



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO-
AMBIENTE

MANUELA DE SOUZA LEITE

CA.SU.LOS

PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA
LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO
NORDESTINO

Natal, agosto de 2020

MANUELA DE SOUZA LEITE

CA.SU.LOS

PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIA UNIVERSITÁRIA
LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO
NORDESTINO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido a
Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de mestre profissional.

Orientador(a): Professora Doutora Eunádia
Silva Cavalcante

Natal, agosto de 2020

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

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

Leite, Manuela de Souza.

CA.SU.LOS: proposta arquitetônica para residência universitária localizada em região de clima quente e seco no semiárido nordestino / Manuela de Souza Leite. - Natal, RN, 2020.

137f.: il.

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

Orientadora: Eunádia Silva Cavalcante.

1. Habitação estudantil - Dissertação. 2. Semiárido - Dissertação. 3. Conforto térmico - Dissertação. I. Cavalcante, Eunádia Silva. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UFRN/RSE15

CDU 728.1

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de mestrado a uma mulher importante e admirável. A Liduína Leite, minha doce mãe, minha eterna professora de português preferida, do Departamento de Letras Vernáculas da UERN. Da qual tenho o privilégio de ser filha e que desde a infância vi exercer sua profissão com tanto esmero e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer àqueles que me acompanharam nesta trajetória de desenvolvimento do mestrado.

Ao meu pai, Iremar Leite, fonte da minha inspiração, e minha mãe Liduína, por me apoiarem nas minhas escolhas e serem o esteio de que preciso para construir minha própria história, de forma autônoma e independente.

Agradeço a minha irmã Gabi e ao meu irmão Souza, pelas palavras de incentivo e afeto sempre que precisei.

À Marcos, meu namorado, pelo amor e companheirismo que me devota e que assim como eu, acredita nos meus sonhos e me apoia nas minhas escolhas.

Agradeço a minha orientadora Eunádia, pela dedicação e zelo pelo qual me orientou sempre disposta a me ajudar e a conduzir a orientação deste trabalho.

Aos meus primos Diogo e Fernando, pela amizade de sempre.

Agradeço aos colegas do Mestrado profissional, a turma seguiu se apoiando e auxiliando uns aos outros no desenvolvimento destes trabalhos. Em especial a Maíra, Clodoaldo e Alessio.

E por fim, a todo corpo docente do mestrado profissional, que se mostrou, sem exceção, professores de excelência, e que agregam conhecimentos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa a cada disciplina estudada.

RESUMO

Este trabalho de conclusão consiste em um projeto para residências universitárias na cidade de Mossoró/RN. O documento é composto por um relatório técnico e um projeto arquitetônico. As residências masculinas existentes no campus da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA foram construídas na década de 1980, mesmo com os recentes reparos realizados na estrutura as habitações ainda mantêm as características originais desde sua construção, apresentando problemas relacionados ao desempenho térmico, necessidade de áreas coletivas destinadas ao lazer, e a socialização, bem como déficit na quantidade de unidades habitacionais necessárias para suprir as demandas atuais. O projeto proposto tem como objetivo geral desenvolver a moradia universitária buscando aplicar as contribuições da arquitetura relacionadas ao clima local utilizando meios passivos para a promoção do conforto térmico, e com o propósito de melhorar a qualidade da vivência e do morar em residências temporárias. Para isso, foram elaboradas pesquisas com base em critérios bioclimáticos aplicados ao local, estudos teóricos para definição das diretrizes projetuais relacionadas à habitação temporária e análises utilizando softwares de simulação para melhor adequação dos parâmetros de ventilação, insolação e acústica da proposta. O resultado dos estudos desenvolvidos e as discussões apresentadas durante o processo de projeto fornece à instituição um projeto de moradias adequadas ao clima local com a possibilidade de atender a demanda por vagas existente e futura, considerando às exigências de desempenho das edificações, assim como as condições de habitabilidade, além de contribuir para a ampliação dos conhecimentos no exercício da prática projetual, enriquecendo os métodos de atuação do profissional de arquitetura.

Palavras-chave: Habitação estudantil; Semiárido; Conforto térmico.

ABSTRACT

This article consists of a design proposal for university campus residences in Mossoró city, in the state of Rio Grande do Norte. This document consists of a technical report and an architecture project. Male residences at the Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) campus were built in the 1980s. Even with recent structure repairs, these residences still keep old original aspects and continue to present issues related to thermal performance, not having leisure and socialization common areas, as well as low housing units based on nowadays demand. This project provides a solution to those identified problems by designing a new student housing through systematic planning data analysis, simulations, and solution application. To accomplish that, specific research was made based on site bioclimatic criteria, as well as theoretical studies for design definition guidelines related to temporary housing and software analysis simulation for better ventilation, sunlight, and acoustic parameters. Study results and discussions presented throughout the project provide an appropriate solution to campus housing needs according to the local climate and the possibility of meeting the current and future vacancies demand, respecting building performance requirements, proper living conditions, and contributing to project practice expansion, enriching the design methods of architects.

Keywords: Student housing; Semi-arid; Thermal comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui de Projeto inserido como elemento de conexão e continuidade de espaço coletivo.....	18
Figura 2 -Croqui de Espaços coletivos para atividades simultâneas.....	19
Figura 3 - Croqui de Espaços coletivos para atividades simultâneas.....	19
Figura 4 - Croquis dos parâmetros Projetuais pertinentes para habitação.....	20
Figura 5 - Aspectos Relevantes de Sustentabilidade aplicadas no Projeto.....	24
Figura 6 - Tipos de Fatores Climáticos.....	25
Figura 7 - Sombra de Chuva e Brisas da Costa desviadas pelo relevo	26
Figura 8 - Gráfico da temperatura em Mossoró/RN	27
Figura 9 - Elementos de Climas Tropicais a serem controlados	28
Figura 10 - Qualidade arquitetônica	29
Figura 11 - Estudos de Referência situados em regiões com Clima Semiárido Quente	30
Figura 12 - Paredes em argila - Lateral da Escola Primária	32
Figura 13 - Cobertura da Escola Primária	33
Figura 14 - Torres de ventilação de concreto.....	34
Figura 15 - Camadas do Edifício.....	35
Figura 16 - Croqui dos Blocos escalonados e saídas de ar	36
Figura 17 - Planta baixa do Edifício e Vista Aérea	37
Figura 18 - Residência Booker na Universidade Estadual do Arizona	38
Figura 19 - Residência Booker na Universidade Estadual do Arizona	39
Figura 20 - Proteção das janelas em formato de “U” e Brise metálico em Fachada ..	40
Figura 21 - Síntese das Referências Projetuais	41
Figura 22 - Mapa esquemático da localização do Lote	42
Figura 23 - Residências Acadêmicas – Área de importância social	43
Figura 24 - Índices Urbanísticos – Área de Importância Social	44
Figura 25 - Recuos mínimos exigidos entre edificação existente e futura.....	44
Figura 26 - Sistema Viário – Campus Oeste	45
Figura 27 - Classificação de Edificação e área de risco.....	48

Figura 28 - Classificação de Edificação quanto a altura.....	49
Figura 29 - Quadro de Medidas de Segurança Contra incêndio	49
Figura 30 - Dormitório Acessível – Área de circulação mínima	51
Figura 31 - Área de aproximação da cozinha e medidas para uso	51
Figura 32 - Emissividade de Superfícies	53
Figura 33 - Termômetro Infravermelho - Equipamento Utilizado para medições	54
Figura 34 - Implantação das casas e orientações em relação ao Norte.....	55
Figura 35 - Medição Casa 02, Fachadas Frontal e Posterior	56
Figura 36 - Medição Casa 02, Fachadas Lateral Esquerda e Lateral Direita	57
Figura 37 - Medição Casa 13, Fachada Frontal e Posterior	58
Figura 38 - Medição Casa 13, Fachada Lateral Esquerda e Lateral Direita.....	59
Figura 39 - Croqui das Casas Existentes com Indicação dos ventos predominantes Nordeste e Sudeste.....	60
Figura 40 - Simulação dos Ventos a Nordeste nas casas existentes	61
Figura 41 - Simulação dos Ventos a Sudeste em casas existentes	62
Figura 42 - Mapa Campus Oeste, UFERSA/RN.....	64
Figura 43 - Situação atual e Situação Proposta	65
Figura 44 - Quadro de Medição de níveis de pressão sonora em áreas habitadas ..	66
Figura 45 - Vilas Acadêmica – Medição Acústica em área Externa (Via de Acesso de Veículos)	67
Figura 46 - Valores de Referência para Ambientes Internos - Dormitórios	68
Figura 47 - Vilas Acadêmica – Medição de Ambiente Interno - Dormitórios	68
Figura 48 - Localização das casas escolhidas para medição acústica	69
Figura 49 - Valores Para Vedações Externas	70
Figura 50 - Levantamento de Áreas	71
Figura 51 - Quadro de aplicação da Fórmula	72
Figura 52 - Moradias Estudantis - Masculinas.....	76
Figura 53 - Equipamentos urbanos da Vila acadêmica masculina	77
Figura 54 -Levantamento da Planta Baixa –atual residência dos alunos Vila Acadêmica Masculina da UFERSA	78
Figura 55 - Reforma de acessibilidade realizada na casa 17	79
Figura 56 - Construção do Plano de Necessidades	80

Figura 57 - Funções e Atividades.....	81
Figura 58 - Mobiliário mínimo indicado.....	82
Figura 59 - Funcionograma da atual residência dos alunos Vila Acadêmica Masculina da UFERSA.....	83
Figura 60 - Funcionograma das novas residência propostas.....	84
Figura 61 - Dimensões Antropométricas.....	85
Figura 62 - Quadro de Dimensionamento de ambientes de uso Privado e Coletivo.....	86
Figura 63 - Formulário para identificação dos Resíduos Sólidos.....	88
Figura 64 - Etapas de reciclagem de resíduos classe A em canteiros de obras.....	91
Figura 65 - Estratégia de Resfriamento Evaporativo.....	94
Figura 66 - Quadro de espécies arbóreas indicadas para o Semiárido.....	95
Figura 67 - Croquis de formas de implantação das espécies arbóreas escolhidas para o projeto.....	96
Figura 68 - Espécies Arbóreas Indicadas por função.....	97
Figura 69 - Croqui do levantamento de árvores existentes no terreno.....	98
Figura 70 - Croqui de árvores existentes no terreno e compatibilização com projeto.....	99
Figura 71 - Proposta para massas vegetais da nova Implantação.....	99
Figura 72 - Gráfico do levantamento do clima de Mossoró durante o ano.....	101
Figura 73 - Rosa dos Ventos de Mossoró/RN.....	103
Figura 74 - Tipologias definidas por Pacheco e tipologia adotada.....	104
Figura 75 - Qualificação das estratégias bioclimáticas para Mossoró/RN.....	105
Figura 76 - Partido Arquitetônico.....	107
Figura 77 - Valor Semântico de Palavras Chaves.....	108
Figura 78 - Maquete Física.....	109
Figura 79 - Estudo de Sol e Sombra.....	110
Figura 80 - Arranjo espacial definido.....	111
Figura 81 - Orientação das Fachadas.....	111
Figura 82 - Disposição dos Blocos de Apartamentos.....	112
Figura 83 - Localização da circulação vertical no bloco de apartamentos.....	113
Figura 84 - Localização dos apartamentos acessíveis.....	113
Figura 85 - Localização dos apartamentos e acessos.....	114

Figura 86 - Simulação Sombreamento para janelas em fachadas a Oeste	115
Figura 87 - Elementos utilizados nas esquadrias	116
Figura 88 - Tipologias das Janelas.....	116
Figura 89 - Estudos desenvolvidos em croqui para estratégias de Ventilação	117
Figura 90 - Estudos desenvolvidos em desenhos para estratégias de Ventilação..	118
Figura 91 - Ventilação dentro do apartamento	119
Figura 92 - Simulação da diferença de pressão a Nordeste para Moradias Propostas	120
Figura 93 - Análise do Percurso dos Ventos em Pátio Central.....	121
Figura 94 - Alvenaria em Tijolo Cerâmico	123
Figura 95 - Quadro de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa.....	124
Figura 96 - Quadro de transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para alvenaria dupla com tijolo de 6 furos.	124
Figura 97 - Telha Fibrocimento, com câmara de ar e laje pré-moldada	125
Figura 98 - Sistema de coberta em bloco de moradias e espaço coletivo	125
Figura 99 - Maquete Eletrônica do Projeto	126
Figura 100 - Localização de Parede Hidráulica na habitação	127

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	17
2.1 O PROJETO DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA	17
2.2 CONCEITOS BIOCLIMÁTICOS	22
2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS LOCAIS.....	25
3 ESTUDOS DE SOLUÇÕES PROJETUAIS PARA CLIMA QUENTE E SECO..	30
3.1 REFERÊNCIA DE SISTEMA CONSTRUTIVO E MATERIAIS: ESCOLA PRIMÁRIA EM GANDO, BURKINA FASO/ÁFRICA.....	31
3.2 REFERÊNCIA DE PARTIDO ARQUITETÔNICO: ESCOLA SECUNDÁRIA LYCEE SCHORGE	33
3.3 REFERÊNCIA TEMÁTICA: RESIDÊNCIA BOOKER NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO ARIZONA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA.....	38
4 CONDICIONANTES DE PROJETO	42
4.1 O LUGAR: LOCAL DA INTERVENÇÃO.....	42
4.2 ASPECTOS LEGAIS.....	43
4.2.1 Plano Diretor da Ufersa.....	43
4.2.2 Código de Obras de Mossoró.....	46
4.2.3 Instrução Técnica N° 01/2018 – Corpo de Bombeiros.....	48
4.2.4 Norma de Acessibilidade 9050/2015.....	50
5 ANÁLISE DAS MORADIAS ACADÊMICAS EXISTENTES.....	52
5.1 INSOLAÇÃO NAS FACHADAS	52
5.2 ANÁLISES DA VENTILAÇÃO	60
5.3 ANÁLISE ACÚSTICA	63
6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	74
6.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E PÚBLICO ALVO	74
6.2 PROGRAMAÇÃO ARQUITETÔNICA	80
6.3 ASPECTOS ESPECÍFICOS DO PROJETO	87
6.3.1 Resíduos da construção civil – RCC	87
6.4 A VEGETAÇÃO	92
6.4.1 Definição da vegetação adequada	95
6.4.2 Implantação da vegetação proposta	98
6.5 ANÁLISES PROJETUAIS	100

6.5.1	Análise do clima de Mossoró	100
6.5.2	Orientação dos ventos, formas de uso e tipologias.	103
6.5.3	Partido arquitetônico e conceito	106
6.5.4	Estudos de insolação.....	109
6.5.5	Estudos da ventilação.....	117
6.6	SISTEMAS CONSTRUTIVOS ADOTADOS.....	122
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	128
	REFERÊNCIAS.....	130
	PRANCHA DO PROJETO ARQUITETÔNICO	139

1. INTRODUÇÃO

As moradias universitárias possuem um papel social muito importante dentro das universidades, pois abrigam estudantes de outras cidades e regiões que lhes amparam durante todo o processo de desenvolvimento acadêmico. Estas moradias pertencem ao Programa Nacional de Assistência Estudantil, por isso faz-se necessário compreender para que servem e como deve ser este ambiente, Segundo GOETTEMS (2012, p.29):

Este espaço é condicionante no desenvolvimento psicológico e social, além de ser local de desenvolvimento de atividades extraclases, de habitação e de convívio dos estudantes que ali residem. Ressalta-se que é no período de graduação, quando os jovens têm entre 16 e 30 anos, que ocorre a transição da fase do adolescente para a fase de jovem-adulto. É durante esse tempo (no qual os estudantes saem do ambiente familiar, mudam de cidade e vão coabitar com outros estudantes, os quais não conhecem, e que normalmente vêm de culturas diversas) que as moradias estudantis cumprem o papel de prover condições psicofísicas que dão suporte para sua formação superior.

De acordo com Thomsen (2007) toda habitação institucional é edificada para um público específico, quase sempre de caráter temporário e vinculada a uma instituição. De forma geral, as residências estudantis são vistas como lares provisórios e, assim, muitas vezes apresentam ambientes impessoais e neutros. No entanto, embora as moradias universitárias tenham comumente carácter institucional, não deixam de ser primeiramente moradias.

O lar é um lugar onde nossa identidade é continuamente evocada por meio de conexões com o passado. Embora a ordem temporal esteja principalmente preocupada com a familiaridade, a identidade temporal é um meio de estabelecer quem somos por meio de onde viemos. O papel do ambiente físico, nesse aspecto, funciona muitas vezes como uma âncora mnemônica. (ALTMAN et al, 1985, p.07)

Dentro deste contexto e da complexidade do tema, o interesse pela pesquisa surgiu entre os anos de 2016 a 2018, durante o período de atuação docente na UFERSA. As casas que compõem as chamadas “Vilas Masculinas”, construídas há mais de duas décadas, além de não comportarem a demanda de alunos que aumentou nos últimos anos, apresentam problemas, principalmente, relacionados ao conforto térmico. As conversas informais com alunos moradores e colegas de trabalho geraram reflexões sobre a necessidade de conceber um projeto que atendesse a

demandas de conforto do usuário, possibilitasse uma melhor programação arquitetônica e que pudessem trazer bem-estar aos alunos. Além disso, considerando que:

As universidades, principalmente aquelas localizadas no Semiárido ou próximo a esta região, devem influenciar na política de gestão dos recursos – mais atuante e voltada para os problemas do Semiárido, [...] Cabe ainda à Universidade, o papel de guiar algumas das transformações na prática de uma sociedade sustentável, que saiba os limites e as possibilidades de uso, conservação e preservação dos recursos naturais e humanos. (ARAÚJO, 2011, p.98)

Dessa maneira, o projeto proposto tem como objetivo geral desenvolver a moradia universitária buscando aplicar as contribuições de uma arquitetura relacionada ao clima local, utilizando meios passivos para a promoção do conforto térmico e com o propósito de melhorar a qualidade da vivência e do morar em residências temporárias. Para atingir estes objetivos foram utilizados, no desenvolvimento deste trabalho, os procedimentos metodológicos aplicados por Lawson (2015), que é composto por um ciclo iterativo de análise, síntese e avaliação. O autor define as análises como o ordenamento e a estrutura do problema em questão, a síntese como a tentativa de encontrar solução adequada ao problema gerando provavelmente, sempre mais de uma solução possível, e por fim, a avaliação se dá pela crítica da solução encontrada anteriormente, desta maneira o sistema poderia ser retroalimentado quantas vezes fossem necessários e assim, encontradas novas soluções mais eficazes, através de tentativas sucessivas de refinamento.

Portanto, os primeiros procedimentos se deram através de análises bibliográficas a fim de aprofundar os conhecimentos acerca do tema e com o objetivo de se obter bases teóricas para o desenvolvimento do projeto, bem como, estudos de precedentes projetuais. A pesquisa de precedentes de projetos auxiliou na melhor compreensão sobre a problemática do clima em relação às soluções arquitetônicas adotadas.

O conceito compreendido como a síntese, se deu no desenvolvimento das propostas iniciais, desenvolvidas a partir das análises anteriormente realizadas e os dados teóricos colhidos sendo estabelecidos os esboços das primeiras propostas, como zoneamentos, croquis e estudos volumétricos.

Na fase compreendida de avaliações, deu-se a realização de simulações, maquetes, testes em *softwares* e medições in loco realizadas para identificar potencialidades e

problemas relativos ao projeto proposto e projetos correlatos, permitindo assim, verificar quais soluções deveriam permanecer ou quais deveriam ser aprimoradas. Após os ajustes necessários foram definidas as formas mais refinadas e definitivas dos projetos, resultando nas plantas de situação, implantação, cobertura, planta baixa, planta de *layout*, cortes e fachadas.

A estrutura do relatório técnico está dividida da seguinte forma: o capítulo 2 apresenta o referencial teórico para a construção de um olhar reflexivo sobre o tema, abordando o tema de habitação temporária, conceitos bioclimáticos e aspectos locais.

O capítulo 3 trata dos estudos de referência, para fundamentação das ideias projetuais; analisando três projetos executados em outras localidades de clima semelhante e relacionando-os com as possibilidades de uso para rebatimento na proposta desenvolvida. O capítulo 4 aborda os condicionantes projetuais, com a descrição do lugar da intervenção e das normas e legislações vigentes, a fim de definir as bases formais exigidas e considerá-las desde o início do desenvolvimento do projeto. O capítulo 5 se refere às análises nas vilas acadêmicas masculinas existentes, sendo realizados estudos de insolação, ventilação e acústica. Nestes estudos se traçaram estratégias para o novo projeto proposto, obtidas a partir dos resultados encontrados.

A partir do sexto e último capítulo, inicia-se propriamente dito, o desenvolvimento do projeto, para tanto, são feitos estudos sobre a programação arquitetônica com bases em bibliografias para a concepção de um plano de necessidades adequado à realidade local. Posteriormente são destacadas características específicas do projeto, aprofundando os estudos quanto aos resíduos gerados pela construção civil, tendo em vista, que o projeto propõe uma nova edificação em detrimento das moradias atualmente existentes, bem como, ajustes na vegetação pré-existente. Durante o processo de projeto é definido a escolha do partido arquitetônico e o conceito, como forma de complementar e ampliar a compreensão dos objetivos a serem alcançados. Sendo ainda, realizadas análises de insolação, ventilação e acústica para o novo projeto e desenvolvidas as soluções projetuais para resolver os problemas encontrados. Por fim, é exposta a fundamentação das escolhas referentes ao sistema construtivo adotado, justificados pelas pesquisas e estudos realizados anteriormente ao longo do mestrado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Este capítulo desenvolveu-se em torno de referências que auxiliaram a construção de um olhar crítico reflexivo sobre a temática da moradia estudantil, buscando a compreensão da configuração dos espaços e suas relações intrínsecas com o entorno, bem como as questões climáticas, através de breve explanação sobre os conceitos bioclimáticos e aspectos locais específicos para a cidade local na qual foi desenvolvida a proposta de projeto.

2.1 O PROJETO DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA

De acordo com Goettems (2012), apesar de seu caráter transitório, a expressão “moradia”, se analisada no contexto da funcionalidade da casa, possui um caráter definitivo, já que durante o período de graduação é nela que se concentraram as principais atividades do indivíduo. Portanto, a moradia estudantil, observada como uma habitação, com todas as suas atividades, deve dar suporte aos seus moradores tanto nas questões físicas, de conforto e bem-estar, quanto nas questões psicológicas de permitir a socialização e o lazer e trazendo ao espaço habitado a essência da noção de lar.

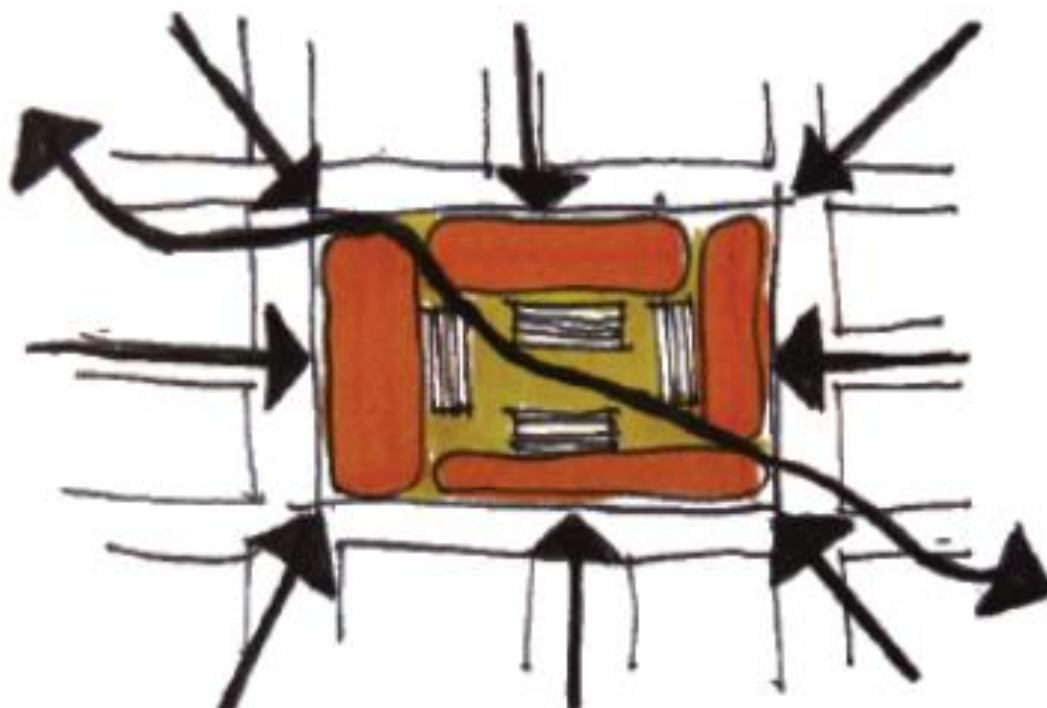
A Secretaria Nacional de Casas de Estudantes (SENCE, 2011) define o conceito de “casa do estudante” como sendo todo o espaço destinado à moradia de estudantes, podendo receber as seguintes denominações: alojamento estudantil, residência estudantil, casa de estudante (universitária, secundária, pós-graduação, autônoma, estadual ou municipal), repúblicas e outras, independente da renda dos moradores. Os três tipos básicos classificados de acordo com o SENCE são: residência estudantil, casas autônomas de estudantes e república estudantil.

As residências estudantis são moradias de propriedade das instituições de ensino superior e/ou das instituições de ensino secundaristas públicas – tipologia que se enquadra no projeto proposto neste trabalho – o segundo tipo são as casas autônomas de estudantes, que são as moradias administradas de forma autônoma, sem vínculo com a administração de instituições de ensino superior ou

secundaristas públicas e, por fim, as repúblicas estudantis são imóveis locados coletivamente para fins de moradia de estudantes.

Para traçar diretrizes projetuais no contexto das residências estudantis e entendendo a contribuição destes espaços para o fortalecimento do próprio conceito de universidade/comunidade, foram consideradas como bases teóricas estruturantes para o aprofundamento destes estudos os critérios e diretrizes elaborados por Wiese et al (2017), que mostram alternativas de projeto com grande potencial de aplicação em moradias estudantis. Na Figura 1, os autores indicam a necessidade de o projeto estar inserido na paisagem como um elemento de conexão e continuidade do espaço urbano local, fortalecendo a sua condição de equipamento público, o que pode acontecer por meio de vias para pedestres e ciclistas, espaços comunitários, circulações e áreas livres.

Figura 1 - Croqui de Projeto inserido como elemento de conexão e continuidade de espaço coletivo



Fonte: Wiese et al, 2017

Os autores sugerem ainda que sejam planejados espaços coletivos que ofereçam diferentes atividades sociais, culturais, esportivas, entre outras, necessárias tanto para os estudantes, como uma forma de integrar a moradia ao entorno onde está

situada. Outras sugestões são por áreas externas ou equipamentos simples que possam servir para prática de atividades ao ar livre, ou mesmo espaços que podem abrigar mais de uma atividade simultaneamente ou conformar diferentes atividades ao longo do dia (Figura 2).

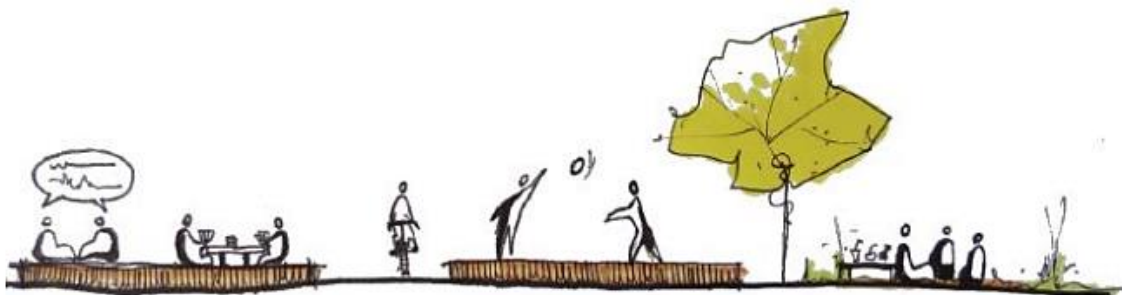
Figura 2 -Croqui de Espaços coletivos para atividades simultâneas



Fonte: Wiese et al, 2017

Os espaços coletivos possibilitam as trocas de experiências entre usuários, promovem a integração social. Possibilitando ao usuário a vivência em comunidade mais ativa e sustentável. Para Wiese et al (2017), a moradia estudantil, quando associada a espaços coletivos, qualifica o ambiente com grande potencial integrador e de construção de identidade (Figura 3).

