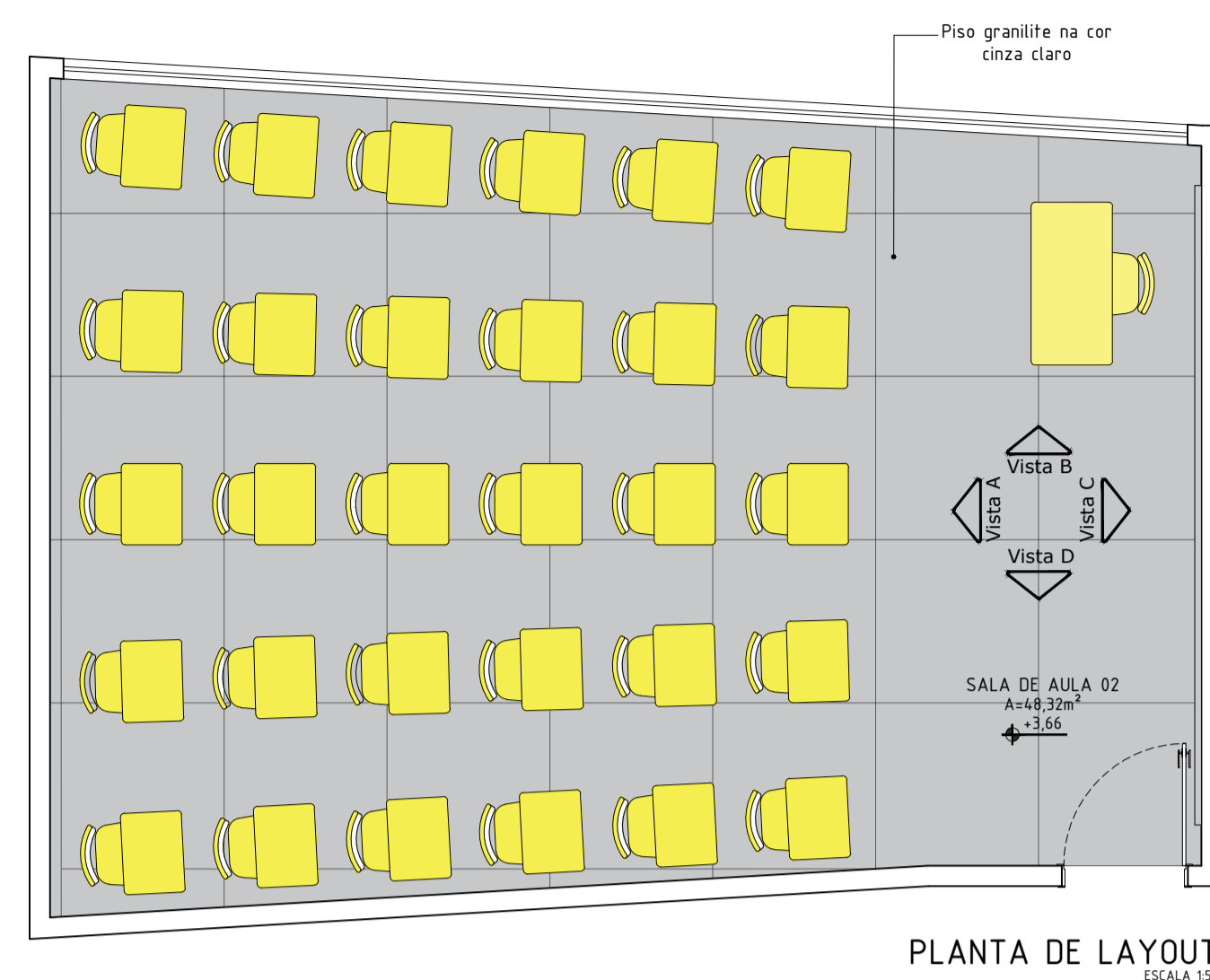
ÁREA PERMEÁVEL:
435,56m²

LEGENDA	
⊕	DEFINIÇÃO
⊕	PONTO DE ILUMINAÇÃO
⊖	ARANDELA
⊕	TRILHO DE SPOTS
⊕	DIFUSOR DE AR-CONDICIONADO



	CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	PRANCHA 09/10
	TÍTULO DO TRABALHO: ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II, COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN <small>Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN</small>	CONTEÚDO DA PRANCHA: AUDITÓRIO
DISCENTE: NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA	DATA: NOVEMBRO/2023	
ORIENTADOR (A): DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORENCIO	ÁREA DO TERRENO: 2.497,83 m²	
ÁREA DE CONSTRUÇÃO: 1.777,35 m²	ÁREA DE COBERTURA: 1.208,40 m²	ÁREA PERMEÁVEL: 435,56m²

LEGENDA	
☉	PONTO DE ILUMINAÇÃO
⊞	ARANDELA
⊞	TRILHO DE SPOTS
⊞	DIFUSOR DE AR-CONDICIONADO



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PRANCHA
10/10

TÍTULO DO TRABALHO:
**ANTEPROJETO DE UMA ESCOLA DE FUNDAMENTAL II,
COM ÊNFASE NO CONFORTO ACÚSTICO, EM NATAL/RN**
Rua Desembargador Jaime Jenner de Aquino, Ponta Negra, Natal/RN

CONTEÚDO DA PRANCHA:
SALA DE AULA
ESCALA:
1/50

DISCENTE:
NAILMA CAVALCANTI DA CUNHA

DATA:
NOVEMBRO/2023

ORIENTADOR (A):
DÉBORA NOGUEIRA PINTO FLORÊNCIO

ÁREA DO TERRENO:
2.497,83 m²

ÁREA DE CONSTRUÇÃO:
1.777,35 m²

ÁREA DE COBERTURA:
1.208,40 m²

ÁREA PERMEÁVEL:
435,56m²