Figura 3 - Croqui de Espaços coletivos para atividades simultâneas



Fonte: Wiese et al, 2017

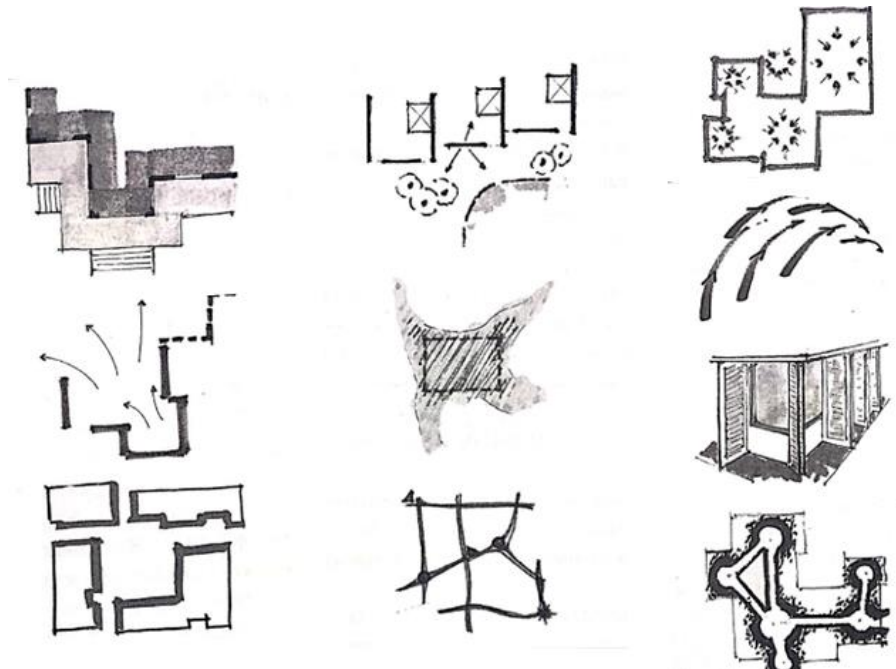
Quando se relaciona o tipo de arquitetura com a satisfação dos usuários, as pesquisas desenvolvidas por Davis e Roizen (1970), indicam que corredores longos e convencionais em residências estudantis geram a menor satisfação entre os

estudantes, enquanto que os corredores que foram percebidos como “não institucionais” foram percebidos como mais satisfatórios.

Deste modo, para melhorar os aspectos relacionados à qualidade arquitetônica residencial, aplicadas à habitação coletiva temporária, Thomsem (2007) direciona estratégias para suavizar o caráter institucional comumente usado nas moradias através de elementos que compõe o espaço, como: cor do mobiliário e das superfícies das paredes; aspecto exterior do edifício; formas de acessos e circulações; personalização dos dormitórios e das áreas comuns; demarcações privadas no espaço comum e tipologias arquitetônicas.

Alguns parâmetros são sugeridos por Barros (2011), como forma de melhorar a qualidade arquitetônica destes espaços, o autor cita ambientes semiabertos, pois as pessoas do lado interno dos ambientes precisam ter contato com a cena externa, que pode ser através de varandas, sacadas, lugares pra sentar e pergolados, principalmente nos limites da edificação onde se tem acesso à espaços públicos e ruas (Figura 4).

Figura 4 - Croquis dos parâmetros Projetuais pertinentes para habitação



Fonte: Barros,2011

Kowaltowski et al. (2011), citam a importância da humanização no projeto para habitações coletivas, apresentando algumas estratégias projetuais que visam

conceitos humanizadores e a qualidade espacial do projeto, com uma arquitetura de edificações de porte reduzido, que valorize o verde, o conforto, a ordem e variedade espacial. A partir da verificação das necessidades do homem, os princípios para humanizar a arquitetura se fundamenta, nas necessidades sensoriais, de privacidade, territorialidade, segurança, orientação espacial e estética.

Neste sentido, a autora tipifica como “área externa positiva”, sistemas permeáveis e com formatos que incentivem a permanência e a contemplação através de pátios internos, ou ainda, ao redor dos edifícios, desde que estes, possuam algum grau de fechamento por meio de árvores, cercas ou pergolados.

Com relação às janelas, a sugestão é que se tenha facilidade de acesso e controle do gradiente de iluminação, ventilação e privacidade, para que o senso de proteção característico de um lar seja preservado, este efeito pode ser conseguido através de venezianas sanfonadas e brises articulados.

Outros fatores importantes são as possibilidades de expansão, para acomodar o eventual e gradual aumento de moradores das unidades habitacionais e a utilização de materiais apropriados, com uso de materiais ecologicamente corretos, adaptáveis a obra e de fácil manutenção posterior, devendo ser considerada a adequação ao sistema construtivo, possibilidades de reuso, as distâncias percorridas, a durabilidade, o consumo, entre outros.

2.2 CONCEITOS BIOCLIMÁTICOS

De acordo com Bogo et al. (1994), o conceito de "Bioclimatismo" é definido como um princípio de concepção arquitetônica que pretende utilizar por meio da arquitetura, os elementos favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de bem-estar higrotérmico, ou seja, a ausência de desconforto térmico. A partir deste conceito definem-se três movimentos de intervenção arquitetônica, sendo estes:

- ARQUITETURA AUTÔNOMA: Conhecida como "Arquitetura de Energia Zero", que atua na busca da total autonomia energética das edificações;
- ARQUITETURA SOLARIZADA: Vinculada aos sistemas de captação de energia, baseados em helioengenharia e sem auxílio dos elementos da própria Arquitetura;
- ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA: Baseia-se na correta aplicação dos elementos arquitetônicos, com o intuito de fornecer ao ambiente construído, um alto grau de conforto com baixo consumo energético.

Sendo assim, esta terceira e última, a arquitetura bioclimática tem a função de equilibrar a relação das construções com o meio ambiente de forma a otimizar a utilização com os recursos naturais disponíveis (como a luz solar e o vento), gerando conforto no espaço projetado. Neste sentido o projeto arquitetônico deve ser desenvolvido de acordo com as características bioclimáticas de cada local, aproveitando os aspectos favoráveis do clima e resolvendo os problemas que poderiam interferir no bom desempenho da edificação através de técnicas ou adotando estratégias necessárias para a melhoria da eficiência energética nas edificações.

De acordo com Fernandes (2009, p.27), a Arquitetura Bioclimática vai além dos estudos da bioclimatologia, uma vez que, nesse tipo de arquitetura, é o edifício que determina o conforto do ser humano, pois estabelece uma relação com o clima de forma a proporcionar as melhores condições internas trazendo satisfação ao usuário, tanto nos aspectos higrotérmicos, quanto visuais, acústicos, emocionais e culturais.

Os princípios bioclimáticos devem ser premissa para o projeto em todas as escalas do espaço urbano e do edifício. Fernandes (2009, apud Romero 2000, p.29) entende a arquitetura bioclimática como o produto do arquiteto, que deve ter uma forma de desenho lógica, culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais, utilizando a própria concepção arquitetônica como reguladora entre o homem e o meio. E destaca que na arquitetura bioclimática é o próprio ambiente construído que atua como mecanismo de controle das variáveis do lugar, a partir de sua envoltória (fachadas e coberturas), seu entorno (água, vegetação, sombras, terra), e ainda, por meio do aproveitamento de elementos e fatores climáticos para o melhor controle dos ventos e do sol.

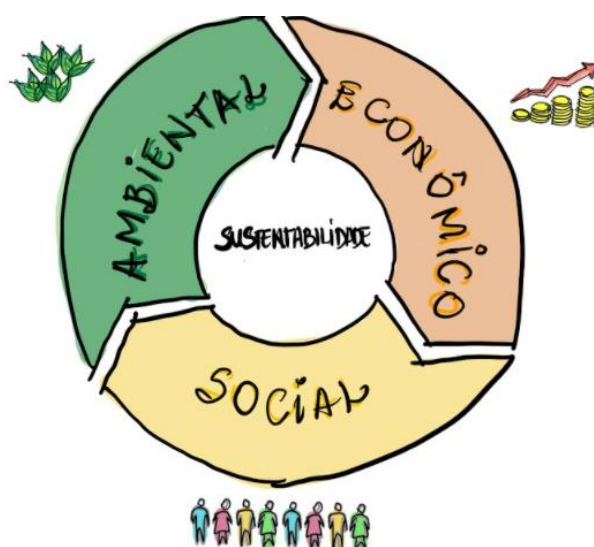
Bagnati (2013) destaca a carta psicrométrica, desenvolvida por Olgyay em 1963 que funciona como um diagrama relacionando temperatura, umidade relativa do ar e sua respectiva zona de conforto. Posteriormente Givoni, em 1976, propôs uma nova carta bioclimática, baseada na carta de Olgyay, indicando estratégias construtivas para adequar a arquitetura ao clima a partir das temperaturas internas da edificação, como amplitude e massa térmica, ventilação e resfriamento evaporativo. O resgate do bioclimatismo, de acordo com Fernandes (2009.p, 19), envolve o entendimento dos condicionantes locais, em especial o clima, na criação do espaço construído, da forma proposta originalmente por Olgyay, em que o processo de concepção de um edifício climaticamente equilibrado, consiste em quatro etapas inter-relacionadas e sequenciais, são estas: a climatologia, a biologia, a tecnologia e a arquitetura. Na Climatologia os estudos são feitos através dos dados climáticos locais como, temperatura, umidade relativa, radiação solar e ventos. A biologia, no entanto, faz avaliações biológicas que se baseiam nas sensações humanas, adaptando-as ao conforto térmico por épocas do ano. Já as soluções tecnológicas são sugeridas após as análises dos dados anteriores supracitados e aplicam-se através da escolha do terreno, sua orientação, cálculos de sombra, formas de habitação e movimentos de ar, por fim a arquitetura vem a ser a expressão resultante, como produto, de todos estes aspectos e elementos envolvidos.

De acordo com Araújo (2008), há convergência entre as linhas de pensamento da arquitetura ecológica, bioclimática, e antroposófica, que consideram a construção sustentável uma síntese do edificar e o habitar com a preservação do meio ambiente. Nesta perspectiva, a construção sustentável não é um modelo para resolver problemas pontuais, mas uma nova forma de pensar a própria construção e

tudo que a envolve, onde quanto mais sustentável for uma obra, mais responsável ela será por tudo o que consome, gera, processa e descarta, tendo como sua característica mais marcante a capacidade de planejar e prever os impactos que pode provocar, antes, durante e depois do fim de sua vida útil.

Portanto, o projeto desenvolvido para as moradias estudantis procurou considerar aspectos relevantes de sustentabilidade para o direcionamento das escolhas ao longo do processo de projeto (Figura 5).

Figura 5 - Aspectos Relevantes de Sustentabilidade aplicadas no Projeto



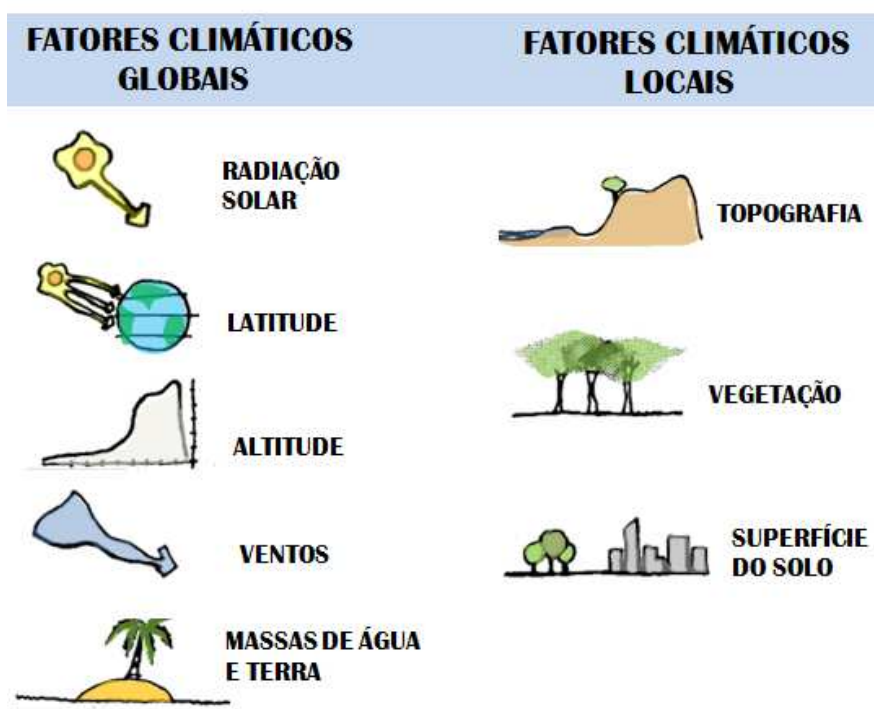
Fonte: Elaboração da autora, 2019.

Os aspectos sociais, dada a importância das moradias estudantis enquanto função social; aspectos econômicos, com relação a utilização de materiais construtivos que minimizem o impacto da construção e aspectos relacionados ao meio ambiente com a investigação sobre processos de descarte adequado de resíduos provenientes das construções e análises sobre a vegetação nativa, que serão explicitados ao longo do trabalho.

2.3 ASPECTOS CLIMÁTICOS LOCAIS

De acordo com ROMERO (2001), o estudo do clima compreende tanto o resultado da formação de diversos fatores geomorfológicos e espaciais como: sol, latitude, altitude, ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação e solo, quanto sua caracterização definida por seus elementos (temperatura do ar, umidade do ar, movimentos das massas de ar e precipitações). Para que se alcance os resultados esperados durante o projeto, é importante a compreensão dos princípios climáticos locais para o entendimento do que deve ser controlado no ambiente. Para tanto, o estudo desenvolvido pela autora define o tipo de clima a partir da influência dos fatores climáticos classificados como globais e locais (Figura 6)

Figura 6 - Tipos de Fatores Climáticos

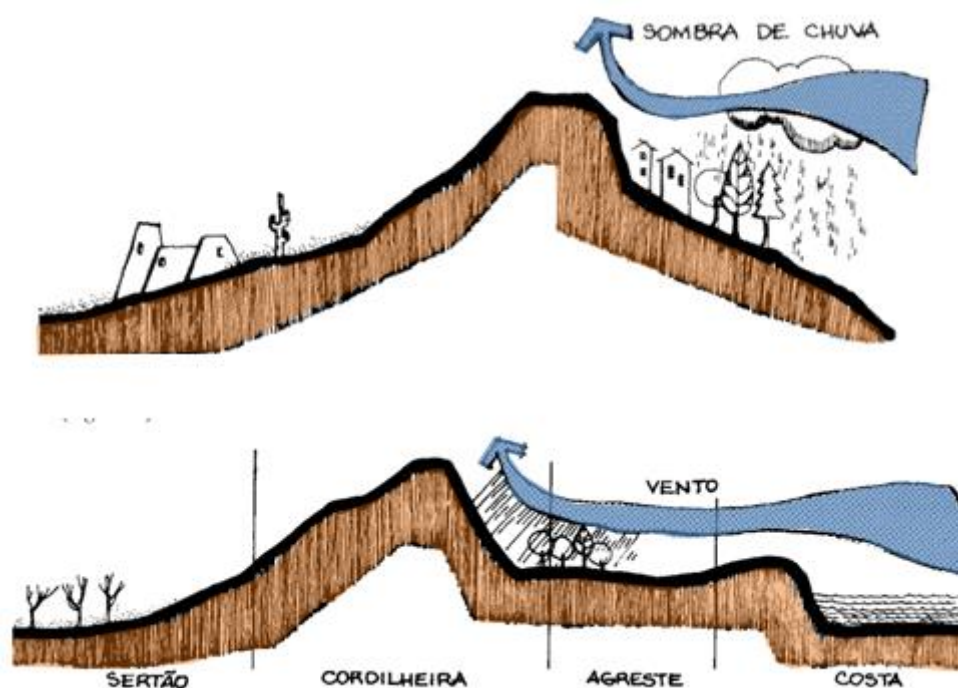


Fonte: Romero, 2001. Editado pela Autora.

Respectivamente, os primeiros são aqueles que determinam e dão origem ao clima nos seus aspectos macro ou mais gerais, tais como a radiação solar, a latitude, a longitude, a altitude, os ventos e as massas de água e terra. Dentre os fatores climáticos globais a proporção entre quantidade de massa terrestre e volume de água em um território específico produz um impacto característico ao clima.

Os fatores climáticos locais, são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao microclima, que se verifica num ponto específico como em uma cidade, bairro ou rua em que se esteja, são estes: a topografia, a vegetação e a superfície do solo natural ou construído. De acordo com ROMERO (2001), os montes ou colinas possuem também um impacto climático importante sobre as depressões terrestres das proximidades, pois geralmente forçam as massas de ar úmidas a subir provocando a condensação do ar. Como resultado do processo, as massas de ar descarregam a maior parte da sua umidade na forma de chuva. Este fenômeno é conhecido como sombra de chuva. No Brasil, este fenômeno acontece, por exemplo, na região nordestina, em função das cadeias montanhosas que se desenvolvem ao longo da costa. As brisas que sopram do mar são desviadas pelo acidente de relevo, criando a sotavento uma região árida: o sertão. (Figura 7)

Figura 7 - Sombra de Chuva e Brisas da Costa desviadas pelo relevo



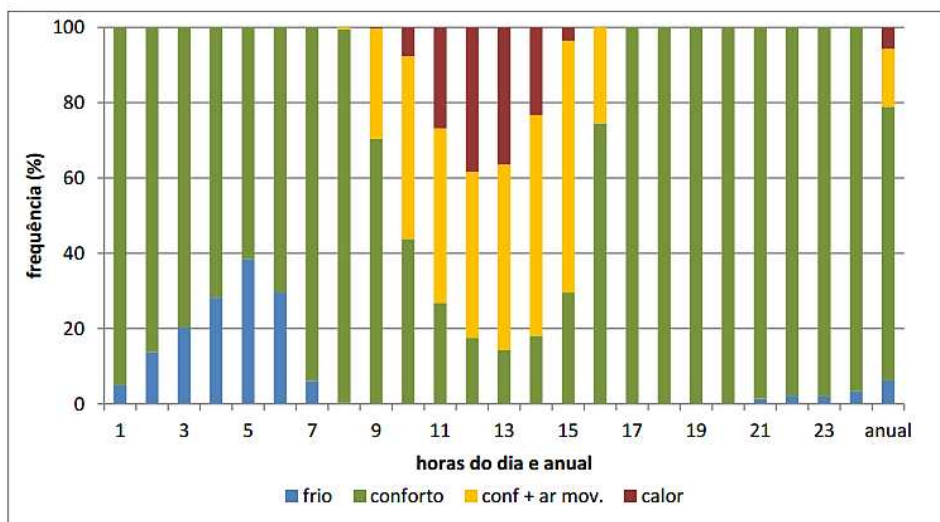
Fonte: Romero, 2001.

Ainda sobre os fatores climáticos locais, ROMERO (2013) cita a vegetação como um elemento muito importante por contribuir significativamente ao estabelecimento dos microclimas, pois o processo da fotossíntese auxilia na umidificação do ar através do

vapor d'água e tende a estabilizar os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os extremos ambientais.

As análises dos aspectos relacionados ao clima da cidade na qual foram projetadas as moradias estudantis também auxiliaram no aprofundamento dos estudos que nortearam as decisões de projeto. De acordo com Pacheco (2016), a análise do clima de Mossoró/RN (Figura 8) com base no ano da pesquisa comprova que há ocorrência de conforto térmico na maior parte do tempo (73%) e esta faixa pode ser ampliada para 88% caso haja movimentação do ar.

Figura 8 - Gráfico da temperatura em Mossoró/RN



Fonte: PACHECO, 2016.

Contudo, Pacheco (2016) adverte que apesar das vantagens da ventilação natural, no caso de habitações em Mossoró/RN, os horários favoráveis ao uso dessa estratégia ocorrem, prioritariamente, nos períodos noturnos, essa condição foi observada em quase todo o ano, havendo pouca variação anual.

No livro “Uma abordagem urbana para o design sensível ao clima: estratégias para os trópicos” Emmanuel (2012) sugere alguns aspectos a serem considerados no desenvolvimento de projeto, são estes:

- Orientação do local e do edifício para evitar o sol.
- Orientação do local e do edifício para encorajar o movimento do ar.
- Requisitos do dispositivo de sombreamento para espaços abertos.

- Requisitos de paisagismo para redução de ganho de calor

Em pesquisas feitas sobre os efeitos da orientação e ventilação na performance térmica de quartos residenciais situados nos trópicos, Al-Tamimi (2011) constata que as janelas do leste têm mais efeitos no aumento da temperatura do ar interior do que nas janelas do oeste tanto para ambientes ventilados ou não ventilados. O autor sugere que se deve evitar qualquer abertura na direção leste ou oeste, a menos que haja necessidade disso. E que, nestes casos, devem-se considerar intensamente as seguintes variáveis: Usar isolamento térmico para as paredes externas com menor valor de transmitância térmica (U); selecionar um dispositivo de sombreamento adequado; e selecionar um tipo de vidro que tenha um pequeno valor de transmitância térmica (U) para minimizar a penetração solar. Romero (2001) apresenta sinteticamente os principais elementos dos climas tropicais a serem controlados, principalmente em espaços públicos. (Figura 9)

Figura 9 - Elementos de Climas Tropicais a serem controlados

<i>Elementos a controlar</i>	<i>Estações quente-secas</i>	<i>Estações quente-úmidas</i>	<i>Clima ameno dos planaltos</i>
Temperatura	Reduzir a produção de calor devido a condução e convecção dos impactos externos.	Reduzir a produção de calor (diminuir temperatura) Procurar perda de calor pela evaporação e pela convecção.	Reduzir a produção de calor na época seca diurna.
Ventos	Nas regiões sem inverno: diminuir o movimento do ar durante o dia e ventilar à noite. Nas regiões com inverno: diminuir o movimento do ar.	Incrementar o movimento do ar.	Incrementar o movimento do ar no período úmido e no período seco sem pó.
Umidade	Aumentar a umidade com a introdução de superfícies de água.	Evitar a absorção de umidade e diminuir a pressão de vapor. Promover a evaporação.	Aumentar a umidade na época seca diurna e noturna.
Radiação	Nas regiões sem inverno: reduzir a absorção de radiação e promover sua perda. Nas regiões com inverno: reduzir as perdas de calor por radiação à noite.	Reduzir a absorção de radiação.	Reduzir a absorção de radiação no urbano, permitindo a radiação nos edifícios principalmente no período seco.
Chuvas	Mínima proteção nos espaços públicos.	Máxima proteção nos espaços públicos.	

Fonte: Romero, 2001.

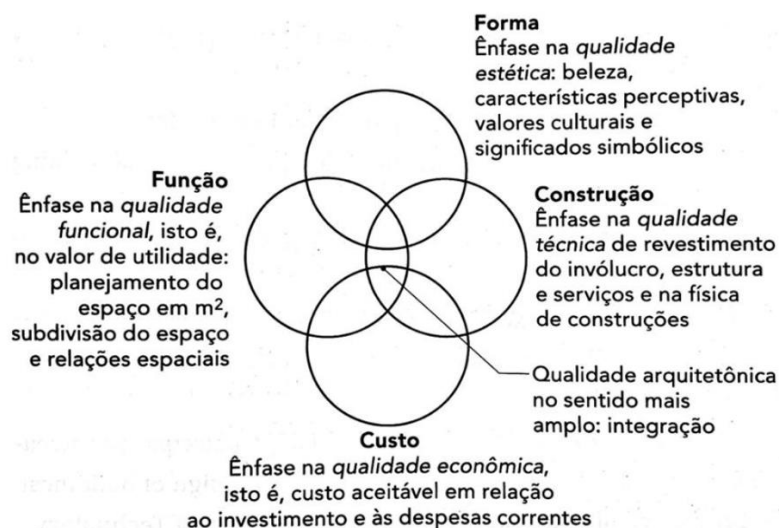
Neste sentido, Veloso (1999), também faz contribuições apresentando diretrizes que ajudam a adequar a arquitetura a estas condições climáticas, tais como:

Construções mais compactas com pátios internos para proteger as alvenarias da radiação solar direta. Quanto mais aglutinadas forem, mais sombra projetarão umas sobre as outras. As coberturas mais indicadas devem ser altas com materiais leves e isolantes, e as alvenarias devem ser espessas para retardar a absorção térmica. Deve-se usar pintura tons claros que ajudam a refletir mais do que absorver a radiação solar para amenizar o clima, além de arborização e espelhos d'água que constituem também um papel muito importante para um bom desempenho térmico.

De acordo com Voordt e Wegen (2013), a expressão “qualidade arquitetônica” pode ser usada em sentido estrito e amplo, o primeiro se refere meramente ao valor de utilidade da edificação e até que ponto a edificação possibilita o uso previsto, já no sentido amplo, foco deste trabalho, diz respeito a capacidade da edificação em cumprir funções de vários tipos, como: função utilitária, climatológica, cultural, simbólica, estética, econômica entre outros.

Compreende-se, que a qualidade arquitetônica é a integração de questões funcionais, formais, técnicas e econômicas (Figura 10).

Figura 10 - Qualidade arquitetônica



Fonte: Voordt e Wegen, 2013.

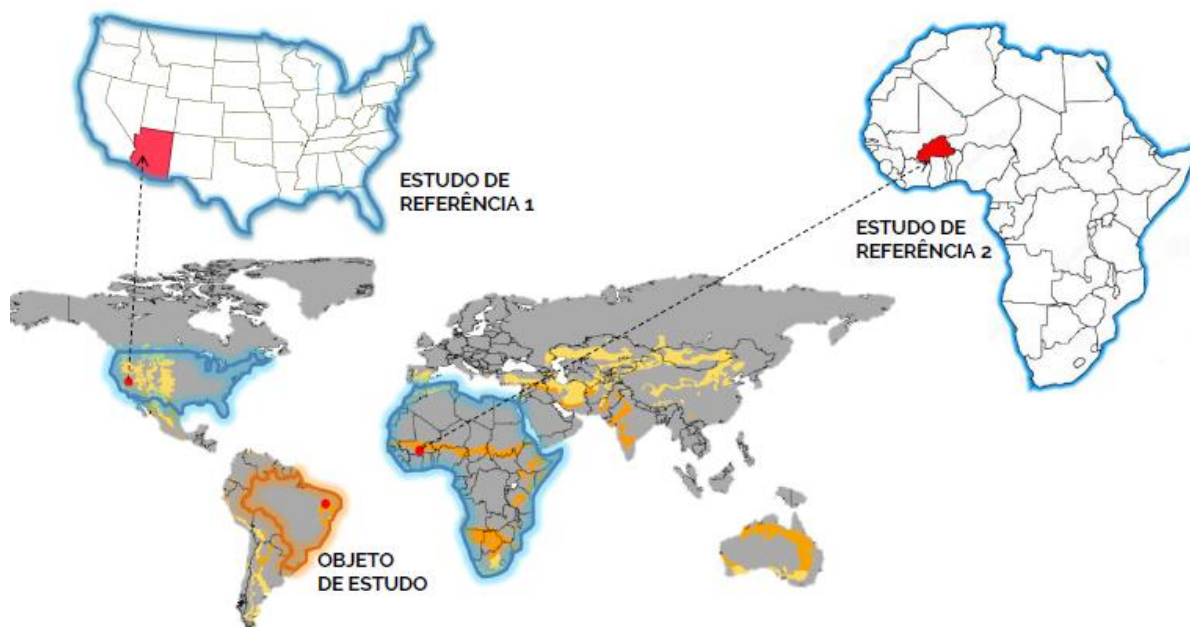
Portanto, os fatores abordados neste capítulo, como a temática habitacional, aspectos bioclimáticos e diretrizes projetuais visam, enquanto referências teóricas e conceituais, auxiliar a aplicação do conceito de qualidade arquitetônica.

3 ESTUDOS DE SOLUÇÕES PROJETUAIS PARA CLIMA QUENTE E SECO

Para concatenar as ideias acerca do tema e das especificidades do projeto arquitetônico desenvolvido neste trabalho, foram feitas análises através de estudos de precedentes, quer seja entendido como ponto de partida ou como ferramenta de comparação, esses estudos servem como um objeto indutor do processo projetual. Os exemplos de projeto expostos neste capítulo são fruto de pesquisas realizadas de maneira intencional e sistemática nas modalidades de enfoque global e específico através de buscas em portais de divulgação de arquitetura.

Para filtrar as primeiras pesquisas, optou-se por avaliar três projetos situados em regiões com condições climáticas de clima semiárido quente (Figura 11), desta forma, dois estudos de referência estão situados a oeste da África Ocidental e um está situado na região Sudoeste dos Estados Unidos da América.

Figura 11 - Estudos de Referência situados em regiões com Clima Semiárido Quente



Fonte: Imagem do Wikipédia, editado pela autora, 2019.

A compreensão do clima serve para conduzir as soluções arquitetônicas, sendo muito pertinente e importante dentro dos processos de projeto. Conhecer os dados climáticos de um local permite identificar os períodos de maior probabilidade de

desconforto e, conseqüentemente, definir as estratégias de projeto para compensar essas condições. Sobre classificação climática a mais utilizada é a de Köppen (1936), trata-se de um sistema de classificação global dos vários tipos climáticos que tem como base o pressuposto de que a vegetação natural de cada região é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente.

O clima predominante como sendo do tipo quente e seco ou BSh de Köppen. Ou seja, quente e seco de estepe, com temperatura média anual superior a 18°C, havendo variações como o BShw, com chuvas de verão, entre outros. Há outros climas regionais, visto que as variações das características naturais e atmosféricas permitem a ocorrência de outros tipos, como o Aw' – tropical chuvoso, geralmente quente subúmido, com chuvas de verão prolongadas para o outono; ocupa a parte norte e nordeste da região representada pelos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. (ARAÚJO, 2011)

Ainda de acordo com Araújo, (2011) o clima semiárido apresenta características específicas, que podem ser resumidas a temperaturas altas acima dos 20°C de médias anuais, com precipitações escassas entre 280 a 800 mm.

3.1 REFERÊNCIA DE SISTEMA CONSTRUTIVO E MATERIAIS: ESCOLA PRIMÁRIA EM GANDO, BURKINA FASO/ÁFRICA.

A Escola Primária está situada em Gando, um vilarejo em Burkina Faso, a área total da edificação é de 310m² e foi construída em 2001, projetado pelo arquiteto Diébédo Francis Kéré. O arquiteto considerou que além do clima local, parâmetros como: custos, disponibilidade de recursos e a viabilidade da construção se faziam necessários ao processo de projeto. Assim como no Nordeste do Brasil, na região do Gando, localizada no centro-oeste de Burkina Faso a argila é abundante, sendo por isso um material tradicionalmente usado na construção de moradias locais. De acordo com a equipe responsável pelo projeto, as paredes de tijolos de argila (Figura 12) têm a vantagem adicional de serem baratas e fáceis de produzir, além de fornecer proteção térmica contra o clima quente. As paredes e o teto com material local são responsáveis por fornecer a massa térmica necessária para diminuir a sensação de desconforto provocado pelas altas temperaturas. A desvantagem

destes tijolos é a durabilidade frágil do material quando submetida a umidade, por isso, as paredes foram protegidas contra as chuvas com um grande telhado de zinco.

Figura 12 -Paredes em argila - Lateral da Escola Primária



Fonte: archdaily,2016.

O projeto de Keré também teve um papel social muito estreito, uma vez que contou com o envolvimento dos moradores locais. Foram desenvolvidas então, técnicas sustentáveis de baixa tecnologia para que os moradores de Gando pudessem participar do processo. Desta forma, as técnicas tradicionais de construção foram utilizadas em conjunto, com métodos de engenharia moderna, a fim de produzir a melhor solução para o edifício.

O forro das salas tem o fechamento em blocos de tijolos de barro e os apoios em vigas de concreto. A estrutura espacial com barras de aço faz o suporte das telhas em placas de zinco. Uma característica relevante dessa referência projetual, no que se refere à cobertura, foi de caráter formal, levando em consideração também o baixo custo e principalmente, a utilização da ventilação natural para retirada do calor, como acontece em áticos ventilados (Figura 13). As esquadrias foram feitas em metal com flexibilidade nas aberturas, podendo assumir diferentes configurações para permitir a entrada de luz e ar indireta através das janelas. Esta solução foi dada

devido à dificuldade de se obter madeira na região e o possível problema de ataque de cupins. Na cobertura, para dar suportes às telhas utilizou-se barras de aço (vergalhões) para apoiá-las, estas barras são comumente usadas na parte interna de pilares de concreto (reduzindo os custos) e permitindo a circulação de ar entre o forro e o teto, favorecendo o conforto térmico.

Figura 13 - Cobertura da Escola Primária



Fonte: Archdaily,2016.

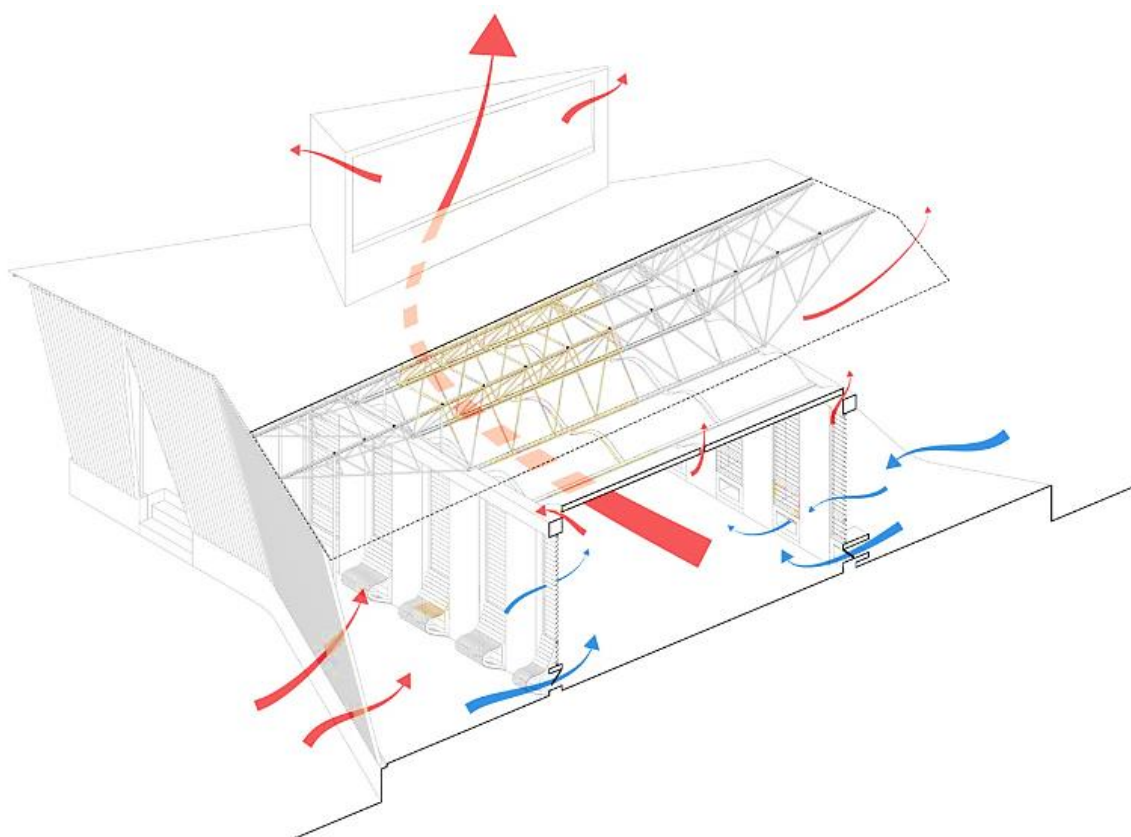
As características mais relevantes dessa referência como rebatimento para a proposta a ser desenvolvida possui caráter formal, destacando a relação da estrutura com os materiais abundantes na região e a utilização da ventilação natural como princípio de projeto para remoção dos ganhos de calor através da cobertura.

3.2 REFERÊNCIA DE PARTIDO ARQUITETÔNICO: ESCOLA SECUNDÁRIA LYCEE SCHORGE

A Escola Secundária Lycee Schorge possui 1660m² e foi construída em 2016, o projeto desenvolvido pelo arquiteto africano Francis Keré fica localizado na cidade

de Koudougou, em Burkina Faso. E estabeleceu novos padrões para futuros projetos sociais sustentáveis devido a utilização de materiais locais de forma inovadora. De acordo com a equipe, o projeto é composto por nove módulos que acomodam uma série de salas de aula e espaços administrativos. Um dos módulos ainda abriga uma clínica odontológica para atender aos alunos e a comunidade local. O sistema construtivo da cobertura associa um conjunto de torres de ventilação de concreto e uma cobertura metálica leve em camadas sobrepostas (Figura 14), reduzindo exponencialmente a temperatura nos espaços interiores.

Figura 14 -Torres de ventilação de concreto



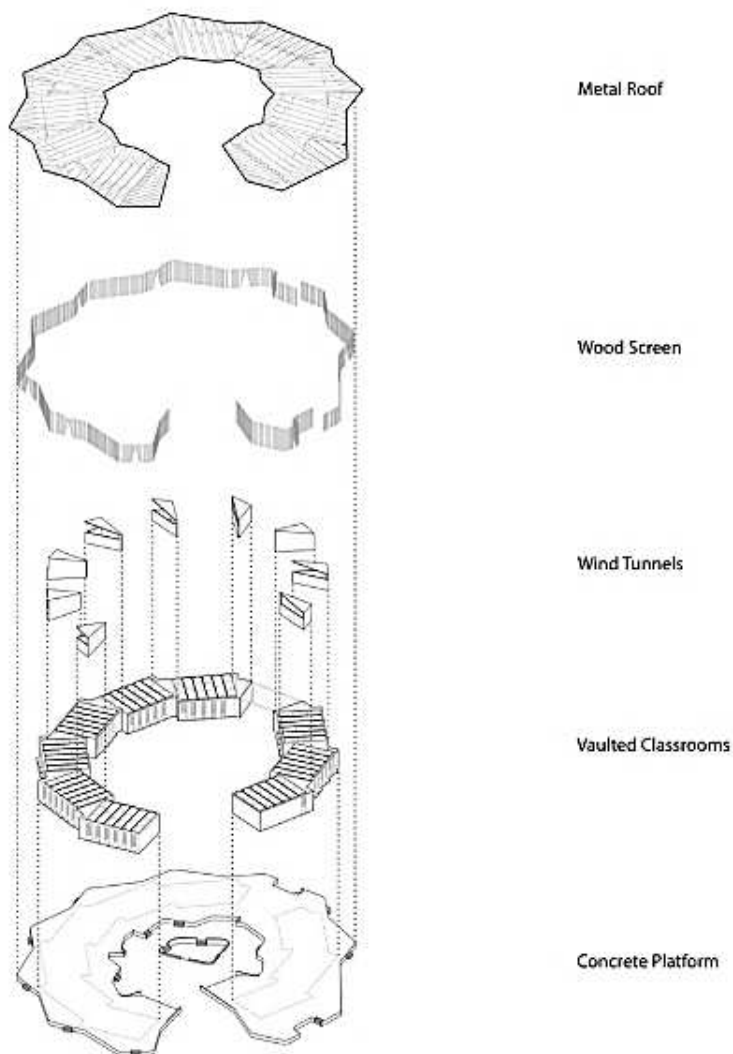
Fonte: Archdaily,2018

As alvenarias foram construídas com laterita¹ que, quando extraída e exposta ao tempo torna-se rígida. Por possuir grande massa térmica, esse material é ideal para

¹ A laterita é um tipo de solo com grande concentração de hidróxidos de ferro e alumínio, como uma rocha extraída do solo, podendo ser facilmente cortada e moldada em tijolos.

a construção em regiões de clima tropical. A enorme cobertura ondulada é um dos principais elementos de ventilação e iluminação natural do edifício. Os componentes de gesso e concreto estão ligeiramente deslocados uns dos outros, permitindo que o edifício respire, renovando o ar constantemente. O forro de cores claras serve para a difusão da luz natural indireta, proporcionando ambientes amplamente iluminados durante o dia, sem expor os espaços internos à incidência direta dos raios solares. Sobre a fundação em radier de concreto estão os módulos das salas de aula com as torres de ventilação na parte superior, as telas em madeira em volta das salas fazem os fechamentos laterais e a cobertura em telha metálica (Figura 15).

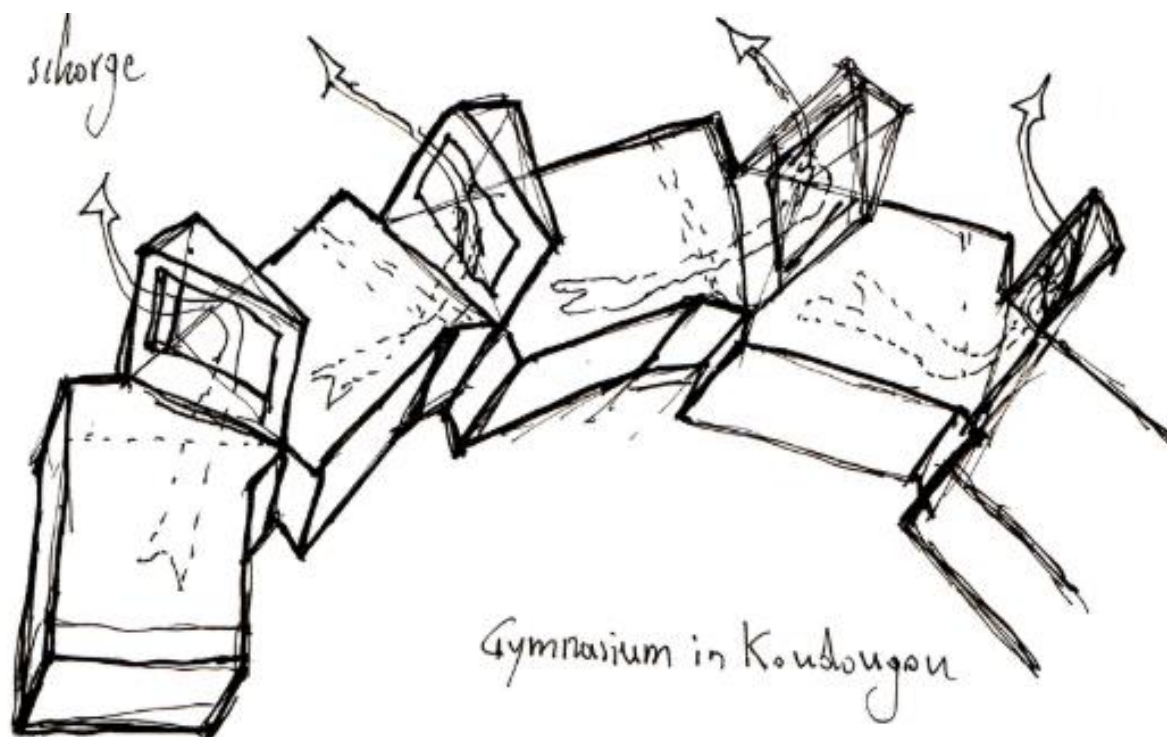
Figura 15 - Camadas do Edifício



Fonte: Archdaily,2018

O sistema de telas de madeira que envolve as salas de aula é como uma espécie de tecido transparente. A segunda fachada foi feita a partir de uma madeira local que cresce muito rapidamente e permite sombrear diretamente os espaços de circulação ao redor das salas. Estes elementos protegem as salas de aula da poeira e ventos fortes, além de proporcionar uma série de espaços de encontro para os alunos. Os módulos que compõem as salas do edifício são dispostos de forma irregular e escalonados configurando um amplo pátio central (Figura 16), como uma espécie de “aldeia”. Esta organização não só proporciona uma maior privacidade aos espaços internos do edifício, como também ajuda a proteger o pátio das intempéries como o vento e o pó.

Figura 16 - Croqui dos Blocos escalonados e saídas de ar

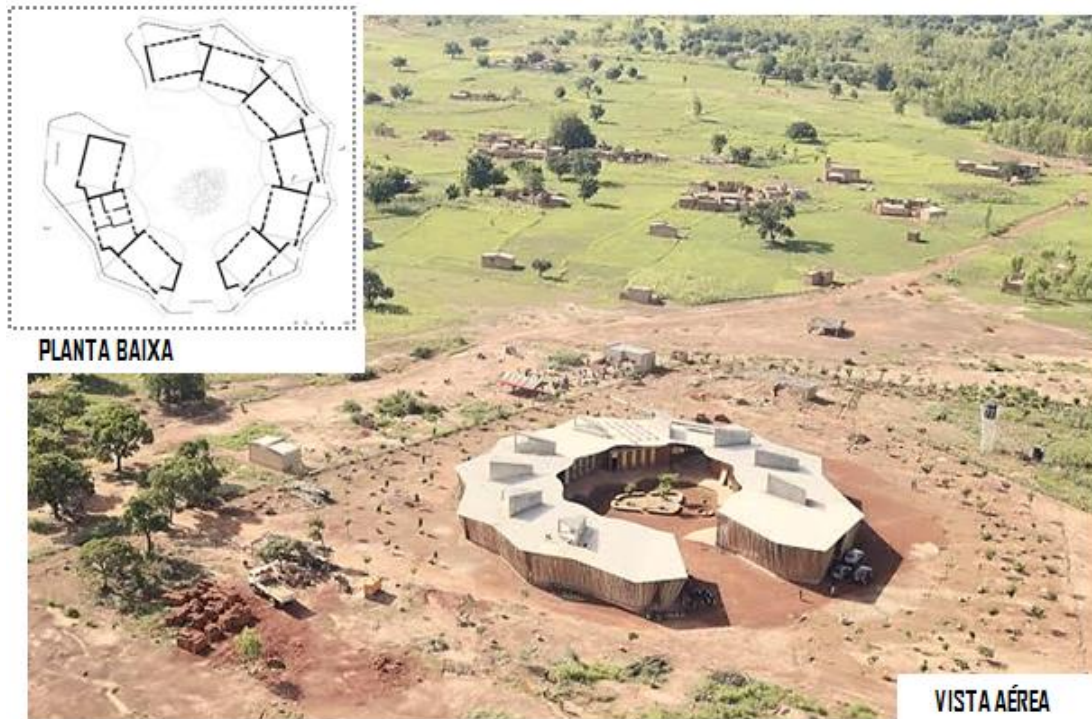


Fonte: archdaily,2018

A distribuição espacial possui uma área central, configurando o pátio e também um espaço para encontros informais, além de reuniões e eventos variados para a comunidade. (Figura 17). De acordo com a descrição fornecida pela equipe de Keré, um dos principais objetivos do projeto foi inspirar os alunos, professores e a comunidade local. A arquitetura não deve ser apenas uma construção na paisagem, ela também possui um papel didático sobre como podemos nos apropriar dos

materiais locais de forma criativa, e através do trabalho coletivo, transformá-los em algo significativo e duradouro.

Figura 17 - Planta baixa do Edifício e Vista Aérea



Fonte: Archdaily,2018. Editado pela Autora.

Outro aspecto relacionado à construção desta escola foi a preocupação do arquiteto em reduzir os desperdícios relativos à construção e conseqüentemente minimizar impactos ambientais, bem como reduzir custos com mobiliário das salas de aula, que foi construído a partir de uma combinação entre madeiras locais e sobras dos materiais da construção principal.

Esta referência se relaciona com o trabalho desenvolvido, em sentido formal, uma vez que, os módulos escalonados e as áreas comuns fazem parte das intenções de decisão projetual, visto que através da criação de áreas coletivas entre as habitações pode-se propiciar encontros entre os moradores e estimular a vida em comunidade, além de tornar as áreas externas mais convidativas.

3.3 REFERÊNCIA TEMÁTICA: RESIDÊNCIA BOOKER NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO ARIZONA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

A busca por uma referência temática visa aprofundar o conhecimento sobre aspectos relacionados à qualidade arquitetônica residencial que são aplicados à habitação coletiva temporária. O projeto fica localizado no Estado do Arizona, mais precisamente na cidade de Tempe, e foi projetado pelo escritório Solomon Cordwell Buenz. De acordo com a equipe de projeto a Universidade Estadual do Arizona é um edifício com 7 pavimentos e uma superfície total de 42.500m² para estudantes de primeiro ano da graduação em engenharia. O edifício (Figura 18) conta com 1.582 camas, 5 apartamentos para funcionários, um refeitório de 2.500m² e 525 assentos, uma loja de conveniência, vários estúdios para os alunos e salas sociais, além de um grande laboratório, salas flexíveis e uma academia de ginástica.

Figura 18 - Residência Booker na Universidade Estadual do Arizona



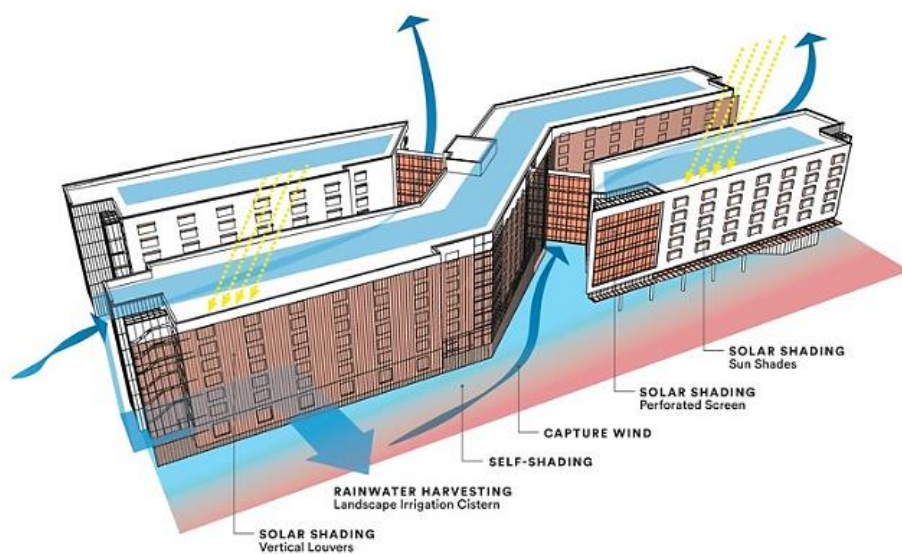
Fonte: Archdaily,2017.

De acordo com a descrição da equipe, o partido se deu a partir da utilização da linguagem vernácula da arquitetura no deserto, dessa forma procurou-se criar um

edifício sustentável e adequado a seu contexto e que pudesse suportar e até tirar proveito do duro clima desértico da região.

Portanto, a localização, a forma e a distribuição do edifício se deram através de amplos estudos de sombreamento no lugar restrito do campus. O formato em “8” (Figura 19) do complexo posiciona as duas massas de construção primárias em posições paralelas orientadas de leste a oeste, o que permite que o edifício se "auto-sombreie" em pátios internos e fachadas.

Figura 19 - Residência Booker na Universidade Estadual do Arizona



Fonte: Archdaily, 2017

Na cobertura, a água da chuva é captada e nutre as áreas de paisagem selecionadas em *bioswales*², o que reduz a dependência de água potável ao mesmo tempo em que reduz a quantidade de infraestrutura subterrânea de tubulações e instalações. A disposição entre os blocos também facilita o movimento do vento, que flui predominantemente no sentido oeste, através dos pátios sombreados internos, e entre as massas do edifício. O tratamento da fachada sul incorporou visores em formato de “U” invertido e uma série de grades verticais perfuradas projetadas e

² Bioswales são elementos projetados para concentrar ou remover detritos e poluição da água de escoamento superficial, a partir de um curso de drenagem com os lados levemente inclinados e preenchidos com vegetação.

posicionadas de acordo com um algoritmo sofisticado, que garantem um controle apropriado da luz natural única da localização de cada janela na fachada, além dos brises metálicos. (Figura 20). Com relação aos materiais utilizados, uma parte do edifício é revestida de arenito³ avermelhado, que é próprio da região e usado em grande parte de sua arquitetura. Na elevação sudoeste, onde a exposição ao sol é mais intensa, o exterior é revestido de brises de metal em tons de cobre, que proporcionam um visual interessante enquanto, também, protegem o edifício.

Figura 20 - Proteção das janelas em formato de “U” e Brise metálico em Fachada



Fonte: Archdaily, 2017

O edifício foi projetado para acomodar o estilo de trabalho dos estudantes contemporâneos. A área do restaurante possui objetos móveis, que confere mais flexibilidade aos espaços, uma parede para projeções de vídeo e áreas para reuniões em grupo com laptop e monitores. Os dormitórios têm vista para um grande gramado que é usado para atividades diversas, onde os estudantes podem se refugiar do sol em um salão ao ar livre ou à sombra. Os sete andares do edifício possuem vários pontos de conexão através de passarelas e portas de vidro flexíveis entre as salas e a área externa integrando os espaços para atividades coletivas.

³ Arenito é uma rocha sedimentar, geralmente composta por quartzo, que resulta da compactação e litificação de um material granular da dimensão das areias.

A partir deste estudo de referência, o rebatimento no trabalho se deu na utilização de materiais locais e no uso de elementos de proteção solar para as esquadrias de acordo com a orientação solar, atenuando a intensidade da radiação direta e proporcionando sombreamento sem bloquear por completo o campo de visão das aberturas.

Em cada estudo de referências as modalidades analisadas, de maneira intencional e sistemática, tiveram o propósito de serem utilizadas a partir de uma interpretação própria, e se refletir no objeto projetado. Para melhor compreensão destes aspectos foi elaborado um quadro síntese (Figura 21).

Figura 21 - Síntese das Referências Projetuais

	ESCOLA PRIMÁRIA DE GANDO	ESCOLA SECUNDÁRIA LYCEE SCHORGE	RESIDÊNCIA BOOKER
CLIMA	SEMIÁRIDO QUENTE	SEMIÁRIDO QUENTE	SEMIÁRIDO QUENTE
LOCALIZAÇÃO	ÁFRICA	ÁFRICA	AMÉRICA DO NORTE
MODALIDADE DE REFERÊNCIA ANALISADA	SISTEMA CONSTRUTIVO E MATERIAIS	PARTIDO ARQUITETÔNICO	TEMÁTICA
MATERIAIS UTILIZADOS	- TIJOLO DE ARGILA - TELHADO EM ZINCO	- LATERITA - GESSO - CONCRETO E MADEIRA	- ARENITO AVERMELHADO
SOLUÇÕES BIOCLIMÁTICAS APLICADAS	ÁTICO VENTILADO	TORRES DE VENTILAÇÃO E MÓDULOS DE SALA ESCALONADOS	CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E DISPOSIÇÃO DO EDIFÍCIO

Fonte: A Autora, 2019.

As referências quanto ao clima, materiais utilizados e soluções bioclimáticas aplicadas nesses edifícios tiveram rebatimento direto no trabalho, foram feitas referências com enfoque em lugares de clima semiárido quente a utilização de materiais locais para construção, além da apropriação de algumas soluções projetuais, como ático ventilado e a disposição escalonada do edifício de acordo com sua posição no terreno a fim de aproveitar os benefícios da efetiva ventilação natural. Outros aspectos relevantes como sistema construtivo, partido arquitetônico e referência temática também auxiliaram no processo de projeto para as definições projetuais.

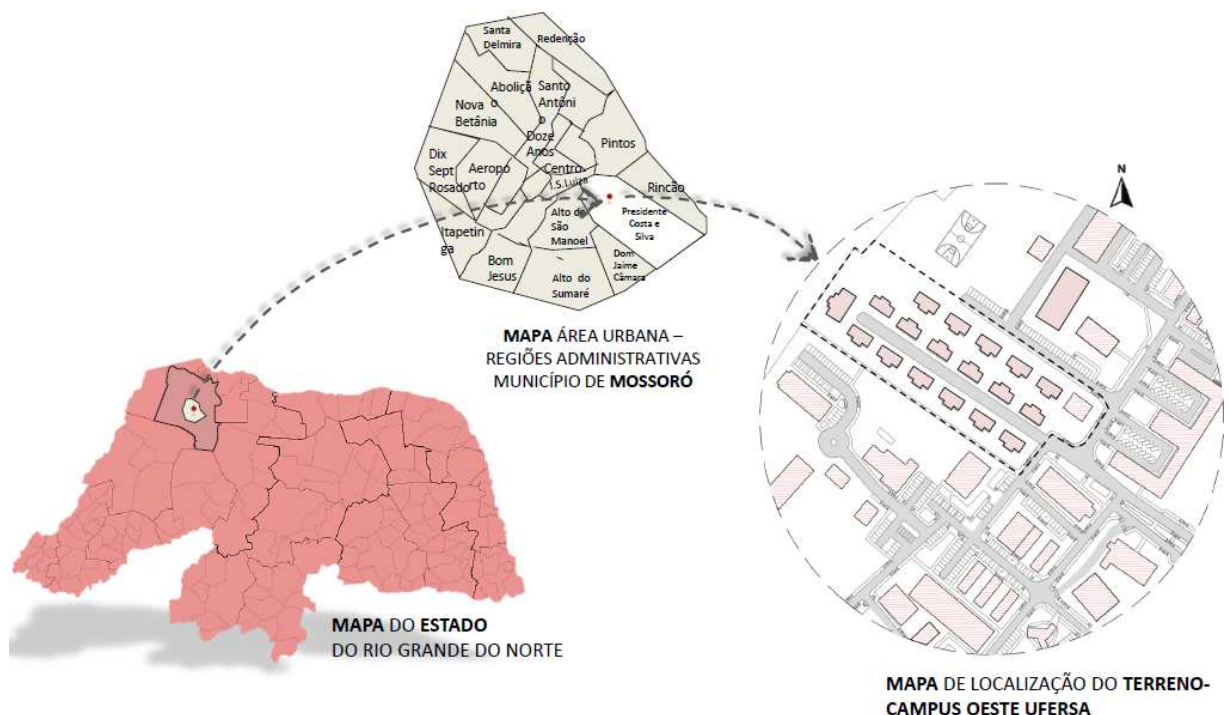
4 CONDICIONANTES DE PROJETO

Este capítulo busca fazer o levantamento de todos os condicionantes relativos ao projeto, visando principalmente explicar sobre as características físicas e geográficas do lugar onde será desenvolvido o projeto.

4.1 O LUGAR: LOCAL DA INTERVENÇÃO

O terreno que receberá o projeto está localizado na cidade de Mossoró no Estado do Rio Grande do Norte, a área do lote faz parte do campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi Árido – UFRSA. Dentro do contexto urbano a Universidade está localizada no bairro Costa e Silva e circundado pelos bairros Ilha de Santa Luzia, Alto São Manoel, Dom Jaime, Paredões e Rincão (Figura 22).

Figura 22 - Mapa esquemático da localização do Lote



Fonte: A Autora, 2019.

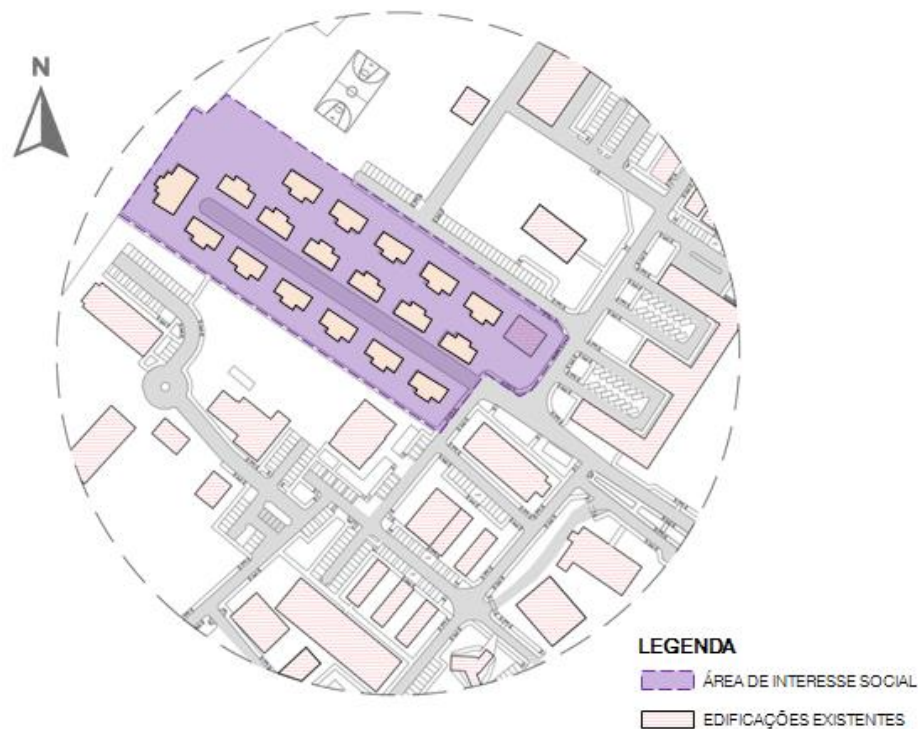
4.2 ASPECTOS LEGAIS

Para se projetar conforme os aspectos legais, os principais documentos que nortearam as decisões de projeto foram: o Plano Diretor da UFERSA, Plano Diretor de Mossoró, Código de Obras do Município de Mossoró, Instruções Normativas dos Bombeiros e Norma de acessibilidade da ABNT NBR 9050/2015.

4.2.1 Plano Diretor da UFERSA

A princípio pretendia-se sugerir outra área para a implantação do projeto, através de análises do espaço e suas interações com o entorno, porém, de acordo com as normativas existentes no Plano Diretor da UFERSA no Art. 8º, no que se refere ao uso das áreas, o uso do solo no Campus Mossoró da UFERSA deve respeitar os usos já consolidados. (Figura 23)

Figura 23 - Residências Acadêmicas – Área de importância social



Fonte: A Autora, com base no Plano Diretor da UFERSA/RN, 2019.

Como mostra a Figura 24, o terreno está classificado como área de importância social dentro do campus, destinado ao atendimento das necessidades de moradia e convívio da comunidade universitária. Para esta área que possui aproximadamente 12.000m², o Plano Diretor da UFERSA/RN define índices urbanísticos para valores máximos de área de ocupação e área de impermeabilidade e valores mínimos para área permeável.

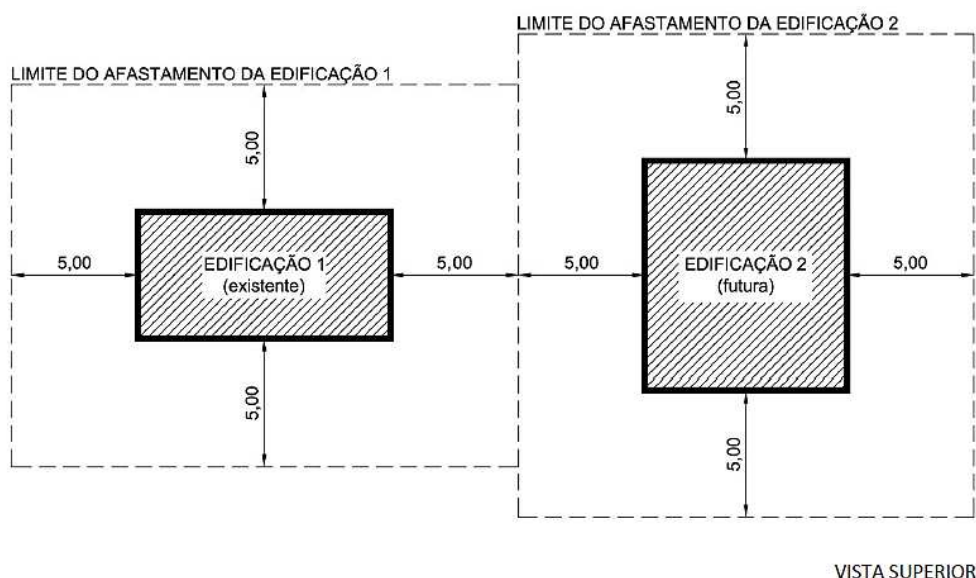
Figura 24 - Índices Urbanísticos – Área de Importância Social

	Zona/Área	Área Máxima Ocupada	Área Impermeável Máxima	Área Permeável Mínima
Área de Importância Social	Área da Vila Acadêmica masculina	50%	80%	20%
	Área da Vila Acadêmica Feminina	50%	80%	20%

Fonte: Plano Diretor da UFERSA/RN.

Com relação às edificações existentes no entorno do terreno, os novos prédios devem respeitar o limite estipulado em norma para os afastamentos, com distância mínima de 5,00m entre as edificações como mostra a Figura 25

Figura 25 - Recuos mínimos exigidos entre edificação existente e futura

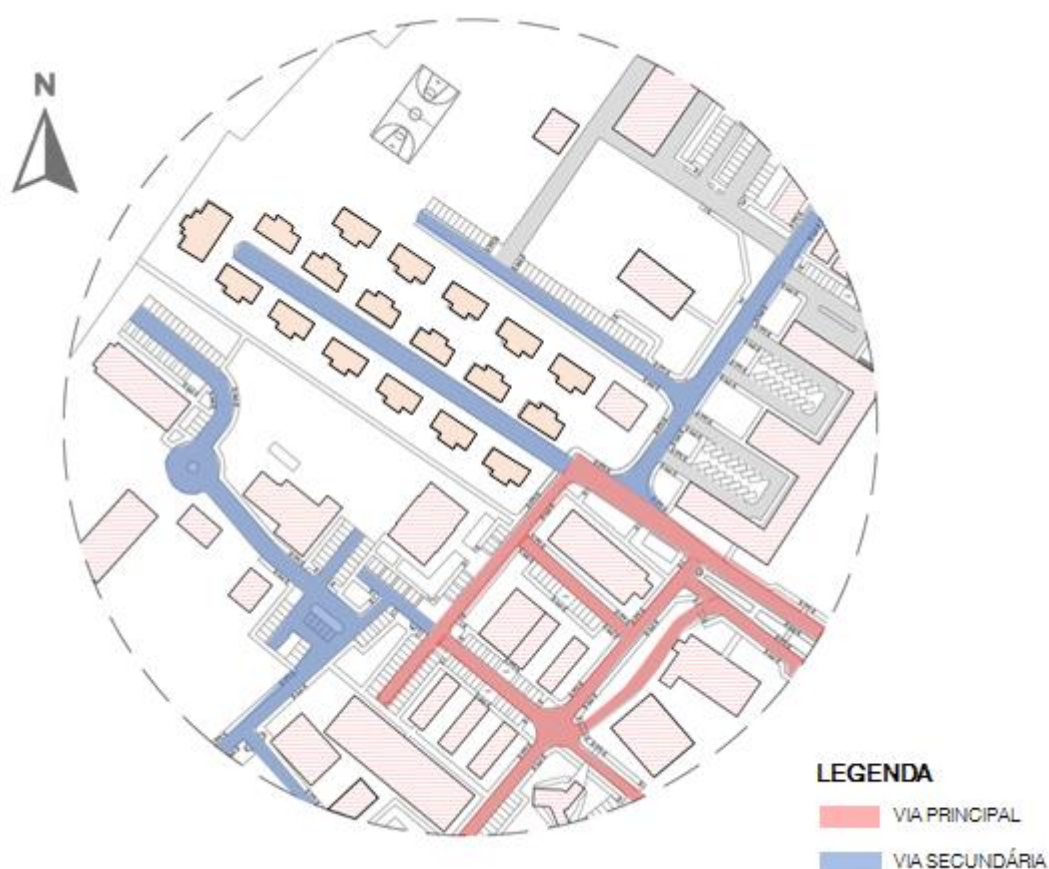


Fonte: Plano Diretor da UFERSA, 2016.

Além disso, outras exigências são feitas, tais como: estimular a proximidade de usos afins sempre que possível e utilizar o máximo possível do sistema de infraestrutura

viária como delimitador de setores ou áreas. De acordo com o Art. 14º do Plano Diretor da UFERSA a superfície do Campus Universitário encontra-se dividida em cinco setores, sendo que o terreno está situado no Setor IV. A Figura 26 mostra as vias de acesso no entorno próximos ao terreno, classificadas como: vias principais (em vermelho) e secundárias (em azul).

Figura 26 - Sistema Viário – Campus Oeste



Fonte: A Autora, com base no Plano Diretor da UFERSA/RN, 2019.

As vias classificadas como principais são aquelas que interligam setores e conectam o sistema viário do Campus às vias e passeios do Município (que estão externas ao Campus), já as vias secundárias, são vias de veículos e passeios que integram o sistema interno do Campus e interligam seus setores.

4.2.2 Código de Obras de Mossoró

De acordo com o Código de Obras (2010), os ambientes de uma edificação são classificados em compartimentos de permanência transitória, permanência prolongada e de uso especial conforme a função a que se destinam. Sendo assim os ambientes existentes no projeto estão classificados, no art.70, § 1º, inciso I, considerados como compartimentos de permanência transitória: os banheiros e cozinhas. Bem como, no referido artigo, § 2º, inciso II, consideram-se como compartimentos de permanência prolongada aqueles que abrigam as funções de dormir, repousar, trabalhar, estar, estudar, reunir e recrear tais como: quartos laboratórios; salas de reunião e salas recreativas.

Para dimensionar as áreas internas dos cômodos no projeto, foram utilizadas como parâmetros, as normativas que constam no Código de Obras para a cidade de Mossoró, mais precisamente no item referente a habitações de interesse social, sendo estipulado que:

- A sala e a cozinha poderão constituir um único compartimento, devendo, neste caso, ter a área mínima de 12,00 m² (doze metros quadrados).
- Tratando-se de residências de interesse social, a área e o diâmetro mínimos para salas (7,00 m² de área e forma geométrica que admita a inscrição de um círculo de 2,50m) serão redutíveis, respectivamente, para 5,00 m² (cinco metros quadrados) e 2,00 m (dois metros).
- A área mínima dos dormitórios será de 7,30m² (sete inteiros e trinta centésimos de metros quadrados) e forma geométrica que admita a inscrição de um círculo de 2,50 m (dois metros e cinquenta centímetros) de diâmetro, no mínimo.
- Os banheiros terão área mínima de 2,20m² (dois inteiros e vinte centésimos de metros quadrados) e forma geométrica que admita a inscrição de um círculo de 1,10 m (um metro e dez centímetros) de diâmetro mínimo.

- Será obrigatória a execução da área de banho com dimensões mínimas de 0,80 (oitenta centímetros) por 0,80 (oitenta centímetros);

Além de aspectos relacionados ao dimensionamento dos cômodos, os percentuais mínimos para aberturas de iluminação e ventilação também foram considerados, estando acima da proporção mínima exigida que é de:

- 1/8 (um oitavo) da área do piso para os compartimentos de permanência prolongada;
- 1/10 (um décimo) da área do piso para os compartimentos de permanência transitória;

Os corredores são dimensionados de acordo com a classificação da edificação, no caso deste projeto classificado como de uso coletivo, segue o valor de 1,20m (um metro e vinte centímetros) nos acessos e os vãos de passagens. e portas de compartimentos das áreas coletivas deverão ter vão livre (largura) mínimo de 0,80m (oitenta centímetros).

De acordo com o Plano Diretor da UFERSA a proposta para altura de gabarito máximo das edificações no Campus está subordinada às prescrições urbanísticas do Plano Diretor de Mossoró (LEI COMPLEMENTAR N.º 012/2006).

Subseção V o Art. 72. Dar-se a definição de gabarito como a altura previamente fixada da edificação, medida entre o plano horizontal que passa pela média de altura da guia na fachada principal e o plano horizontal que passa pelo ponto mais alto da edificação. Art. 73. Afirma-se que toda edificação deve obedecer ao gabarito máximo, denominado G, que é dado pela expressão: $G = 4 (R+L)$, onde: R - é o recuo de frente da fachada considerada; L - é a largura total do logradouro. (LEI COMPLEMENTAR N.º 012/2006).

Através dessa equação o resultado obtido foi de 40m para altura de gabarito, foi possível perceber que a altura da edificação projetada ficaria muito mais alta do que os prédios existentes em seu entorno, por isso outras considerações foram feitas nesse sentido. O artigo 22 da norma cita fatores que são considerados para definição do gabarito máximo das edificações, que são: valor cênico-paisagístico do

entorno e ocupação atual. Diante disso, observou-se que nas imediações do terreno as edificações são de no máximo até 3 (três) pavimentos, optando desta maneira, por utilizar altura semelhante para os novos prédios, de forma a não impactar na paisagem e seu entorno.

4.2.3 Instrução Técnica Nº 01/2018 – Corpo de Bombeiros

Para complementar as pesquisas legais, foram analisadas as exigências de segurança prevista na Instrução Técnica Nº 01/2018 que se aplicam às edificações situadas no Estado do Rio Grande do Norte. As edificações e áreas de risco são classificadas quanto à ocupação; quanto à altura; e quanto à carga de incêndio. Após a classificação, são apresentadas em uma tabela as medidas de segurança contra incêndio para as edificações que devem ser projetadas visando atender os requisitos de segurança.

De acordo com o documento o primeiro tipo de classificação da edificação e áreas de risco depende do tipo de ocupação, estando o projeto classificado como “A-3”, (Figura 27) descrito como habitação coletiva.

Figura 27 - Classificação de Edificação e área de risco

Grupo	Ocupação/Us	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos

Fonte: Instrução técnica nº 01/2018

A classificação da edificação quanto à altura (Figura 28) é categorizada como tipo “III”, correspondente a uma edificação de altura baixa à média, com altura mínima de 6 m e máxima de 12 m.

Figura 28 - Classificação de Edificação quanto a altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: Instrução técnica nº 01/2018

Por fim, a última classificação que define as cargas de incêndio indica que a edificação possui um baixo risco, correspondente às atividades desenvolvidas. O quadro abaixo (Figura 29) mostra as medidas de segurança que serão aplicadas ao projeto.

Figura 29 -Quadro de Medidas de Segurança Contra incêndio

Grupo de ocupação e uso	GRUPO A – RESIDENCIAL					
	A-2, A-3 e Condomínios Residenciais					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$12 < H \leq 23$	$23 < H \leq 30$	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	X ²	X ²	X ²
Controle de Materiais de Acabamento	-	-	-	X	X	X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X ¹
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X
Alarme de Incêndio	X ²	X ²	X ²	X ²	X ²	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X
Hidrantes e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X

Fonte: Instrução técnica nº 01/2018

As vias de acesso que possibilitam a entrada de viaturas na edificação estão posicionadas na lateral do terreno, classificadas como via secundária de acordo com o Plano Diretor da UFERSA. Há, de acordo com a normativa dos bombeiros, a

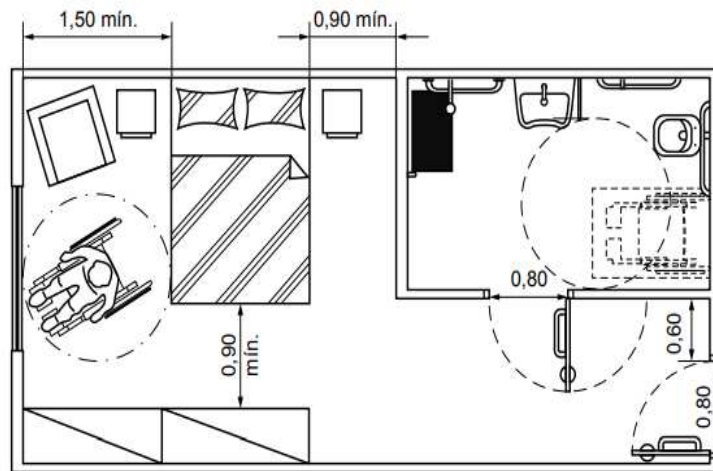
necessidade de iluminação de emergência nos corredores que dão acesso às unidades, bem como, sinalização de emergência, presença de extintores, além de hidrantes e mangotinhos. As saídas de emergência se darão pelas escadas.

4.2.4 Norma de Acessibilidade 9050/2015

Os requisitos de acessibilidade foram considerados neste trabalho com objetivo de se projetar unidades habitacionais capazes de atender à maior diversidade de pessoas em moradias estudantis. Os apartamentos de maneira geral possuirão portas e vãos maiores que os convencionais, possibilitando assim maior flexibilidade de locomoção, uma vez que, uma pessoa que não possua nenhum tipo de limitação da mobilidade, pode um dia vir a precisar mesmo que temporariamente. A principal diferença entre as tipologias convencional e a acessível se dará através da disposição do mobiliário, visto que as dimensões gerais serão compatíveis e adequadas às duas situações.

As informações coletadas sobre dormitórios acessíveis, de acordo com a Norma ABNT 9050/2015, definem que os quartos com banheiros não podem estar isolados dos demais, mas distribuídos em toda a edificação de modo a alcançar todos os níveis de serviços e localizados em rota acessível. Além disto, percentuais mínimos são determinados por legislação específica de acordo com a Lei Federal nº 13.146/15, art. 32. que trata de programas habitacionais, públicos ou subsidiados com recursos públicos se reservam no mínimo, 3% (três por cento) das unidades habitacionais para pessoa com deficiência. As dimensões do mobiliário dos dormitórios acessíveis devem atender às condições de alcance manual e visual, a altura das camas deve ser de 0,46 m e os móveis devem ser dispostos de forma a não obstruir uma faixa livre mínima de circulação interna de 0,90 m de largura entre objetos, como mostra na Figura 30, prevendo área de manobras para o acesso ao banheiro, camas e armários. Deve haver ainda pelo menos uma área, com diâmetro de no mínimo 1,50 m que possibilite um giro de 360°.

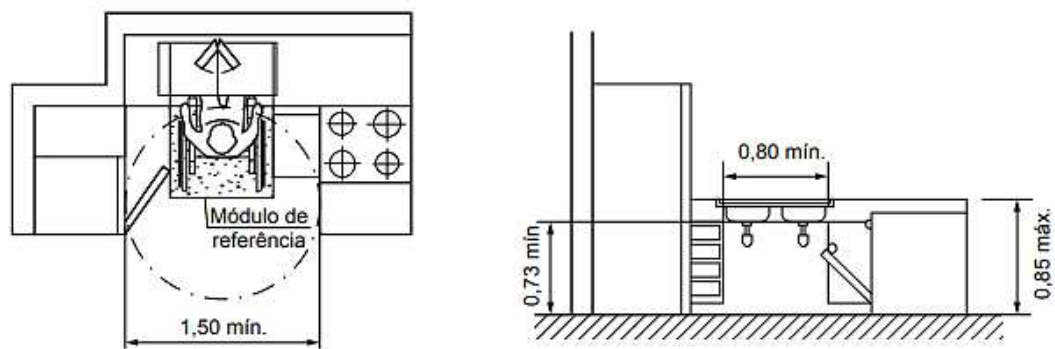
Figura 30 - Dormitório Acessível – Área de circulação mínima



Fonte: ABNT NBR 9050/2015

As unidades habitacionais possuem uma cozinha para preparos rápidos, para estes casos a norma orienta que as pias devem possuir altura de no máximo 0,85 m, com altura livre inferior de no mínimo 0,73 m (Figura 31) e devem garantir a condição de circulação, aproximação e alcance dos utensílios, com um diâmetro de 1,50m.

Figura 31 - Área de aproximação da cozinha e medidas para uso



Fonte: ABNT NBR 9050/2015

Deste modo, aplicando-se os dados para o projeto em desenvolvimento cuja demanda atual na ala masculina é de 220 alunos, segundo dados da PROAE, e como cada apartamento projetado comporta até 4 alunos, a necessidade mínima seria 55 apartamentos no total. Sendo assim, para um total de 55 apartamentos o percentual mínimo de 3% para habitações acessíveis corresponde a 2 (duas) moradias.

5 ANÁLISE DAS MORADIAS ACADÊMICAS EXISTENTES

Como parte fundamental da pesquisa, as análises feitas nas moradias existentes visam o levantamento de dados técnicos acerca da real situação das casas construídas com relação à insolação, ventilação e acústica. Para realizar as análises das moradias existentes, foram feitas visitas *in loco*, registros fotográficos e medições, sendo realizados levantamentos arquitetônicos das estruturas existentes seguido de registro gráfico. Após isto, foram desenvolvidos modelos tridimensionais no software *Sketchup* e realizadas exportações no formato 3ds para simulações no aplicativo *FlowDesign*, visando avaliar a eficácia dos ventos. Foram realizadas também medições acústicas com o dispositivo móvel “Décibel X”, para analisar a qualidade acústica e medições térmicas com termômetro infravermelho para avaliar o calor retido na estrutura das paredes dos dormitórios.

Estas análises estabeleceram parâmetros para identificação das potencialidades e problemas da estrutura atual. As análises geraram resultados em relação à insolação, ventilação e acústica que serviram de bases para as decisões projetuais rebatidas no objeto de estudo.

5.1 INSOLAÇÃO NAS FACHADAS

A transmissão do calor, entre corpos ou entre ambientes, pode ocorrer através de diversos processos como, condução, convecção e radiação. Deste último, a radiação solar é a que mais nos interessa para este estudo, uma vez que essa radiação térmica em excesso interfere no bom desempenho térmico das edificações, sobretudo em climas quentes onde se deseja proteger o interior das edificações das altas temperaturas externas durante o dia. Analisar, portanto, a insolação das fachadas das moradias estudantis existentes ajuda a compreender o comportamento dos materiais utilizados, levando em consideração, além dos dados obtidos, a

orientação das fachadas, o entorno e os elementos arquitetônicos existentes para sombreamento.

Do total de radiação que incide sobre um corpo, uma parte pode ser refletida, outra absorvida e outra pode ser transmitida. A fração absorvida é transformada em calor, no interior do corpo, e é proporcional a um coeficiente denominado Absortância (α) ou Coeficiente de Absorção. A parcela refletida é determinada pela Refletância (ρ) ou Coeficiente de Reflexão.[...]. Ambos coeficientes dependem de características da superfície do corpo. No caso das ondas curtas (radiação solar), a principal influência é da cor da superfície: cores claras refletem mais e cores escuras absorvem mais. A absorção de ondas longas, por outro lado, praticamente não depende da cor e sim do "brilho" da superfície, identificado através de sua Emissividade (ϵ) em relação às ondas longas. As superfícies espelhadas ou com brilho metálico (alumínio polido, aço polido, niquelado ou galvanizado, etc) apresentam baixas emissividades (entre 0 e 0,3), o que significa que, nessa faixa de frequência, são fracas tanto sua absorção quanto sua emissão. Todas as superfícies sem brilho metálico têm emissividades altas (entre 0,85 e 1,0). (RORIZ, 2008)

De acordo com a NBR 02:135 da ABNT, o coeficiente de emissividade, para as alvenarias externas com reboco claro é de $\epsilon = 0,85$ a $0,95$. (Figura 32)

Figura 32 - Emissividade de Superfícies

TIPO DE SUPERFÍCIE	ϵ
Chapa de alumínio (nova e brilhante)	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)	0,12
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)	0,25
Caiação nova	0,90
Concreto aparente	0,85 / 0,95
Telha de barro	0,85 / 0,95
Tijolo aparente	0,85 / 0,95
Reboco claro	0,85 / 0,95
Revestimento asfáltico	0,90 / 0,98
Vidro comum de janela	0,90 / 0,95

Fonte: Norma da ABNT 02:135.07-002 (1998)

A emissividade corresponde à capacidade de um material de emitir energia por radiação (irradiar energia). Quanto mais refletivo o material, menor é a emissividade. De acordo com Pereira (2015) a emissividade é uma propriedade dos materiais de

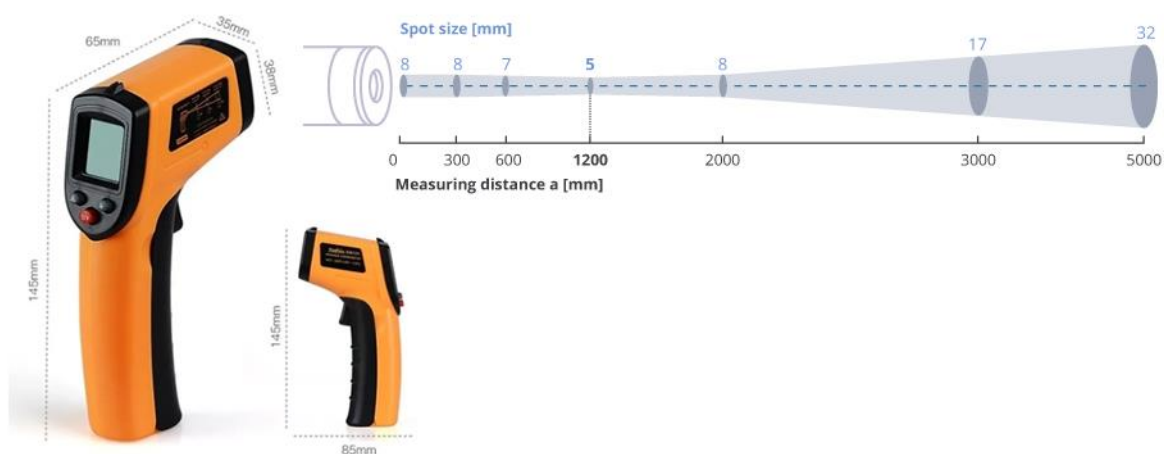
construção muito relevante, porque a radiação térmica emitida pelas superfícies depende da emissividade.

A partir das informações coletadas, foram realizadas medições térmicas *in loco* nas alvenarias externas das moradias existentes através de um termômetro infravermelho de superfícies, também conhecido como pirômetro que mede a temperatura em superfícies opacas.

Equipamentos como pirômetros e câmaras de infravermelho, utilizados para medir temperaturas usando a radiação térmica, implicam o conhecimento da emissividade. [...] Este aspeto revela a grande importância do conhecimento da emissividade, visto haver, cada vez mais, uma maior preocupação com a eficiência energética e o conforto térmico de um edifício. Um estudo sobre as variações da emissividade de um material devido à degradação das superfícies pode ser útil em muitas outras situações, tais como mapeamento térmico de estradas ou diagnóstico de isolamento para construção (PEREIRA, 2015).

Os termômetros infravermelhos (Figura 33) são ajustados para ler somente a energia emitida pelos objetos, por isso os manuais de fabricação dos equipamentos sugerem que para se realizar uma medição correta, deve-se conhecer a emissividade do material, já que a maior parte dos equipamentos permite que seja feita a configuração do valor da emissividade do material que irão medir.

Figura 33 - Termômetro Infravermelho - Equipamento Utilizado para medições



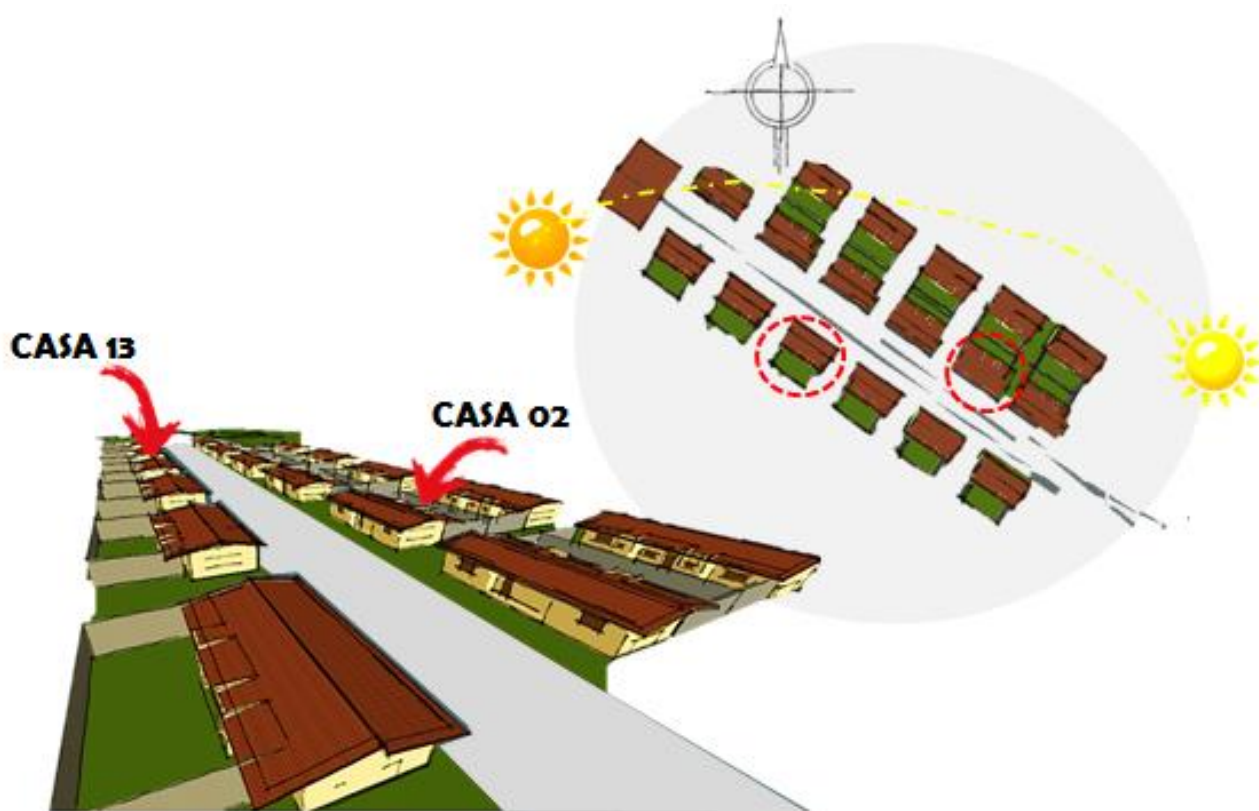
Fonte: Google Imagens, Editado pela Autora. 2019

A distância entre o termômetro e a fonte de radiação medida foi feita de acordo com as recomendações do fabricante. Para este caso, o fabricante demonstrou que para

uma distância de 0,5 m, o diâmetro focal será de 50 mm. Quanto maior a distância do alvo, maior a área de circunferência de alcance.

O equipamento foi cedido pela UFRN para a realização das análises de insolação nas fachadas. Na vila acadêmica, existem 17 unidades habitacionais ao todo, a disposição das casas possui duas orientações principais, como mostra a Figura 34, devido a isto, optou-se por fazer duas medições, uma para cada orientação específica e analisar os resultados obtidos nessas fachadas.

Figura 34 - Implantação das casas e orientações em relação ao Norte

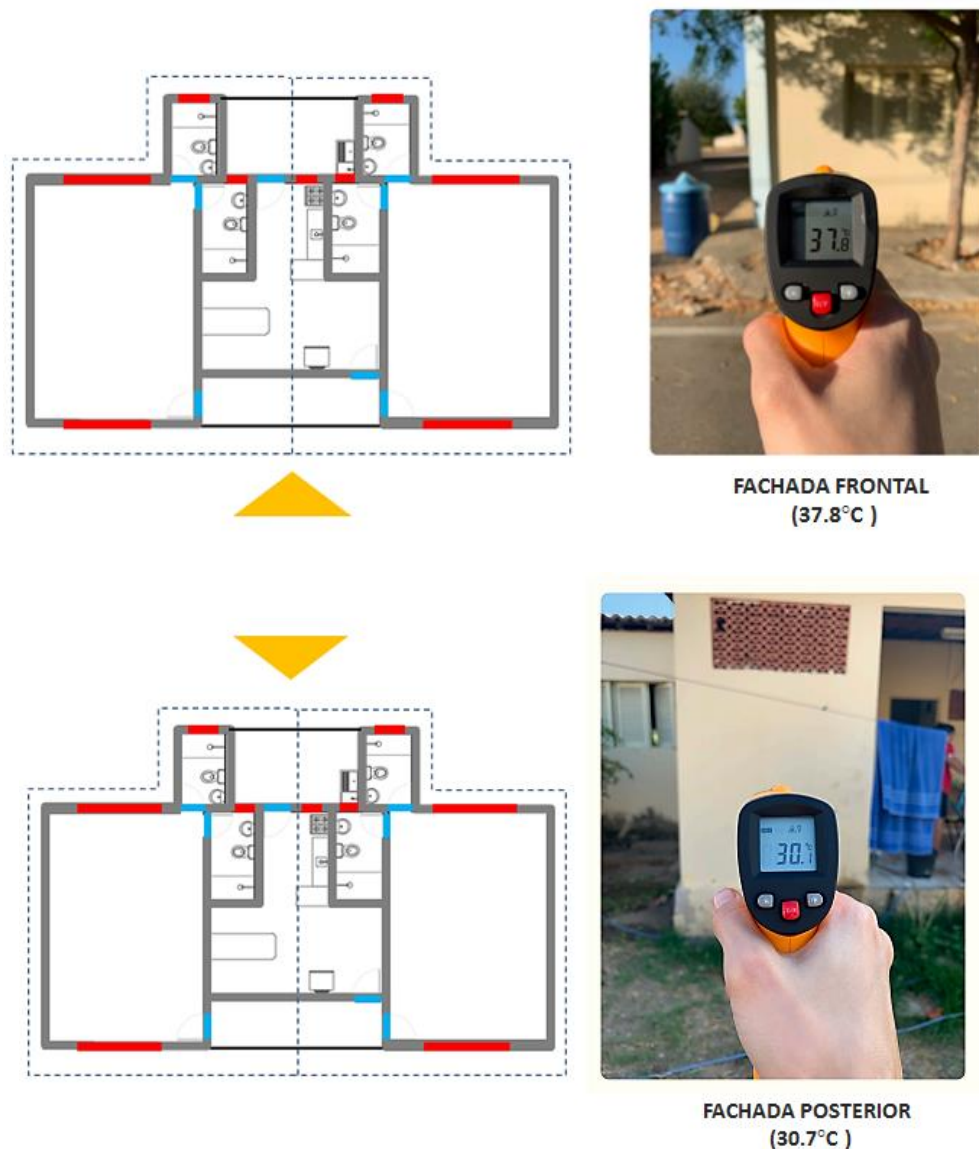


Fonte: A Autora, 2019

As medições foram feitas em uma segunda-feira do mês de setembro de 2019, às 16h15min da tarde na casa número 2 (dois) e 13 (treze). Iniciando-se pela casa 2, foram realizadas medições das quatro fachadas, a uma distância de 1,0 m das paredes externas, conforme orientações contidas no manual do fabricante do equipamento utilizado.

A Figura 35, mostra a medição da fachada frontal (direção Sudoeste) e posterior (voltada a Nordeste), onde se aferiu a temperatura de 37,8°C e 30,7°C respectivamente, uma diferença de 7,1 °C entre elas.

Figura 35 - Medição Casa 02, Fachadas Frontal e Posterior

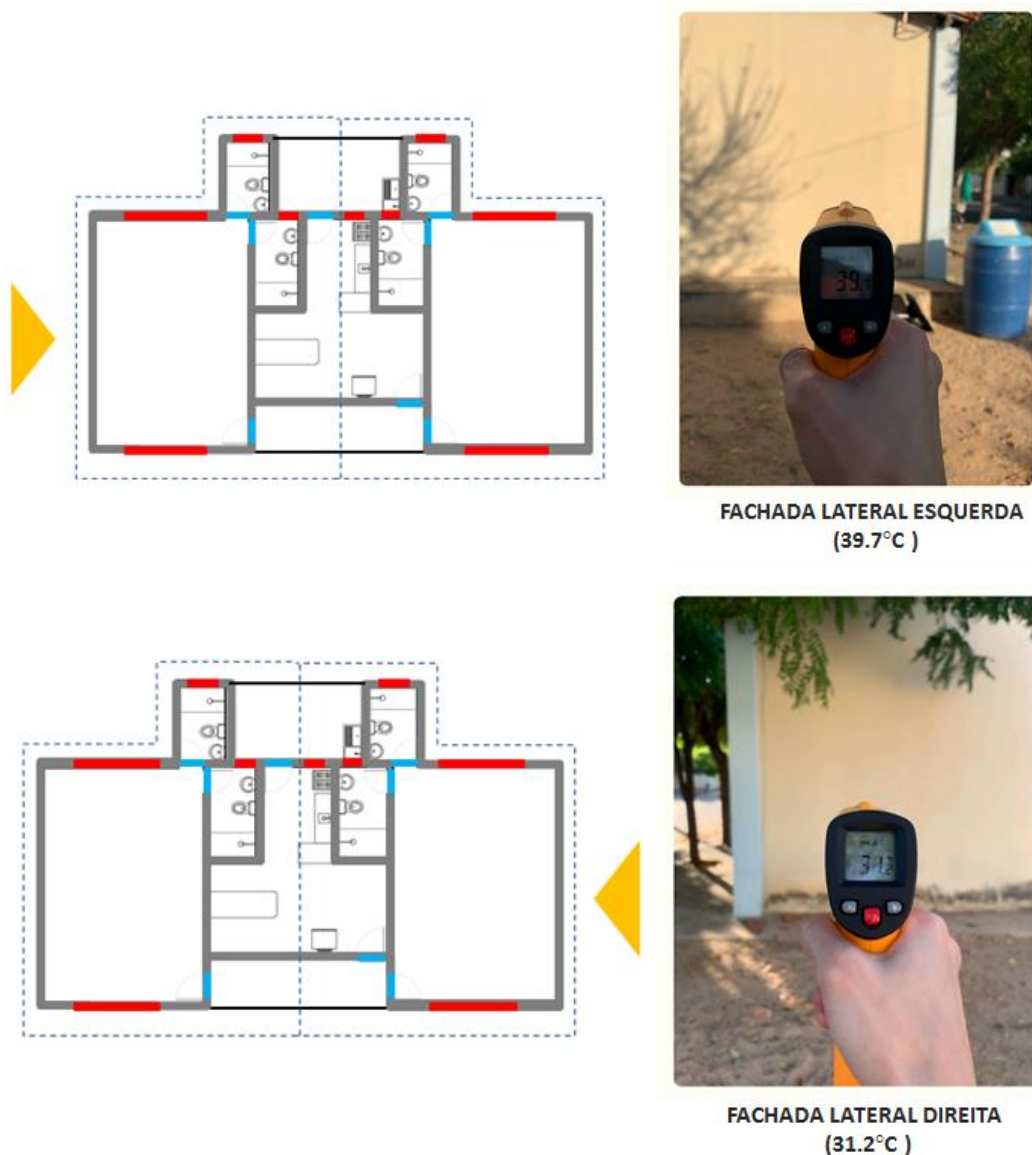


Fonte: A Autora, 2019.

Os cômodos situados na Fachada frontal, mais quente, são os dormitórios. Enquanto ambientes como lavanderia e os banheiros estão na parte mais fria, situadas na fachada Posterior.

Nas outras duas fachadas da residência, a fachada lateral esquerda (voltada a oeste) e a direita (voltada a leste) também são as paredes dos dormitórios, (Figura 36), onde se aferiu as temperaturas de 39,7°C e 31,2°C respectivamente, uma diferença de 8.5 °C.

Figura 36 - Medição Casa 02, Fachadas Lateral Esquerda e Lateral Direita



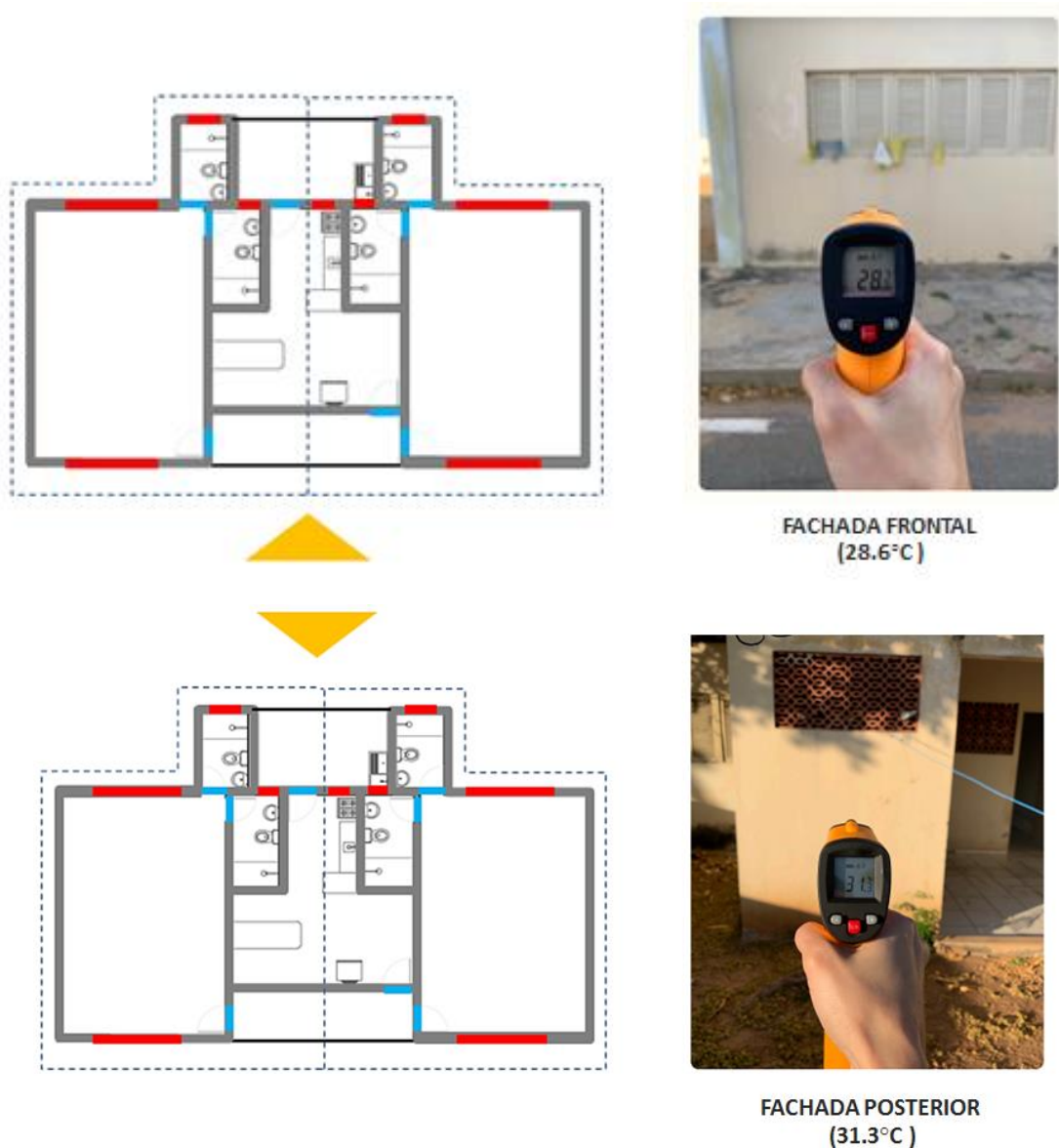
Fonte: Elaborado pela Autora,2019.

Como esperado, a fachada a Oeste é a mais quente, porém o maior problema identificado nesta orientação se dá pelo fato de que as paredes mais quentes da

residência são as dos dormitórios, ou seja, em áreas de longa permanência e as mais frias em ambiente de pouca permanência, como banheiros e lavanderias.

A segunda medição foi feita na casa de número 13 que tem orientação diferente, a fachada frontal está no sentido nordeste e a fachada posterior no sentido sudoeste, na Figura 37, aferiu-se as temperaturas para estas fachadas de 28.6°C e 31.3°C respectivamente, uma diferença de 2.7 °C.

Figura 37 - Medição Casa 13, Fachada Frontal e Posterior

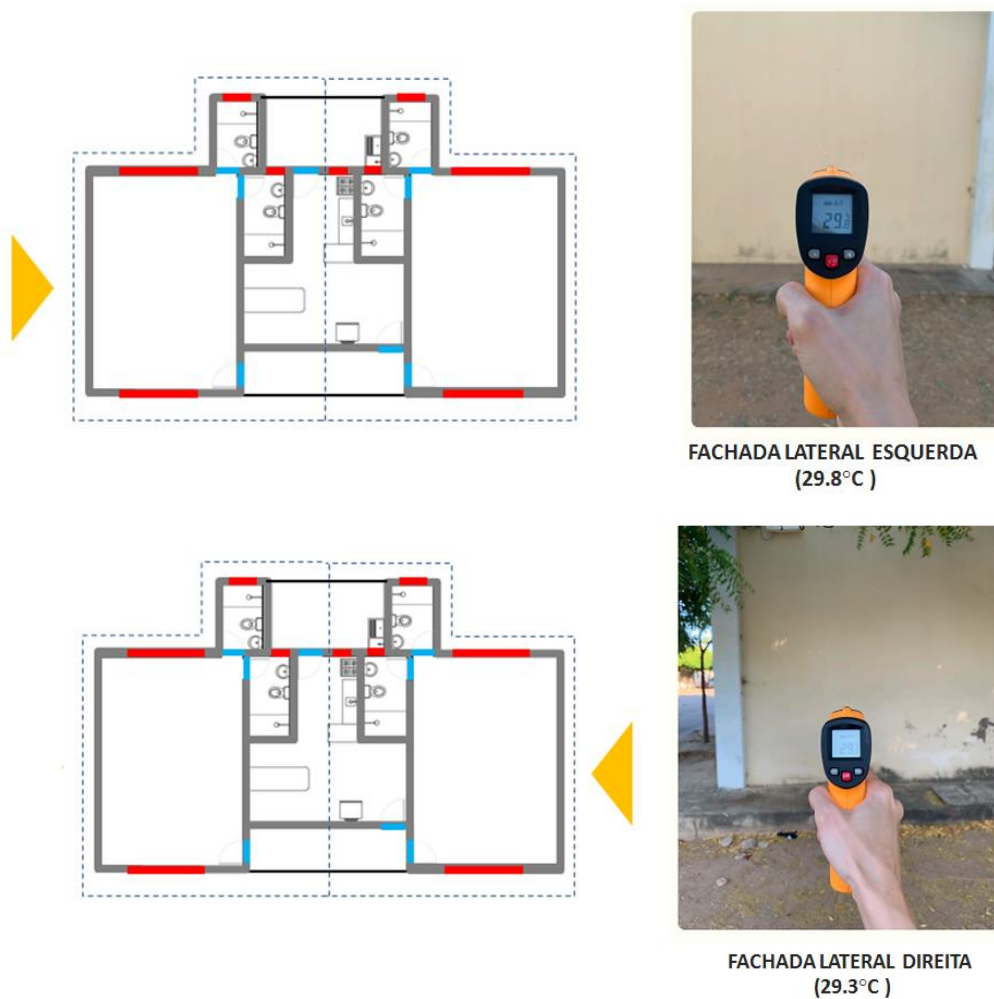


Fonte: A Autora,2019.

Na fachada frontal, onde está situado o quarto, as paredes estão com menor temperatura, e na fachada posterior, a mais quente está o banheiro e a área de serviço.

Nas outras duas fachadas da casa 13, Figura 38, foram aferidos os valores da fachada lateral esquerda e direita (orientações leste e oeste), com valores obtidos de 29.8°C e 29.3°C respectivamente, com uma diferença de 0.5 °C, a menor diferença dentre os valores obtidos.

Figura 38 - Medição Casa 13, Fachada Lateral Esquerda e Lateral Direita



Fonte: A Autora,2019.

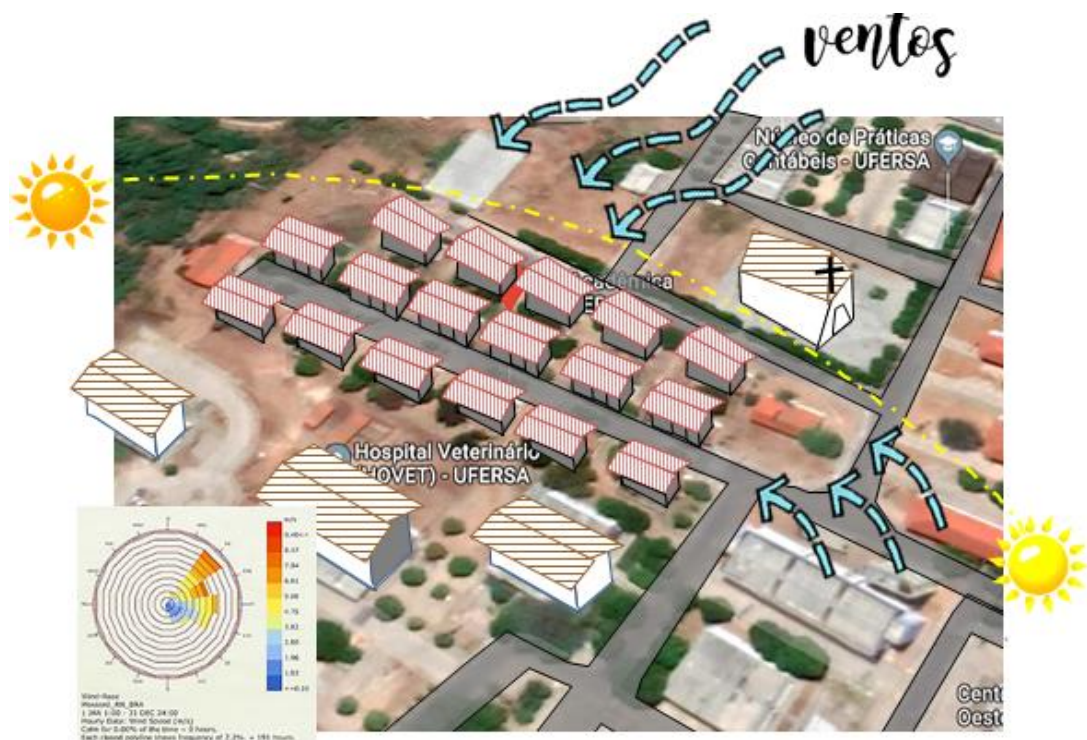
Neste sentido o que se pode concluir é que a disposição da casa 13 possui a melhor disposição nesta análise, visto que mantém paredes mais frias reservadas aos dormitórios, e as mais quentes para áreas molhadas e de pouca permanência, como banheiro e lavanderia. Algumas melhorias, quanto à disposição, também devem ser

feitas, visto que os quartos ocupam lados opostos, o que acaba sempre por favorecer mais um lado que ao outro. Avaliou-se também a necessidade de beirais mais generosos para proteger melhor as alvenarias da radiação direta.

5.2 ANÁLISES DA VENTILAÇÃO

Para compreender e identificar aspectos de como se comporta a ventilação nas moradias existentes, as análises através do software *FlowDesign* foram simuladas nas duas direções que se apresentam como as predominantes para Mossoró/RN, sendo estas: Nordeste e Sudeste. Para uma melhor compreensão, demonstra-se em forma de croqui a posição que cada casa ocupa atualmente no terreno (Figura 39), bem como os prédios adjacentes no seu entorno, incluindo a rosa dos ventos para a cidade de Mossoró, indicando as direções de vento predominantes supracitadas.

Figura 39 - Croqui das Casas Existentes com Indicação dos ventos predominantes Nordeste e Sudeste

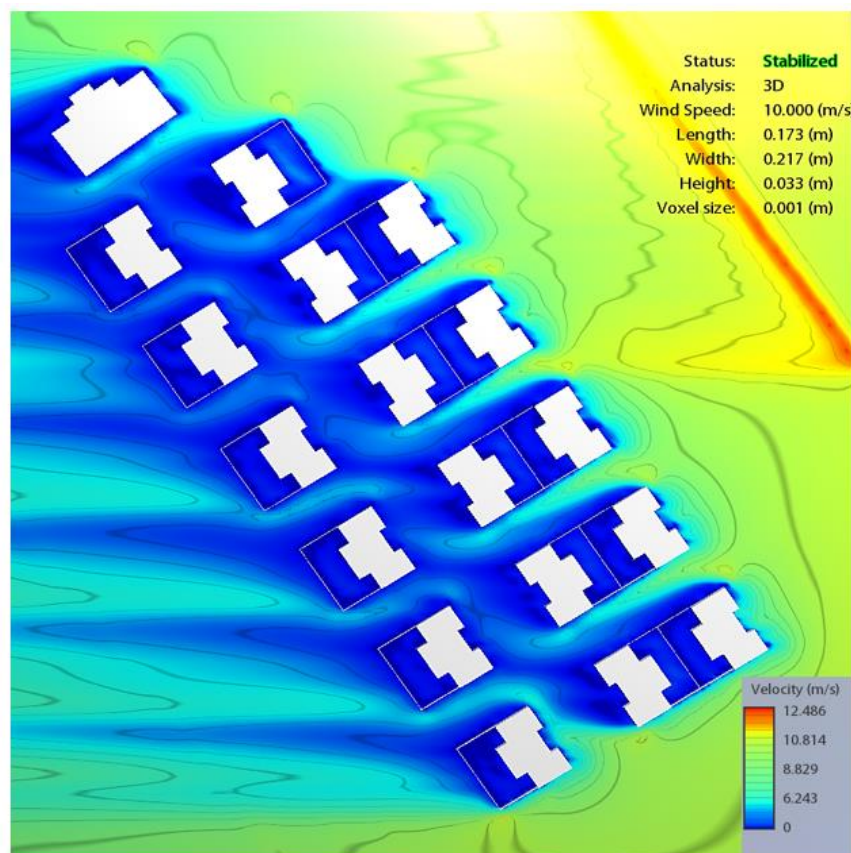


Fonte: A Autora, 2019.

Após o levantamento arquitetônico feito *in loco*, os dados foram digitalizados e passados para o software *FlowDesing* da Autodesk, que indica as diferenças dos

níveis de pressão do ar e simula os fluxos dos ventos entre as edificações. É importante ressaltar que para uma correta análise dos resultados, o início da simulação é definido pelo programa como transitório (*transient*) e há uma constante e rápida variação das cores, esta variação inicial faz parte do processo de cálculo do software, após finalizar os cálculos, o programa atinge um nível de estabilidade, e é exibido na área superior direita da tela o nome “*stabilized*” (estabilizado). Somente a partir daí, é possível avaliar os resultados e tomar decisões com base nos dados. Portanto, após este processo, a primeira simulação considerou os ventos a Nordeste, na Figura 40, a cor azul indica a pressão do ar negativa e baixa velocidade, o que significa que as casas que estão posicionadas nessa área tem a ventilação prejudicada, ou seja, a maioria das casas não é beneficiada pelos ventos nesta direção, apenas as casas localizadas na primeira fileira, que apresentam contrastes de cores entre vermelho e amarelo, indicando assim maior variação de pressão atmosférica e conseqüentemente maior eficácia da ventilação.

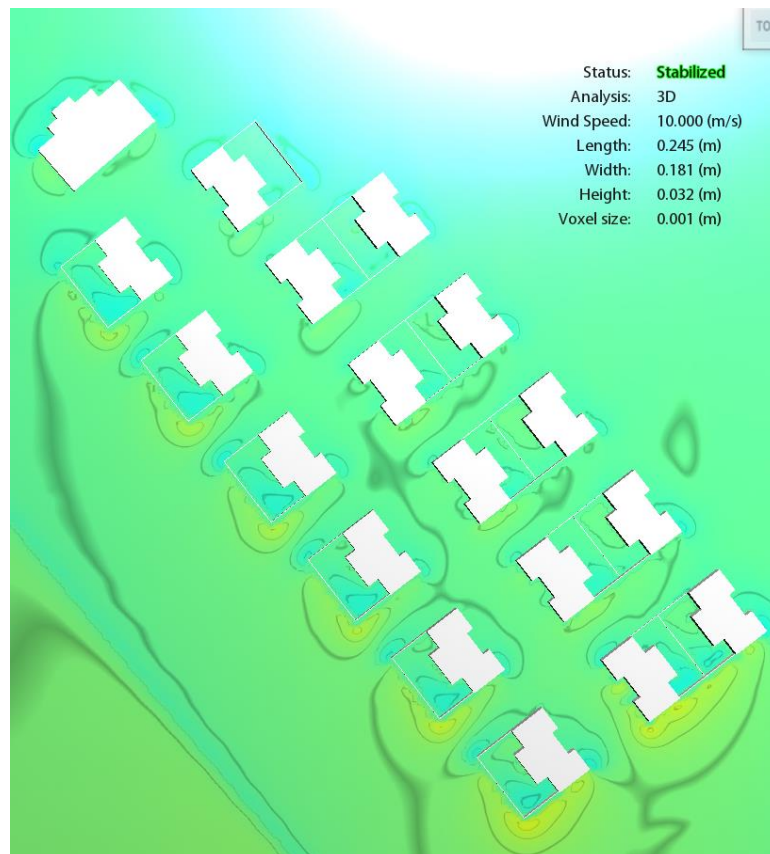
Figura 40 - Simulação dos Ventos a Nordeste nas casas existentes



Fonte: Flow Design, 2019.

É possível perceber que nesta disposição, a ventilação oriunda do Nordeste, ao passar na primeira fileira de edificações acaba perdendo força antes de chegar até as últimas residências. De maneira geral, esta disposição das casas favorece a formação de corredores de vento, mas apresenta problemas na ventilação cruzada, sobretudo para as últimas casas, o que seria desejável para retirada do calor. A segunda simulação foi feita para os ventos no sentido Sudeste, a Figura 41, mostra uma situação bem melhor do que a primeira, neste sentido as diferenças de pressão são mais uniformes ao longo das edificações, representadas nas imagens pelas cores verde e amarelo, sendo assim mais casas se beneficiam da diferença de pressão, e conseqüentemente terão uma melhor ventilação.

Figura 41 - Simulação dos Ventos a Sudeste em casas existentes



Fonte: Flow Design, 2019..

Nesta simulação também é percebido os fluxos de ventos mais satisfatórios, não somente entre o entorno, mais também entre as casas. Porém, um ponto observado é que as principais aberturas de janelas das casas não estão voltadas para esta direção, o que dificulta uma ventilação mais efetiva. Na análise deste caso e de um

modo geral, pode-se concluir que para otimizar a circulação dos ventos, deve-se após o conhecimento dos ventos predominantes do lugar, desenvolver uma proposta arquitetônica com aberturas voltadas para os ventos mais incidentes e favoráveis, e elaborar uma melhor distribuição das unidades habitacionais para que se favoreça maiores diferenças de pressão a fim de se evitar áreas onde a ventilação não chega ou não é suficiente. Neste sentido pode-se concluir que para melhorar a distribuição da ventilação à Nordeste, as posições atuais de forma enfileirada não é uma opção eficaz, visto que impede a chegada da ventilação nas casas que ficam por trás. Sendo possível neste aspecto, sugerir uma geometria escalonada e uma disposição entre os edifícios que favoreça a passagem da ventilação sem bloqueios para as casas, evitando formatos muito regulares e sequenciados. Através de novos formatos é possível favorecer diferenças de pressão adequadas para uma ventilação mais efetiva.

De acordo com Lamberts (2004), a ventilação natural é recomendada para temperaturas entre 20°C e 32°C, pois a partir daí os ganhos térmicos por convecção funcionam mais como aquecimento do ambiente que como resfriamento. E que entre 27°C e 32°C, a ventilação só é eficiente se a umidade relativa do ar tiver valores entre 15% e 75%. Devido a isso, o estudo abordará nos próximos capítulos aspectos relacionados a estratégias de resfriamento evaporativas a fim de tirar o maior benefício da ventilação em dias nos quais a umidade relativa do ar esteja abaixo desses valores.

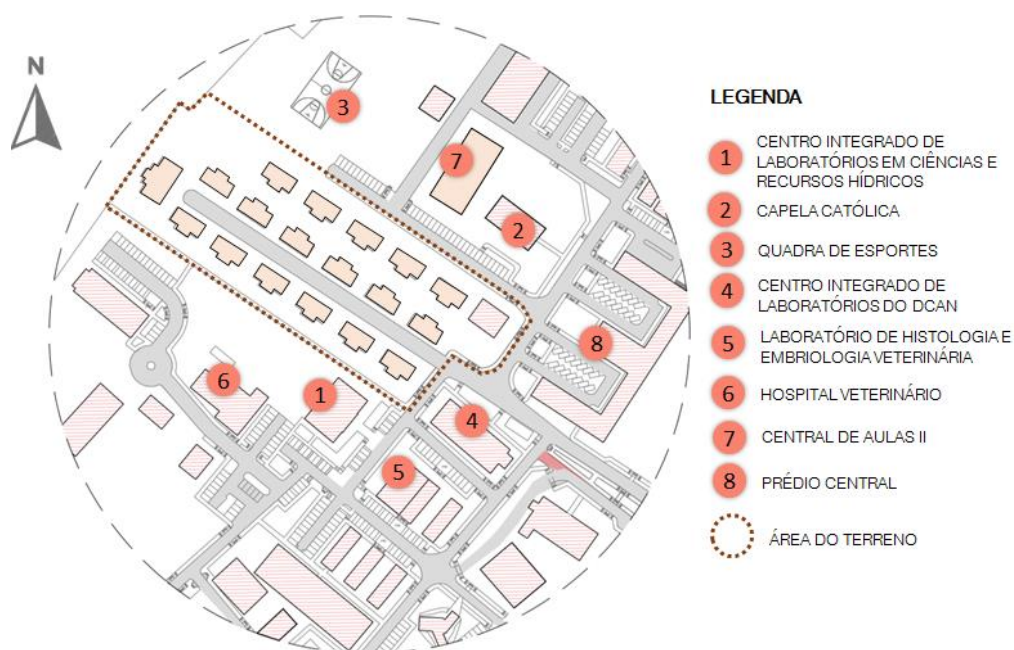
5.3 ANÁLISE ACÚSTICA

Para a análise acústica nas moradias existentes foram realizadas medições utilizando-se o aplicativo Decibel X, dispositivo móvel para sistema IOS, com ponderação 'A', tendo como base o método simplificado dos níveis de ruído com relação ao meio ambiente de acordo com a NBR 10151 (ABNT, 2019), e medições nos ambientes fechados tendo como base a NBR 10152 (ABNT, 2019), por fim, foi calculado o tempo de reverberação para avaliar o condicionamento acústico nos recintos fechados.

Os métodos de avaliação envolveram medições de nível de pressão sonora equivalente – Leq, ponderados na curva A – dB(A), e os resultados e considerações

feitas nesta análise serviram de parâmetros para avaliar o desempenho acústico nas residências existentes, bem como para projetar melhores soluções na adoção de materiais ou medidas de correção do nível sonoro. Para esta análise foram considerados o entorno e as seguintes variáveis da acústica urbana: as fontes geradoras de ruído ao redor da edificação, o tráfego de veículos no entorno imediato e variáveis ambientais como topografia, ventos predominantes e a vegetação existente. Para caracterizar a área de localização das residências no terreno e seu entorno, foi feito um levantamento das edificações vizinhas que poderiam ser fontes geradoras de ruído, deste modo, foi elencado na sequência das mais próximas para as mais distantes do edifício, como indicado na Figura 42

Figura 42 - Mapa Campus Oeste, UFERSA/RN

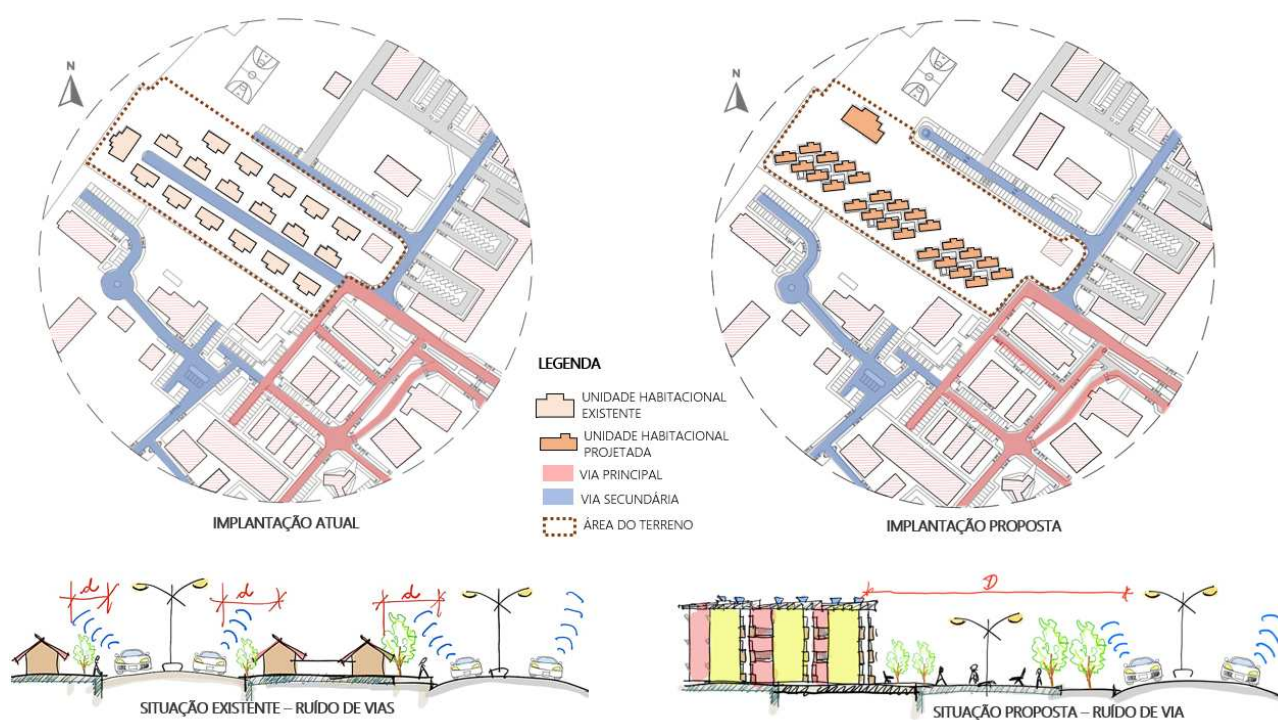


Fonte: A Autora, 2019

De acordo com o Plano Diretor da UFERSA, as vias destinadas ao tráfego de veículos, estão definidas em dois tipos, são elas: vias principais e vias secundárias. Neste caso, a via que pode causar impacto sonoro com relação às moradias existentes, é a via do tipo secundária que passa entre as edificações, mesmo sendo uma via de baixo fluxo, uma solução para atender a requisitos acústicos e projetuais, é remover a via destinada a veículos situada entre as moradias, como mostra a

Figura 43, com isso é possível redirecionar o fluxo de carros para a via adjacente mais próxima à direita do terreno, ao lateralizar este acesso pode-se atenuar possíveis ruídos advindos dos veículos atualmente na via central, pois nesta nova disposição a via ficará mais distantes das novas edificações e a onda sonora incidirá em apenas uma direção em relação à edificação, tendo em vista a nova disposição do projeto proposto.

Figura 43 - Situação atual e Situação Proposta



Fonte: A Autora, 2019

Além disso, unificar o terreno faz com que os acessos e fluxos destinados a pedestres dentro do terreno possam ser utilizados mais livremente, considerando que a grande maioria dos moradores/estudantes não utilizam carros.

A topografia do terreno é predominantemente plana, sendo assim não existem barreiras topográficas no entorno que possam criar áreas de sombra acústica. O que implica maior preocupação com os materiais e possíveis obstáculos arquitetônicos ou paisagísticos para que não permitam a passagem desmedida do som para as áreas internas dos dormitórios. Para isso foi levado em consideração à direção dos

ventos predominantes para a cidade de Mossoró/RN que são predominantemente à Nordeste, e em algumas épocas do ano variando para Sudeste.

A NBR 10151 (ABNT, 2019) fixa as condições exigíveis para avaliar o nível de aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da existência de reclamações. De acordo com a norma, para os procedimentos de medição o tempo deve ser escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. A medição pode envolver uma única amostra ou uma sequência delas. Para as medições deste trabalho utilizou-se o aplicativo *Decibel X*, em dispositivo móvel para sistema *IOS*, com ponderação 'A' que é a ponderação padrão das frequências audíveis, projetadas para refletir a resposta do ouvido humano ao ruído. Entendendo não se tratar de um aparelho de medição profissional, é possível que haja uma leve diferença nos resultados.

De acordo com a NBR 10151 (Figura 44) a região estudada foi classificada como tipo de área estritamente residencial urbana, tendo como valores de referência e avaliação dos níveis de pressão sonora ideal de 50 dB(A) para período diurno e 45dB (A) para período noturno nas áreas habitadas.

Figura 44 - Quadro de Medição de níveis de pressão sonora em áreas habitadas

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: Norma 10151/2019.

A medição *in loco* aconteceu em uma segunda-feira, dia útil em horário de maior movimento, foram realizados duas medições no período diurno, sendo estas: 11h00 as 12h00 e 18h00 as 19h00. O horário escolhido levou em consideração períodos onde há maior fluxo de alunos chegando e saindo das residências devido aos horários finais das aulas da manhã e horário de almoço.

Na área externa, a via localizada entre as casas (Figura 45), foram obtidas as seguintes medições: 47.8 dB(A) no horário das 12h40 e 46.3 dB(A) no horário das 18h07.

Figura 45 - Vilas Acadêmica – Medição Acústica em área Externa (Via de Acesso de Veículos)



Fonte: A Autora, 2019

Confrontando os resultados dos níveis obtidos *in loco* com os valores estipulados pela norma supracitada conclui-se que a via apresenta nível sonoro externo satisfatório não apresentando problemas. A NBR 10.152 (ABNT, 2017) fixa os níveis de ruído compatível com o conforto acústico em ambientes internos e em categorias diversas. Para tanto, foram adotadas as medições de ruído considerando os dormitórios das residências estudantis. Entendendo que os dormitórios são áreas importantes e privativas, onde os moradores podem executar tarefas importantes como descansar ou estudar. Para o estudo, foi considerado o valor ideal estipulado em norma para os dormitórios, a partir deste dado foram feitas medições *in loco*, de modo que os resultados obtidos em dB(A) fossem comparados aos níveis de ruído para conforto acústico conforme as recomendações da NBR 10.152 (Figura 46), que indicam que os níveis de ruído ideal do ambiente interno deve ser de 30 db(A).

Figura 46 - Valores de Referência para Ambientes Internos - Dormitórios

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL _{Aeq} (dB)	RL _{ASmax} (dB)	RL _{NC}
Residências			
Dormitórios	35	40	30
Salas de estar	40	45	35
Salas de cinema em casa (<i>home theaters</i>)	40	45	35

Fonte: NBR 10152/2017

Os valores obtidos *in loco* (Figura 47). Na área interna dos dormitórios foram de 41.5 dB(A) no horário das 12h43 e 42.0 dB(A) no horário das 18h01. Deste modo pode-se considerar que os valores obtidos quando confrontados com a norma indicam que os níveis de ruído estão acima da estimativa de conforto estipulado por norma, apresentando prejuízos acústicos para os usuários.

Figura 47 - Vilas Acadêmica – Medição de Ambiente Interno - Dormitórios

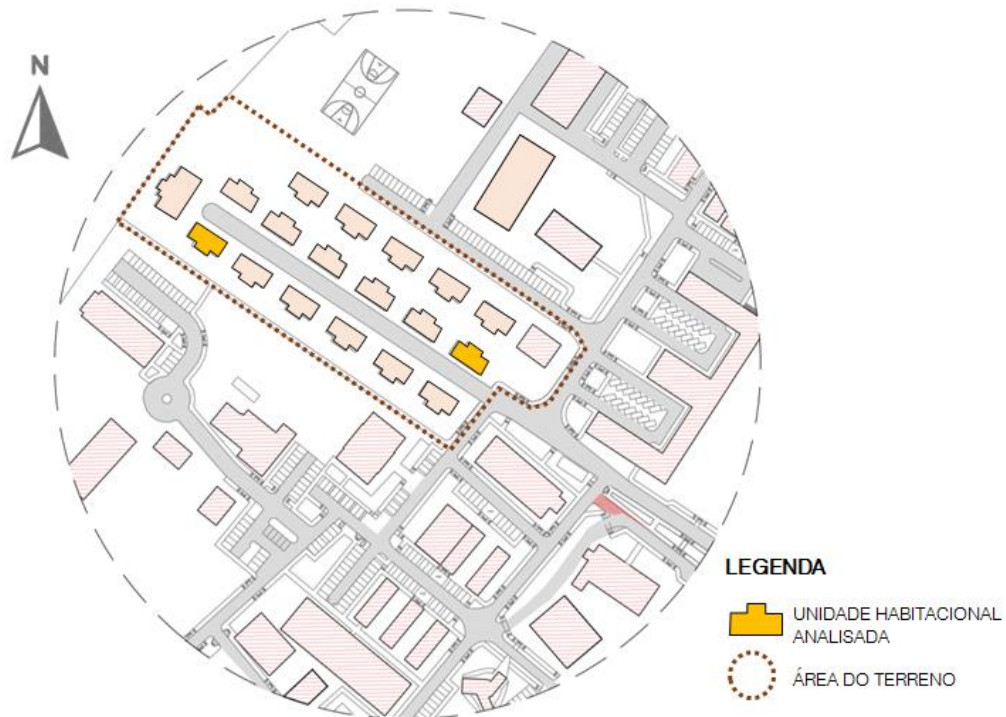


Fonte: A Autora, 2019

Para as medições *in loco* dos ambientes internos feitas nos dormitórios, vale ressaltar que, além de avaliar as casas em período diferentes (meio dia e final da tarde), buscou-se também analisar casas localizadas com a maior distância possível

entre si dentro do terreno (Figura 48), uma estando localizada próxima à entrada e a outra próxima à saída da vila (ao invés de analisar duas casas próximas).

Figura 48 - Localização das casas escolhidas para medição acústica



Fonte: A Autora, 2019

Esta decisão teve como objetivo ter maior abrangência na identificação de possíveis variações acústicas obtidas nos resultados. No entanto o comportamento acústico diante dos resultados obtidos mostrou pouca variação entre um dormitório e outro, independente da distância entre as casas analisadas. Concluindo-se assim, que de maneira geral, nenhuma casa precisará de tratamento especial específico, e uma vez que tenha sido encontrada a solução acústica de uma determinada residência, esta solução poderá ser aplicada a todas as outras demais unidades.

A norma de desempenho, NBR 15575-4/2013 (Figura 49), trata dos requisitos para o sistema de vedação em edificações habitacionais, de acordo com a norma, a localização da habitação abordada neste trabalho se classifica como a categoria I de ruído, por serem habitações localizadas distantes das fontes de ruído intenso e de quaisquer naturezas. Sendo assim, o valor normativo recomendado neste caso para as vedações externas é de no mínimo 20 dB ou mais.

Figura 49 - Valores Para Vedações Externas

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30
<p>Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.</p> <p>Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos</p>		

Fonte: NBR 15575-4/2013

Através das referências normativas dos dados supracitados foi possível avaliar o isolamento do ambiente que tem como base os níveis de pressão sonora, para se saber o quanto se deve isolar em um ambiente, do ruído externo para o ruído interno. Portanto, para dar início aos cálculos utilizamos dois valores básicos das normas NBR 10.151 (ABNT, 2019) e NBR 10.152 (ABNT, 2017) para avaliação, são estes: o nível sonoro do ambiente externo ao dormitório (N1) e o nível sonoro no ambiente interno (N2), estes dois valores subtraídos resultará no valor de (D) que é o desempenho acústico esperado para as vedações verticais entre o dormitório e a rua (área externa). Deste modo chegou-se ao valor de 25dB(A), como mostra o cálculo exemplificado abaixo.

$$N1 - N2 = D, \text{ onde } N1 = 55 \text{ dB e } N2 = 30 \text{ dB}$$

$$55\text{dB} - 30\text{dB} = D$$

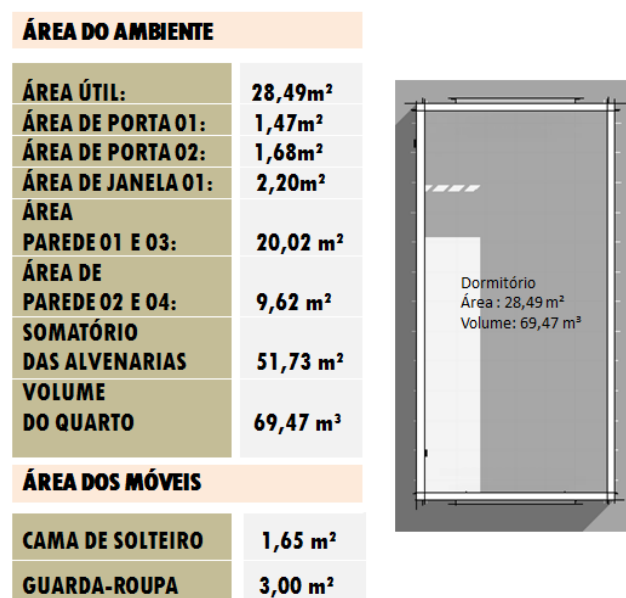
$$25\text{dB} = D$$

Sendo assim, após o resultado podemos dizer que a vedação da parede externa, independentemente do tipo de material deve ter uma redução dos níveis de pressão sonora de no mínimo 25 dB para se conseguir nível de conforto adequado dentro da edificação. Encontrado este valor o material a ser escolhido

precisará possuir este requisito para que se consiga atender aos padrões exigidos em norma e melhorar a qualidade acústica interna dos dormitórios.

O condicionamento acústico de um ambiente é avaliado através do cálculo do tempo de reverberação, pois se refere ao conforto acústico interno dos ambientes. Para fazer os cálculos do dormitório em estudo, levantou-se os valores das áreas e volume do ambiente, bem como áreas referentes aos materiais existentes nestes cômodos. Foram considerados nos cálculos as superfícies das quatro paredes internas, incluindo a área de piso, área de esquadrias e dos mobiliários. (Figura 50)

Figura 50 - Levantamento de Áreas



Fonte: A autora, 2019.

Os dados levantados foram aplicados à fórmula de Sabine (eq 1), representada abaixo, onde define que o tempo de reverberação será a razão entre o volume do ambiente estudado e o somatório das áreas de superfícies existentes multiplicada pelo coeficiente de absorção destes materiais.

$$TR = \frac{0,161 V}{\Sigma.S. \alpha}$$

eq.01

Após o levantamento destes dados, os mesmos foram aplicados na fórmula através da criação de uma planilha de cálculo do Excel (Figura 51) com os seus respectivos valores referentes aos coeficientes de absorção de cada material utilizado para as frequências de 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz e 2000Hz. Os valores estipulados para que se tenha um tempo de reverberação ótimo devem estar abaixo de 0,7 segundos de acordo com a NBR 10152 (ABNT, 2019).

Para efeitos de cálculos, consideraram-se os materiais utilizados nas moradias, são estes: alvenaria com acabamento em reboco de gesso, piso de azulejos esmaltados e esquadrias em madeira. O resultado para estes parâmetros atuais foi insatisfatório, pois apresentaram tempo de reverberação bem acima dos valores médios esperados para um bom desempenho acústico.

Buscando identificar quais características construtivas foram determinantes para prejudicar o condicionamento acústico, foram feitos outros cálculos incluindo novos materiais, a fim de se encontra possíveis alternativas para solucionar o problema. Desta maneira percebeu-se que ao se acrescentar os coeficientes de absorção de forro de gesso, os valores do tempo de reverberação atingiam valores satisfatórios e abaixo de 0,7s estipulados em norma.

Figura 51 - Quadro de aplicação da Fórmula

DESCRIÇÃO/ ÁREA		ABSORÇÕES									
		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
MATERIAL	(m²)	α	αS	α	αS	α	αS	α	αS	α	αS
ALVENARIA	51,73	0,02	1,036	0,02	1,0346	0,02	1,0346	0,03	1,5519	0,04	2,0692
PISO	28,49	0,01	0,2849	0,01	0,2849	0,02	0,5698	0,02	0,5698	0,02	0,5698
PORTA	3,15	0,14	0,441	-	3,15	0,6	0,189	-	3,15	0,01	3,15
ESQUADRIA	4,40	0,14	0,616	-	4,4	0,6	0,264	-	4,4	0,1	4,4
FRESTAS	0,50	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
OBJETOS	UNID.	α	$N\alpha$	α	$N\alpha$	α	$N\alpha$	α	$N\alpha$	α	$N\alpha$
ARMÁRIO	3	0,01	0,03	0,01	0,03	0,1	0,3	0,02	0,06	0,04	0,12
CAMA	6	0,28	1,68	0,28	1,68	0,28	1,68	0,28	1,68	0,34	2,04
VOLUME	Σ . ToT	A125= 4,587 $\alpha = 0,052$ TR= 2,439		A250= 11,08 $\alpha = 0,126$ TR=1,009		A500= 4,537 $\alpha = 0,051$ TR= 2,46		A1000= 11,91 $\alpha = 0,135$ TR= 0,939		A2000= 6,054 $\alpha = 0,069$ TR= 1,847	
69,47 m³	88,27										

Fonte: A Autora, 2019

Outra medida possível pode ser sugerida com relação às esquadrias, fazendo uso de materiais com vedação acústica, visto que os acabamentos atuais possuem muitas frestas que facilitam a passagem do som externo até o interior dos ambientes. Estas análises estabeleceram parâmetros para identificação dos problemas estruturais existentes e serviram de base para decisões projetuais futuras nos aspectos estudados relativos à insolação, ventilação e acústica. Para tanto, criou-se um comparativo analítico traçando soluções projetuais mais adequadas.

A análise da insolação nas fachadas evidenciou problemas relativos a alguns dormitórios específicos em virtude da orientação de algumas casas, apresentando altas temperaturas indesejadas nas alvenarias. Foi traçada então, como solução estratégica para a nova proposta, a adequação de uma única orientação favorável a todas as unidades habitacionais, evitando orientações em que uma unidade habitacional fosse mais ou menos privilegiada. Também foram previstos elementos de proteção solar, dada a necessidade constatada de proteção mais eficaz para aberturas e alvenarias. Nas análises de ventilação as simulações com as moradias existentes demonstraram uma situação não tão favorável quanto as diferenças de pressão, condição desejada para que ocorra uma boa ventilação. Foi verificada, a necessidade de um melhor posicionamento das aberturas para maior aproveitamento dos ventos desejados, otimizando assim a ventilação cruzada no interior dos ambientes. Nesse sentido, a partir destas análises, foi definida uma nova distribuição das unidades habitacionais, bem como, tipologias para favorecer maiores diferenças de pressão, favorecendo as circulações de ar entre as edificações e no interior delas.

Por fim, foram realizadas as análises acústicas nos dormitórios existentes, identificando-se, através de medições *in loco*, alguns problemas com relação aos níveis de ruído interno dos quartos e de condicionamento acústico. Como alternativa para as novas moradias, foi proposto um novo arranjo para as habitações propiciando maior distanciamento das fontes sonoras, além de consequentemente, fornecer uma área de lazer, atualmente inexistente. Com os valores estipulados pelos cálculos das análises foi possível a melhor definição de um material eficaz a partir do valor normativo recomendado que se sugere para as vedações externas mínimo 25 dB, para este caso.

6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Este capítulo discorre sobre o desenvolvimento do projeto e justifica as escolhas projetuais aplicadas. Para tanto, a definição do problema e público alvo foi realizada como ponto de partida para identificar as principais necessidades e seguir o estudo na construção de um programa arquitetônico capaz de atender as questões anteriormente identificadas. Foram expostos aspectos importantes, específicos ao projeto, como a busca de soluções para os resíduos provenientes da construção civil e melhores alternativas para a preservação da vegetação existente, visando mitigar os impactos causados pela construção ao meio ambiente. Apresentam ainda, análises e simulações relacionadas a aspetos climáticos, formais e conceituais das novas moradias, bem como, estudos de maquete, análises de sombreamento e ventilação.

6.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E PÚBLICO ALVO

Em uma abrangente revisão de literatura, Pascarella e Terenzini (1991) analisaram os impactos das instituições de ensino superior sobre o estudante, ao avaliar a formação dos alunos residentes em habitações inseridas no contexto do campus, constataram uma série de mudanças expressivas, em vários aspectos, tais como: alterações em valores intelectuais, culturais e estéticos. Concluíram também que residir no campus aumentou significativamente a probabilidade de os estudantes persistirem nos estudos, assim como de concluí-los.

De acordo com Garrido e Mercuri (2013) a literatura estrangeira e parte da nacional têm apontado resultados expressivos do impacto que a vivência em moradia estudantil exerce sobre diversos aspectos da formação dos estudantes. Os autores identificam ser um campo de investigações em potencial e sugerem, para aprofundar os conhecimentos dessa relação, considerar variáveis como o tipo de moradia, características físicas do ambiente, programas existentes, o número de moradores, composição quanto ao gênero, entre outras. O estudante deve ser o principal motivo para o desenvolvimento de boas soluções arquitetônicas adequadas às moradias

estudantis – enquanto espaço coletivo de socialização – o palco para construção da cidadania. Contudo na prática, algumas dificuldades são encontradas.

Os projetos e espaços para as moradias estudantis então desenvolvidos, vêm sendo concebidos sem grandes inovações acerca de seus conceitos e de sua real importância no contexto universitário. A maioria destes projetos é implantada com carência de infraestrutura, buscando apenas atender uma pequena parte do número de vagas necessárias, fornecendo abrigo a estudantes menos favorecidos financeiramente. Nestes, não se considera os vários aspectos relacionados às características físicas, sociais e urbanas, deixando de desenvolver e explorar as potencialidades da moradia estudantil enquanto um espaço fundamental para o desenvolvimento da identidade social e espacial, pelo seu caráter socializador e formador. (WIESE et al, 2017).

Deste modo, a realização desse trabalho veio como forma de se propor um projeto para moradias estudantis onde fosse possível se obter um planejamento de forma mais apropriada, com tempo para analisar dados e buscar soluções de forma mais estruturada, podendo fornecer a instituição um projeto para as moradias masculinas de acordo uma arquitetura bioclimática adequada ao clima local e vislumbrando sanar demandas existentes e futuras, aumentando assim, a capacidade de vida útil da edificação de forma mais satisfatória.

A Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA acompanhou o crescimento nacional de expansão das universidades federais entre os anos de 2004 a 2018 ampliando muito seu campus nos últimos anos. Com a chegada de novos cursos, os novos prédios foram vistos com muito otimismo, o crescimento da demanda gera um fato recorrente nas universidades que é o déficit de vagas disponíveis para moradias estudantis.

Dentro do campus existem duas áreas definidas pelo Plano Diretor da UFRSA para às moradias estudantis. As chamadas vilas – termo comumente utilizado entre docentes e discentes – são divididas por área masculina e feminina, as duas estão situadas dentro do Campus Oeste, mas localizadas em terrenos distantes entre si. Em meados de setembro de 2018, a Universidade entregou novos prédios, de dois pavimentos para as moradias femininas. Em termos gerais a construção de um novo prédio para moradias estudantis foi um ganho para os alunos, mas em termos funcionais, algumas inadequações podem prejudicar a qualidade habitacional dos moradores. Uma vez que, os prédios entregues foram construídos a partir de um projeto já existente, elaborado pela equipe de infraestrutura de outra Universidade e

para outra localidade. Neste sentido, a prática pode trazer prejuízos ao bom desempenho da edificação, visto que mesmo sendo projetado por profissionais capacitados, o projeto desenvolvido possui a indicação adequada para aquele terreno ao qual foi destinado, sendo inviável executar réplicas do projeto em outros locais onde se tem diferentes condições climáticas e a realidade específica de cada lugar. Muitas vezes o que ocorre é a limitação relacionada a prazos e verbas disponíveis, acarretando a falta de tempo hábil para se conceber projetos com todos os estudos que são imprescindíveis ao seu bom desenvolvimento.

As casas existentes somam-se um total de 17 (dezesete) residências, e um prédio anexo que se encontra fechado (Figura 52). Cada casa comporta 12 (doze) alunos, o que totaliza 204 alunos moradores totais, mas de acordo com dados da Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PROAE) a demanda atual é de 220 vagas de moradias, apresentando déficit na quantidade de unidades habitacionais disponíveis.

Figura 52 - Moradias Estudantis - Masculinas



Fonte: A autora, 2018.

Atualmente, a entrada principal que dá acesso às moradias, está localizada em uma via destinada a passagem de veículos, a via classificada como secundária é de mão dupla e tem 5 (cinco) canteiros centrais, onde estão situadas árvores e alguns

equipamentos urbanos como bancos de concreto, destinados ao uso da área comum. Na frente de cada moradia também se encontram cestos de lixo de 60L aproximadamente e a iluminação é feita através de postes para iluminação pública com lâmpadas de sódio e fiação aparente. (Figura 53)

Figura 53 – Equipamentos urbanos da Vila acadêmica masculina



Fonte: A autora, 2019

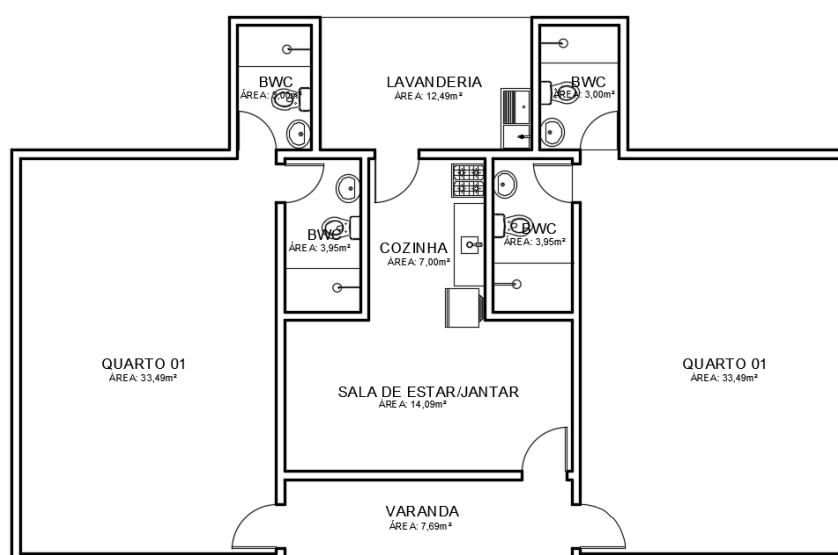
Durante o planejamento do projeto, optou-se por unificar o terreno com a retirada da via secundária de acesso às vilas. O fato desta via ser uma rua sem saída, facilitou a decisão, por não representar prejuízos quanto à circulação de veículos através de acessos interligados a outros pontos no interior do campus.

Esta medida proporcionou ao novo projeto dispor de área coletiva capaz de atender as demandas relacionadas ao lazer e a socialização, restritas atualmente aos canteiros, uma vez que o prédio anexo que desempenharia essa função apresenta problemas na estrutura, devido ao longo período em que se mantêm fechado.

Dessa maneira, com o redirecionamento do fluxo de veículos para a via adjacente mais próxima, priorizam-se os usos destinados a pedestres, conforme estudos teóricos, que ressaltam a importância da existência dos espaços de uso coletivo em habitações. Outro aspecto observado em visitas realizadas ao local, foi uma grande quantidade de bicicletas e motos estacionados em frente as casas, a partir daí, projetou-se um paraciclo e mais vagas de estacionamento para motos e carros.

Com relação às edificações, observou-se que todas as casas têm a mesma tipologia, em distribuição de cômodos e dimensões, e estão posicionadas paralelas entre si (de frente uma pra outra) o que implica diferentes orientações em relação ao norte e ao sentido dos ventos. O terreno destinado às moradias está situado em uma região característica pelo clima semiárido e altas temperaturas. Sabendo da importância que a forma e a distribuição das residências têm para o seu desempenho térmico, buscou-se a partir da planta baixa das moradias existentes, na figura (Figura 54), identificar possíveis problemas relativos à estrutura atual e de que maneira os aspectos menos favoráveis poderiam ser solucionados na nova proposta.

Figura 54 - Levantamento da Planta Baixa –atual residência dos alunos Vila Acadêmica Masculina da UFERSA



Fonte: A autora, 2018

As moradias masculinas foram construídas na década de 1980, as reformas mais recentes aconteceram em agosto de 2015 e novembro de 2019, todas relacionadas a reparos na estrutura, como troca de telhas, conserto de infiltrações entre outros. No entanto, as casas ainda mantêm quase todas as características originais desde sua construção: possuem beirais muito pequenos, camas com base de alvenaria, pouca acessibilidade nas calçadas, além de problemas relacionados à falta de área de lazer comum nas proximidades das moradias. Na última reforma ocorrida no final

do ano de 2019, a casa 17, precisou de ajustes relacionados à acessibilidade para receber um aluno cadeirante, para tanto, foi construída uma nova rampa de acesso com barras de apoio lateral na entrada da casa. (Figura 55).

Figura 55 – Reforma de acessibilidade realizada na casa 17



Fonte: A autora, 2018

Deste modo, a definição do problema deste estudo tem como cerne o desafio de se projetar moradias estudantis, que considere em sua concepção os condicionantes climáticos locais e que apresente, desde o início do processo de projeto, o compromisso com questões ambientais e as normativas vigentes. A proposta visa beneficiar os alunos que necessitam destes espaços, uma vez que se sabe da grande importância e impacto social que as moradias estudantis têm para os alunos, em sua maioria de baixa renda familiar. O projeto proposto deve atender a demanda de vagas atual, que é de 220 estudantes para as moradias masculinas, podendo ser expandido até 288 conforme demanda futura.

6.2 PROGRAMAÇÃO ARQUITETÔNICA

Para o desenvolvimento do programa arquitetônico buscou-se referências bibliográficas que pudessem nortear as decisões projetuais, uma vez que não existem normas ou legislação vigente que indiquem um tipo de programa de necessidade a ser seguido em moradias estudantis. Os autores Voordt e Wegen (2013), fornecem direcionamentos para a elaboração do programa de necessidades, no terceiro capítulo do livro: “Arquitetura sob o olhar do usuário – programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações”, citam aspectos como: as metas e desejos dos usuários, as atividades que serão executadas, nível de necessidade de acessibilidade, segurança e flexibilidade como análises que fazem parte do processo de construção do chamado programa de necessidades ou *briefing*. Os passos que os autores sugerem foram utilizados neste trabalho para exemplificar a trajetória percorrida até a finalização do processo para definir o programa, sendo exemplificados no quadro abaixo. (Figura 56)

Figura 56 - Construção do Plano de Necessidades

PASSOS PARA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES			
Análise das atividades a serem desenvolvidas, com ajuda de informações e experiências obtidas com os usuários.	Tradução espacial das necessidades funcionais através de conhecimentos e experiências dos usuários e do arquiteto, através da literatura e de normas.	Visitas a projetos comparáveis e estudo das informações relativas aos projetos.	Análise Comparativa e Avaliação de Precedentes.

Fonte: Voordt e Wegen, 2013. editado pela autora

A trajetória na busca de subsídio teórico se deu da seguinte forma: Durante os anos de outubro de 2016 a outubro 2018 – períodos de experiência como docente na Universidade – foram levantadas informações sobre as experiências dos usuários através de análises empíricas e conversas informais. Posteriormente estas análises levaram a soluções espaciais preliminares que visavam à resolução dos problemas em questão. Após a entrada no programa de pós-graduação da UFRN iniciaram-se

os processos de pesquisas acerca do tema de forma mais estruturada em agosto de 2018, fato que fundamentou a construção da programação arquitetônica e seus dimensionamentos.

O autor Vilela Júnior (2003), sugere que o desenvolvimento dos programas de necessidades para projetos em moradias estudantis devem avançar sobre três pilares principais, são eles: o convívio social, espaços de serviço e espaços específicos, cujas funções buscam: promover a necessária integração dos moradores; prever estrutura necessária para atividades domésticas e prever a implantação de laboratórios, estúdios ou ateliês que supram as necessidades extraclases dos moradores. A definição dos espaços internos para os apartamentos responde a uma série de perguntas, atendendo as necessidades dos usuários. Para tanto, utilizou-se a tabela de Scoaris, (2012 *apud* BOEURI, 2008) na definição dos espaços a serem projetados de acordo com as funções e atividades desempenhadas em cada ambiente (Figura 57).

Figura 57 - Funções e Atividades

Funções	Atividades
Repouso Pessoal	Dormir Descanso individual/duplo Convalescer Permanência em reservado
Estudo	Estudo individual Estudo em grupo
Estar/Lazer	Estar passivo Receber visitas Eventos sociais sem grupo
Preparo de refeições	Preparo de alimentos Arrumação de louças e utensílios Tratamento de resíduos
Refeições	Refeições correntes Refeições formais Estar à mesa
Higiene Pessoal	Lavagens corporais Funções vitais Cuidados pessoais
Tratamento de Roupa	Lavar Secar Passar Cuidar dos calçados
Manutenção e arrumação	Limpeza geral / Arrumação geral / Manutenção geral Controle ambiental Vigilância e segurança Tratamento de resíduos domésticos
Estacionamento	Uso do veículo

Fonte: Scoaris,2012, apud Boeuri, 2008.

De acordo com Scoaris (2012), além de condições adequadas de conforto térmico e acústico, os dormitórios precisam dispor de dimensões, equipamentos e mobiliários adequados e suficientes às funções a eles associadas. Foi utilizado como parâmetro o mobiliário e equipamentos mínimos indicado pelo autor na ambientação de um dormitório (Figura 58).

Figura 58 - Mobiliário mínimo indicado

Mobiliário	Dimensões (m)	EA (m)
1 Cama	0,90 x 2,00	0,50 ao redor
1 Criado-mudo	0,50 x 0,40	0,50 à frente 0,05 ao lado*
1 Guarda-roupa	0,90 x 0,60	0,80 à frente
1 Mesa de estudos	0,70 x 1,20 mínimo 0,70 x 1,80 recomendado	0,80 x 0,60 área à frente
1 cadeira com braços	-	-
Prateleiras	3,60 x 0,30	-
1 Cômoda	0,80 x 0,70	0,80 à frente
1 poltrona de leitura	-	0,80 à frente

* Além da largura do mobiliário, nas duas laterais

Fonte: Scoaris,2012, apud Boeuri 2008.

De forma prática, para o desenvolvimento do programa de necessidades deu-se início com a quantidade demandada de alunos pela UFERSA em função da quantidade de moradias possíveis por área do terreno, levando em consideração o número ideal de moradores por habitação (qualidade do morar) e a taxa de ocupação do terreno permitida (aspectos legais). Baseado nas principais necessidades atuais da UFERSA/RN – Campus Mossoró, de acordo com a PROAE, atualmente a Universidade tem uma demanda de 220 vagas para alunos moradores na ala masculina, portanto, a quantidade de apartamentos mínimos foi definida a partir deste dado chegando-se ao valor mínimo de 55 unidades habitacionais. Com capacidade máxima de até 72 unidades.

Tendo em vista que, de acordo com os Programas Sociais da Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários – (PROAC) os alunos de graduação estão na faixa etária entre 17 a 29 anos e tendo por base a quantidade de alunos por moradia do último projeto entregue na UFERSA no ano de 2018, para as vilas femininas, estipulou-se uma ocupação de no máximo 4 (quatro) alunos para cada apartamento, pois conforme referências estudadas é indesejável a ocupação por muitos alunos em um mesmo quarto. Atualmente as casas existentes comportam 12 (doze) alunos e possuem aproximadamente 110m². A ocupação interna está disposta como mostra o funcionograma da Figura 59. Na entrada, uma varanda dá acesso à sala de estar/jantar e aos dois quartos, cada quarto possui dois banheiros. Na sala de estar dá-se o acesso à cozinha integrada e a área de serviço e um quintal.

Figura 59 - Funcionograma da atual residência dos alunos Vila Acadêmica Masculina da UFERSA



Fonte: A autora, 2018

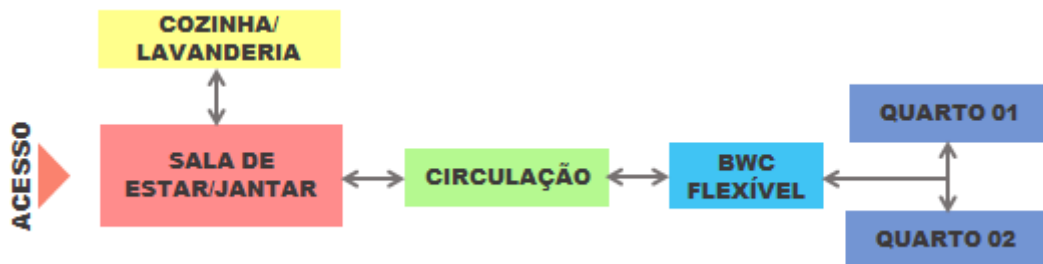
De acordo Goettems (2012), na Universidade analisada por ele, os responsáveis pelo serviço social apontam uma importância da convivência dos estudantes em dormitórios comuns de duas ou no máximo três pessoas, pois assim, eles têm garantias de convívio social, troca de conhecimento e valores. E sugerem ainda que a opção por quartos individuais pode gerar a sensação de abandono e isolamento frutos da distância que os estudantes-moradores estão de suas famílias e de pessoas próximas, como amigos.

Quanto mais alunos no quarto menos provável que os ocupantes estudem no local. Os dormitórios também devem ser pensados como ambientes de

mais de uma função que além do estudo devem servir para relaxamento, descanso, diversão ou privacidade (SOMMER, 1973).

Para as novas residências, buscou-se uma tipologia mais alongada e mais compacta, com habitações de 52m² e com a seguinte disposição: o acesso se dá pela sala de estar e jantar que está integrada a cozinha e um espaço para lavar roupas, da sala de estar se tem acesso também a circulação e um banheiro flexível com peças separadas (lavatório, chuveiro e vaso sanitário), e em seguida os dois quartos. (Figura 60)

Figura 60 - Funcionograma das novas residências propostas



Fonte: A autora, 2018

Além de a bibliografia pesquisada sugerir grupos menores de habitantes para cada habitação, uma das preocupações durante o processo de projeto foi o de adequar a programação arquitetônica a realidade e dinâmica local das atuais vilas acadêmicas. Durante as pesquisas iniciais, um dos fatores observados foi sobre como era realizada a manutenção e limpeza dos ambientes, tendo sido constatado que não há profissionais ou equipe especializada para esta atividade, ficando a cargo dos próprios alunos a manutenção do seu espaço, deste modo, um número menor de moradores pode trazer melhores resultados com relação à cooperação mútua nas atividades diárias da rotina dos moradores.

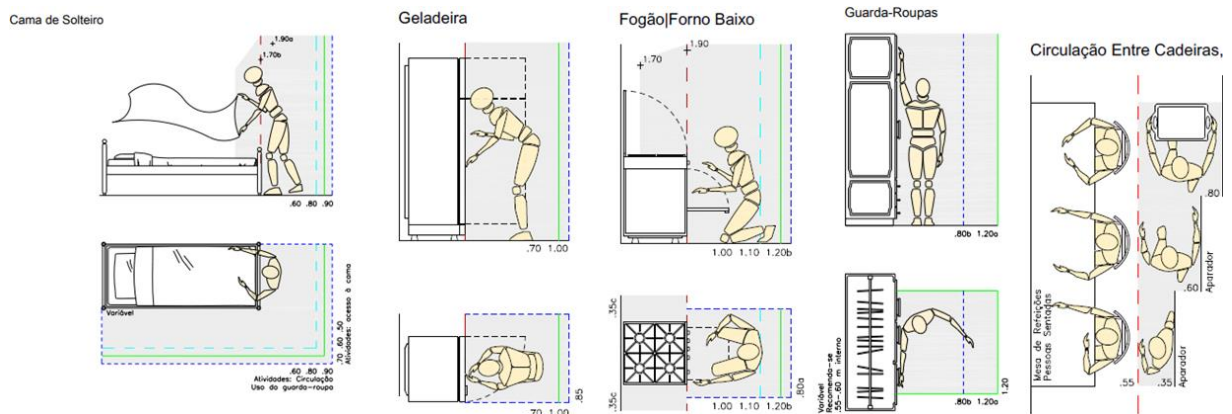
A nova proposta, que propõe um menor dimensionamento das residências, dada a redução do número de habitantes por unidade, também favoreceu a implantação geral das moradias no terreno, tendo em vista que, na disposição atual, os alunos que não dispõem de áreas livres de convivência coletiva passarão a ter espaços com essa finalidade. Já a existência de um apoio para lavanderia em cada apartamento foi mantida, pois, embora se tenha projetado lavanderias coletivas, as

pesquisas de avaliação pós-ocupação realizadas por Goettems (2012), em moradias estudantis da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC demonstram a necessidade de um apoio em cada apartamento para a lavagem de pequenas peças ou até mesmo para roupas íntimas que seriam evitadas de serem estendidas em áreas coletivas.

Com a necessidade de secar roupas íntimas. Como mencionado, muitos estudantes-moradores preferem lavar e secar suas roupas íntimas no próprio dormitório, a deixá-las expostas no varal comum. [...] Percebe-se também a relação que existe em expor as roupas e a privacidade dos usuários, pois poucas são as roupas íntimas estendidas nos varais coletivos, ratificando o uso dos espaços de dormitórios para a lavagem e secagem dessas peças. (GOETTEMS, 2012 p.109)

Ao se projetar espaços menores houve a preocupação com aplicação da ergonomia no desenvolvimento da habitação desde sua concepção. A ergonomia fundamenta o processo de decisão do projeto, principalmente quanto às questões dimensionais, e aprimora a qualidade da habitação. Dentro deste aspecto foram considerados os estudos e as dimensões antropométricas estudadas por Boeri (2008) para o desenvolvimento do projeto (Figura 61).

Figura 61 - Dimensões Antropométricas



Fonte: Boeri 2008.

Para as áreas coletivas, criou-se a possibilidade de áreas de convívio e atividades de lazer. Além das áreas ao ar livre que conectam os blocos de apartamentos, foi projetado um bloco com funções coletivas que dispõem de: cozinha, lavanderia e banheiros comunitários, sala de estudos, academia e sala de jogos. Os espaços foram dimensionados para 1/3 da quantidade total de moradores, tendo em vista que

estes possuem diferentes horários de aulas e podem estar dispostos a usar seus espaços privativos. Com isto, foram considerados os equipamentos existentes nas áreas de socialização para dimensionar os ambientes exemplificados no quadro abaixo. (Figura 62)

Figura 62 - Quadro de Dimensionamento de ambientes de uso Privado e Coletivo

ESPAÇO	QUANT.	(m ²) UNIT.	(m ²)TOTAL	DESCRIÇÃO	MOBILIÁRIO/EQUIPAMENTOS
ESPAÇO DE USO PRIVATIVO					
APARTAMENTO QUÁDRUPLO (acessíveis)	72	52	3.744	1 Sala integrada com Cozinha e Lavanderia, 1 área de banho(flexível) e 2 quartos	4 camas; 4 armários, 4 mesas de estudo, 4 cadeiras, 1 sofá (2 lugares), 1 pia, 1 lavanderia, 1 chuveiro 1 lavatório e 1 peça sanitária.
ESPAÇO DE USO COLETIVO					
ESPAÇO	QUANT.	(m ²) UNIT.	(m ²)TOTAL	DESCRIÇÃO	MOBILIÁRIO/EQUIPAMENTOS
SALÃO	1	220	220	Acesso para área coletiva, Apoio para eventos acadêmicos estudantis e possibilidade de funcionar como refeitório.	8 mesas e 32 cadeiras
BANHEIROS COLETIVOS	1	30	30	Banheiros acessíveis para apoio às atividades realizadas em áreas coletivas	7 bacias sanitárias, 3 mictórios e 4 cubas lavatórios.
COZINHA COLETIVA	1	26,87	26,87	Para preparo e cocção de alimentos	3 geladeiras, 1 forno/fogão de 6 bocas, 1 armário superior, 1 micro-ondas, 2 pias (cubas inox) com bancada em granito para lavagem e preparo de alimentos.
LAVANDERIA CENTRAL	1	24	24	Lavagem e Secagem mecanizada de Roupas e espaço para lavagem manual.	Máquinas e equipamentos de Lavar , Secar e passar. Balcão em Granito.
ACADEMIA DE GINÁSTICA	1	61,69	61,69	Uso para atividades aeróbicas e exercícios de musculação.	3 esteiras, 3 bicicletas, 1 cadeira extensora, 1 máquina Hack 45°, 1 barra guiada. Equipamentos acessórios: Pesos e colchonetes.
SALA DE JOGOS	1	61,69	61,69	Uso esportivo indoor	1 mesa de xadrez, 1 mesa de totó e 1 mesa de jogo de sinuca. Equipamentos acessórios: cadeiras
SALA DE ESTUDOS	1	46,35	46,35	Sala para estudo coletivo ou individual.	68 cadeiras, 20 mesas (entre coletivas e individuais) e 10 computadores.
SUBTOTAL	8		532,29		

Fonte: A Autora, 2019

Após o exposto, e tendo como base análises empíricas, comparativos entre as moradias existentes e pesquisas em bibliografias, acredita-se ter sido possível traçar uma programação arquitetônica fundamentada nas necessidades reais e que atendam as demandas atuais e futuras das moradias estudantis.

6.3 ASPECTOS ESPECÍFICOS DO PROJETO

Esta seção buscou explicar sobre duas questões inerentes ao desenvolvimento do projeto, visto que o terreno disponível, de acordo com a legislação do Código de Obras da UFERSA, se encontra em uma área que já possui vegetação e moradias existentes. Dessa maneira, o que se propõe acerca destes aspectos é de elucidar ou analisar formas de minimizar os impactos relacionados aos resíduos provenientes da demolição das moradias existentes e de propor uma implantação na qual fosse preservado o maior número de árvores existentes possível, além disso, averiguar quais espécies arbóreas são mais adequadas para o clima semiárido quente, e de que maneira estas espécies podem favorecer e melhorar a sensação térmica e o microclima entre as novas edificações, sendo sugerido posteriormente, composições arbóreas para a nova disposição.

6.3.1 Resíduos da construção civil – RCC

A resolução nº 307/2002 do CONAMA pode ser considerada um marco legal que deu início a inserção da temática dos resíduos gerados pelo setor da construção civil no país, nela se estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos advindos de obras, bem como aqueles gerados por demolições, relacionando-os quanto à sua classificação e destinação adequada, além de atribuir responsabilidades para os geradores, proibindo o descarte final em locais inadequados como encostas, áreas protegidas por lei ou aterros sanitários.

A UFERSA possui um Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, com base no documento do CONAMA, na Lei federal nº 11.445/2007 e outras normas especificadoras. O documento trata de forma mais abrangente sobre os procedimentos que devem ser realizados no tratamento dos resíduos sólidos gerados nos domínios da instituição e discorre sobre ações de gerenciamento específicas para alguns resíduos. No caso de resíduos provenientes de demolição ou construção civil o documento dispõe de um formulário para identificação destes

resíduos sólidos, que está destacado em azul, os resíduos da Classe “A” e “B”. (Figura 63)

Figura 63 - Formulário para identificação dos Resíduos Sólidos

Nome do Local:		P. 5/5			
RESÍDUO	DESCRIÇÃO	GERAÇÃO			
		SIM	NÃO	NÃO SEI	
Resíduos da construção civil	Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.			
	Classe B: Resíduos recicláveis para outras destinações	Resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto.			
		Resíduos de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.			
	Classe C: Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.			
	Classe D: Resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Produtos oriundos do gesso.			
Outros	Especificar	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.			

Fonte: Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – UFERSA.

De acordo com a resolução nº 307 os resíduos da construção civil recicláveis são aqueles designados como classe “A” e classe “B”. Os resíduos da construção civil classe “A” são aqueles reutilizáveis ou recicláveis como agregados. Quanto aos resíduos da construção civil classe “B”, a resolução os classifica como aqueles recicláveis para outras destinações. Assim, para os resíduos da construção civil passíveis de reciclagem, que venham a ser gerados na UFERSA, indica-se para os resíduos de classe “A” a seguinte conduta: avaliar produção através do levantamento; estimar a quantidade e investigar o possível destino dos mesmos, que deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. Para os resíduos de classe “B” sugere-se: avaliar produção através do levantamento; juntar os materiais nos pontos de geração da UFERSA para posteriormente encaminhar à associação/cooperativa de catadores de materiais recicláveis. Os resíduos da construção civil classe B deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem. De

acordo com Resolução do CONAMA nº 448/12 mais recente define qual aterro é adequado para resíduos de classe “A”

Aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros: é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente e devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente. (Resolução do CONAMA nº 448/12)

Da Silva et al (2017) indicam adotar a prática da triagem e da reciclagem dentro dos canteiros de obras, assim, minimizando a extração dos recursos naturais. Os autores ainda sugerem o uso de equipamentos de pequeno porte para reciclagem de resíduos da construção do tipo classe A no próprio canteiro de obras que permite triturar entulhos em geral. Alguns tipos de trituradores de entulho são destinados a trituração de peças de concreto, cimento e tijolo em obras de pequeno e médio porte permitindo a reciclagem do material no próprio canteiro e a substituição de materiais convencionais, como brita e pedra, pelo entulho gerado, diminuindo a movimentação no descarte de materiais rejeitados da construção, pois não há a necessidade de transporte dos resíduos para depositar em aterros sanitários. Para os resíduos triturados, existem várias soluções para utilização dos agregados reciclados obtidos, uma dessa solução é na utilização para a fabricação de pavers.

Evangelista et al. (2010) afirma, portanto, que há viabilidade da reciclagem nos canteiros de obras e ressalta a importância que os diversos aspectos que envolvem a prática têm, para que se possa atingir o seu sucesso, como por exemplo, a correta segregação dos resíduos classe A, com adequada avaliação técnica dos agregados reciclados e da análise de desempenho dos materiais gerados com esses agregados. Sendo assim, conclui-se que os resíduos da construção civil – ou RCC – com alto potencial de reciclagem, podem e devem ser reutilizados como forma de minimizar os impactos nocivos ao meio ambiente, seguindo um planejamento adequado.

Diante da preocupação com o meio ambiente e com as etapas projetuais desenvolvidas, um aspecto importante neste processo de projeto foi o fato de que o terreno disponível para construção de moradias acadêmicas, denominada área de interesse social pelo Plano Diretor da UFERSA, é atualmente ocupado pelas casas

construídas há mais de duas décadas. Devido a isto, as decisões iniciais do projeto visavam reformar, otimizando as condições das casas então existentes, porém, a medida que foram sendo aprofundadas as pesquisas acerca do tema e as medições *in loco* foram acontecendo, esta primeira hipótese passou a ser descartada, tendo em vista que um dos objetivos do projeto é melhorar a qualidade arquitetônica das habitações, não através de soluções paliativas e nem de forma parcial, mas da maneira mais ampla e abrangente possível. A partir dessa decisão, buscou-se avaliar formas de como as construções anteriores poderiam impactar positivamente nas novas e encontrar soluções para minimizar os impactos ambientais relativos às demolições.

Da Silva et al. (2017) afirmam que os resíduos sólidos que a obra gera, podem ser reciclados e utilizados no próprio canteiro de obra. A implantação de equipamentos para reciclagem não apenas reduz os custos, mas ajuda a preservar os recursos naturais e minimizar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil, uma vez que se sabe que os agregados naturais são recursos finitos e esgotáveis.

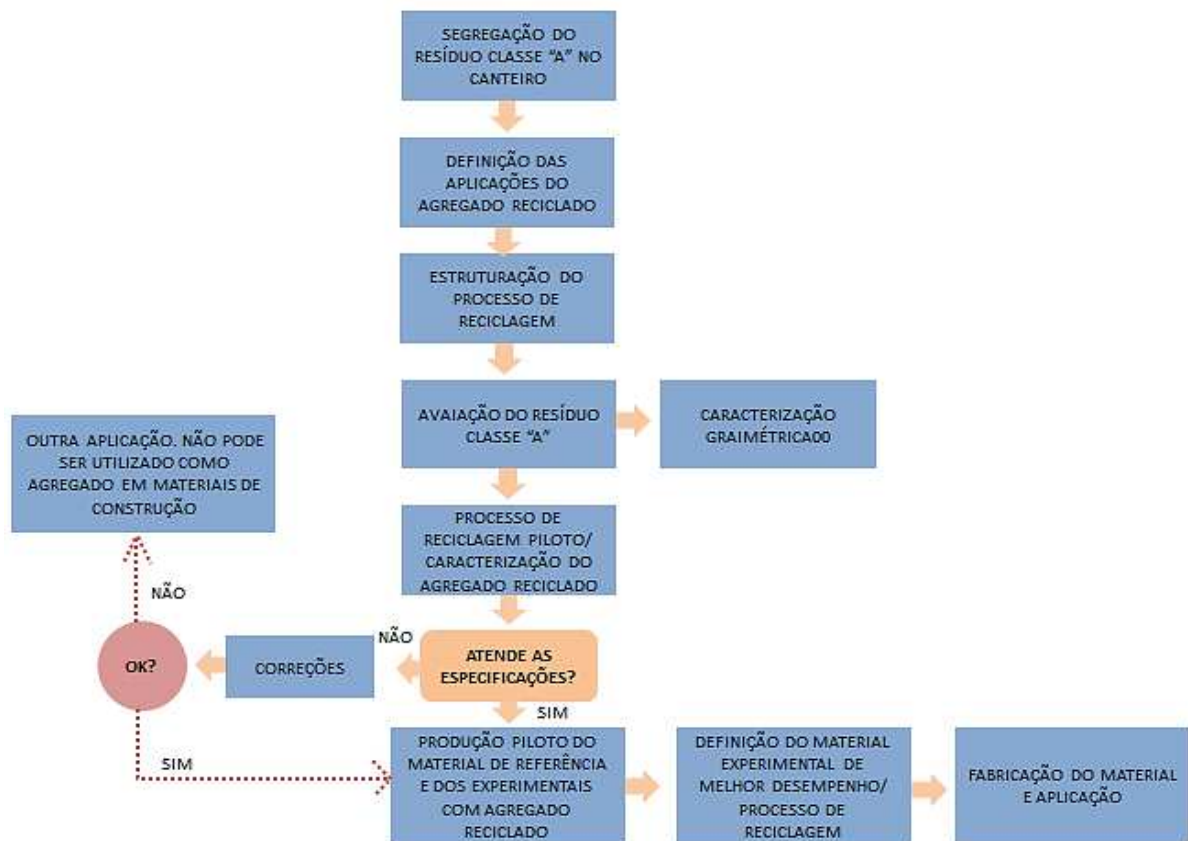
Uma das soluções possíveis é a demolição seletiva. Couto et al (2006), afirma que a prática é um processo característico pelo seu desmantelamento cuidadoso, de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reutilização e reciclagem, sugerindo ainda a importância da implementação de um plano de gestão de resíduos na fase de elaboração de projeto.

Evangelista et al (2010) propõem uma sistematização da reciclagem em canteiros de obras mostrando que a reciclagem pode ser sistematizada na forma de etapas e procedimentos contribuindo para a ampliação dos conhecimentos técnicos e sua efetiva implantação. O autor verificou ainda, que há benefícios econômicos e ambientais decorrentes da prática da reciclagem em canteiros de obras, visto que um volume significativo de RCC deixou de ser destinado de forma irregular ou de ser enviado para aterro. De acordo com a pesquisa elaborada pelos autores cerca de 80% do volume foi convertido em agregado reciclado, que substituiu a utilização de agregado natural.

As etapas descritas para o procedimento foram organizadas em um fluxograma (Figura 64) descritas aqui de forma mais concisa e objetiva. As etapas se iniciam com a separação do resíduos de classe A no canteiro, após isto é feita a

caracterização geral da obra, identificando possíveis aplicações para o agregado reciclado, como obras de pavimentação viária ou preparo de concreto sem a função estrutural, por exemplo. Posteriormente, vem a estruturação do processo de reciclagem que vai definir sobre implantação da central de reciclagem, local de equipamentos, *layout* e logística.

Figura 64 - Etapas de reciclagem de resíduos classe A em canteiros de obras



Fonte: Evangelista et al (2010). Editado pela Autora.

Em seguida, são feitas análises gravimétricas para a caracterização dos resíduos de classe A da obra. A partir daí são realizados ensaios no agregado de acordo com a NBR 15116/2004, que prevê requisitos de análise comparativa dos resultados para a validação da utilização do agregado gerado. As etapas finais são a produção piloto do material com agregado reciclado e avaliação do desempenho tendo como base para as análises materiais de referência e experimentais. Após todo este processo o material com agregado reciclado já pode ser fabricado e utilizado.

6.4 A VEGETAÇÃO

Além das estruturas arquitetônicas projetadas com o objetivo de atenuar a radiação solar, outra forma de proteção pode ser propiciada pela vegetação. Sabendo da influência das árvores sobre a temperatura e umidade no meio urbano, buscou-se pensar na vegetação adequada que tem como objetivo o conforto térmico nas edificações e seu entorno. Lacerda, et al.(2011) argumentam que as cidades que possuem clima semiárido possuem um ambiente hostil para implantação da vegetação arbórea, sobretudo pelas limitações climáticas submetidas a um clima quente e seco, por vezes com até nove meses de estiagem, por isso, necessitam da presença de uma massa arbórea que lhes proporcione melhorias no padrão ambiental e que garanta uma melhoria na qualidade de vida das populações nelas inseridas. De acordo com Callejas et al (2011), estar exposto a atividades a céu aberto sob clima quente e de baixa latitude, com relação a saúde e qualidade de vida, exige muito do sistema termorregulador fisiológico, principalmente quando se está em pátios ou áreas descoberta, onde os usuários recebem elevada carga térmica proveniente da radiação solar direta e da radiação difusa proveniente da pavimentação e das construções, associadas às elevadas temperaturas do ar. Por isso, Labaki et al. (2013) acrescentam a importância do sombreamento.

As árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções. A vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação por meio do sombreamento e da evapotranspiração. O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, conseqüentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas, portanto, a emissão de radiação de onda longa para o meio. Através da evapotranspiração, ocorre o resfriamento das folhas e do ar adjacente, devido à retirada de calor latente. Labaki et al. (2013)

Além dos benefícios térmicos causados pelo sombreamento, Lacerda, et al (2011 apud GONÇALVES e PAIVA, 2004), acrescentam que as árvores urbanas proporcionam diversos benefícios ecológicos, psicológicos, econômicos e sociais para a população e que, especificamente para as cidades do semiárido, elas desempenham função preponderante para a estabilização e melhoria microclimática, reduzindo a radiação solar direta e aumentando o conforto térmico.

Os agrupamentos arbóreos exercem influência numa escala maior do que uma única árvore. Ou seja, a disposição de elementos arbóreos pode aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e a atenuação da radiação incidente, bem como intensificar as sensações de conforto térmico ao usuário num determinado raio. Árvores alinhadas criam caminhos sombreados para a circulação de pessoas, bicicletas e automóveis. Espécies que proporcionem melhores condições de conforto térmico são as mais indicadas para esses lugares. Em espaços de grande e médio porte, destinados a atividades específicas de lazer e esportes, como parques, bosques, grandes praças, é desejável a implantação de agrupamentos arbóreos com espécies com boa atenuação da radiação para o sombreamento de bancos, bebedouros ou brinquedos. Labaki et al. (2013)

De acordo com Paula (2004 apud HOYANO1988) para que os arquitetos desenhem um projeto termicamente correto com o auxílio da vegetação, devem-se levar em conta os efeitos climatológicos do uso destas plantas. O uso da vegetação para controle da radiação solar em baixas latitudes é um dos métodos principais para a construção de um edifício confortável termicamente no seu interior e exterior.

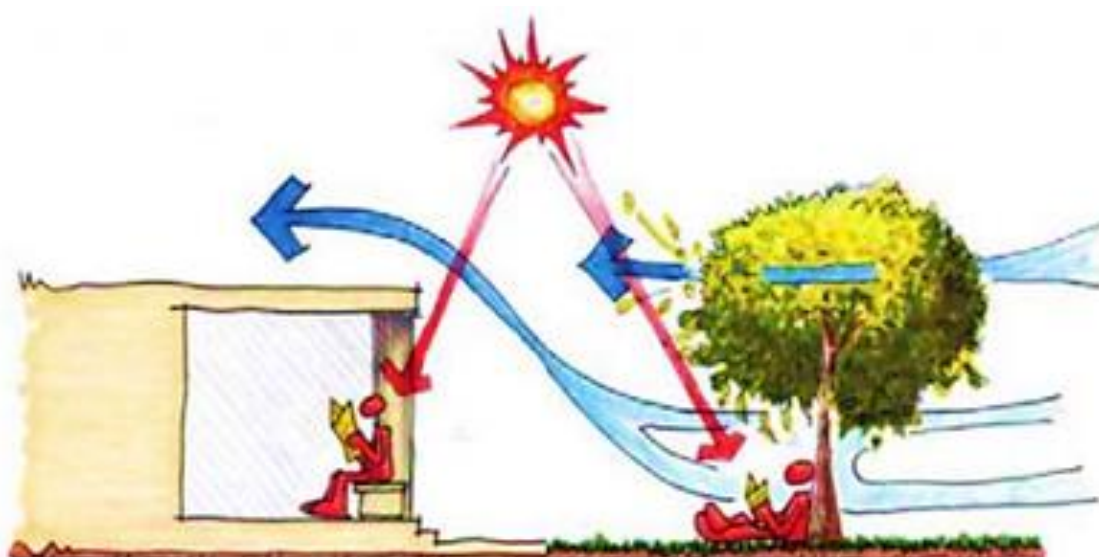
Em pesquisa elaborada por Callejas et al (2011) para quantificar diferenças de condições termo higrométricas e o conforto dos usuários, os pesquisadores compararam um pátio escolar descoberto a outro protegido por copas de árvores, os resultados demonstraram que o sombreamento promovido pela arborização foi um importante elemento atenuador da temperatura, bem como da umidade e sensação térmica e que os maiores valores de atenuação térmica foram encontrados em grupos de Mangueiras com elevado índice de área foliar (IAF). Esse resultado indica que o uso das árvores é de fato uma estratégia para amenizar o efeito do calor excessivo, pois evita o aquecimento de materiais como asfalto e concreto e a liberação do calor acumulado durante a noite, onde se concluiu que a densidade da copa é o principal fator para a qualidade do sombreamento.

No entanto, Shinzato (2009) afirma que a abrangência dos efeitos microclimáticos da vegetação urbana é limitada e que a influência das árvores é sentida principalmente embaixo das copas estendendo-se no máximo até nas áreas de projeção das sombras. E que quando se pretende dar conforto ao pedestre, é preferível distribuir a vegetação em pequenos grupos do que implantar um único e grande parque, pois as diferentes configurações espaciais para distribuição da vegetação como, linear, irregular, pequenos ou grandes agrupamentos mostram que os desenhos escolhidos também têm influência para maximizar o efeito da vegetação.

Os benefícios da vegetação aliados ao projeto favorecem não somente áreas externas ou de passeio, mas também auxilia na proteção das fachadas e calor no

interior das edificações. Paula (2004), afirma que a vegetação é um meio natural que deve ser explorado para controlar os efeitos nocivos da radiação solar direta e diminuir o consumo de energia em ambientes que necessitam de refrigeração. Neste sentido, como estratégia de resfriamento evaporativo (Figura 65), optou-se por indicar usos da vegetação no entorno da edificação projetada.

Figura 65 - Estratégia de Resfriamento Evaporativo



Fonte: Lamberts, Dultra, Pereira (2014)

Esta decisão de projeto serve para amenizar as altas temperaturas trazidas pelos ventos, principalmente na direção nordeste. Ao se fazer uso de vegetação nestas fachadas é possível melhorar o microclima local e minimizar assim as altas temperaturas dentro dos ambientes.

6.4.1 Definição da vegetação adequada

Para averiguar quais espécies arbóreas são mais adequadas para uso no clima semiárido, e de que forma estas espécies podem melhorar a sensação térmica Lacerda et al (2011) realizaram pesquisas sobre espécies nativas e exóticas adaptadas ao sertão nordestino da Paraíba, região próxima que possui clima semelhante ao da cidade de Mossoró, os autores analisaram e identificaram as potencialidades de cada espécie com o intuito de indicar de forma adequada a arborização urbana para esta localidade, sugerindo assim 29 (vinte e nove) espécies adaptadas a região, com indicações para arborização de ruas, áreas verdes e mata ciliar, como mostra a Figura 66

Figura 66 - Quadro de espécies arbóreas indicadas para o Semiárido

Nº	Nome popular	Nome científico	Indicação
01	Algodão da praia	<i>Hibiscus hiliaceus</i>	AR, AV
02	Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	AR, AV
03	Babaçu	<i>Orbignyia speciosa</i>	AR, AV
04	Brasileirinho	<i>Erythrina indica picta</i>	AR, AV
05	Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	AR, AV
06	Carolina	<i>Adenantha pavoniana</i>	AR, AV
07	Cássia seamea	<i>Senna siamea</i>	AR, AV
08	Castanhola	<i>Terminalia catapa</i>	AV
09	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>	AV, MC
10	Chuva de ouro	<i>Cassia fistula</i>	AV
11	Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i>	AV, MC
12	Espatódia	<i>Spathodea campanulata</i>	AV
13	Esponjinha	<i>Albizia lebeck</i>	AR, AV
14	Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>	AV
15	Felício	<i>Fellicium decipiens</i>	AR, AV
16	Flamboyant mirim	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	AR, AV
17	Ipê mirim	<i>Tecoma stans</i>	AR, AV
18	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	AR, AV
19	Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>	AR, AV, MC
20	Jucá ou Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	AR, AV
21	Madeira nova	<i>Pterogyne nitens</i>	AR, AV
22	Murta	<i>Murraya paniculata</i>	AR, AV
23	Nim	<i>Azadirachta indica</i>	AR, AV
24	Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	AR, AV, MC
25	Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	AR, AV, MC
26	Sombreiro	<i>Clitoria racemosa</i>	AV
27	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	AR, AV, MC
28	Trapiá	<i>Crateva tapia</i>	AV, MC
29	Urucum	<i>Bixa orellana</i>	AR, AV

Indicação: AR (arborização de ruas), AV (áreas verdes), MC (Mata ciliar).

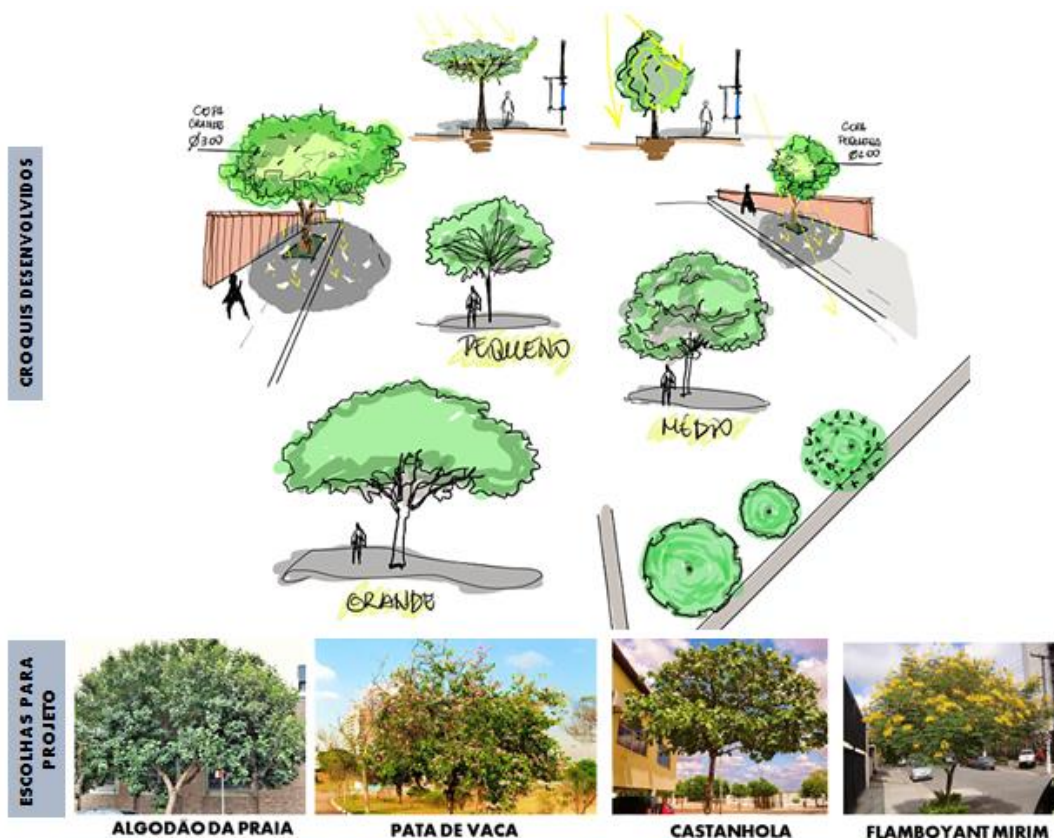
Fonte: Lacerda, et al. 2011.

De acordo com Gonçalves e Paiva (2004) a escolha adequada da espécie arbórea significa a diminuição de gastos com tratamentos culturais e manutenção de árvores que foram implantadas em locais inadequados e sem um mínimo de planejamento

anterior. Por isso, a escolha correta da espécie arbórea para implantação no ecossistema local é de fundamental importância.

Atualmente, no terreno se encontra a planta “Neem indiano” como um dos tipos existentes mais comuns e em maior quantidade. A castanhola também é encontrada, porém, em número mais reduzido se comparado a anterior. De forma que, além da vegetação pré-existente, outras espécies foram escolhidas para serem aplicadas ao projeto, os aspectos considerados para a escolha foram as variações de tamanhos, alturas e tipos de copa. Alguns croquis foram desenvolvidos para auxiliar neste processo de definição. Sendo assim as três espécies escolhidas foram: o algodão da praia, pata de vaca e o flamboyant mirim, como mostram a Figura 67

Figura 67 - Croquis de formas de implantação das espécies arbóreas escolhidas para o projeto



Fonte: A autora, 2019.

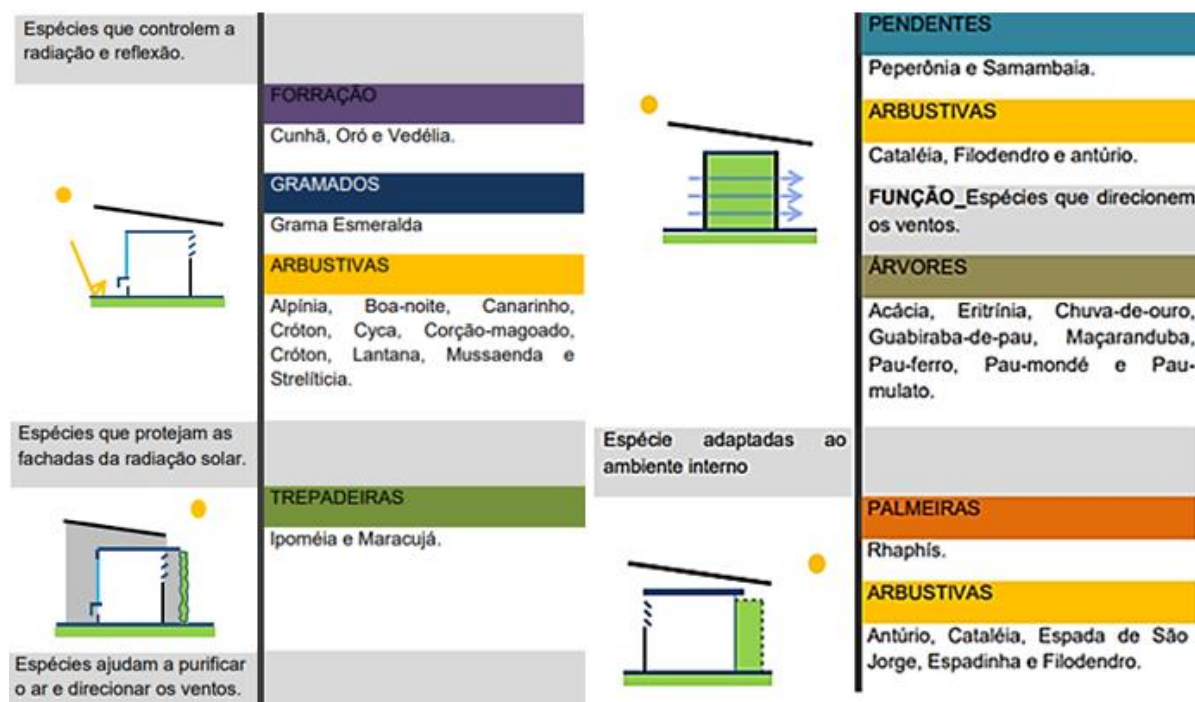
É válido destacar que as espécies escolhidas têm como objetivo compor os espaços coletivos e a implantação do terreno, sendo dispostas próximas as fachadas, em

pátios centrais, praças de encontro e entre as edificações para propiciar maior sombreamento das superfícies próximas.

Outro estudo mais recente realizado por Sousa (2014) catalogou espécies vegetais a partir de pré-requisitos bioclimáticos, onde separa cada tipologia arbórea por função específica, como mostra a Figura 68.

Ao todo, a autora elenca seis categorias principais e para este projeto foram selecionadas as quatro categorias mais adequadas, são estas: espécies que controlam a radiação e reflexão, espécies que protegem as fachadas, espécies que purificam o ar e espécies adaptadas ao ambiente interno.

Figura 68 - Espécies Arbóreas Indicadas por função



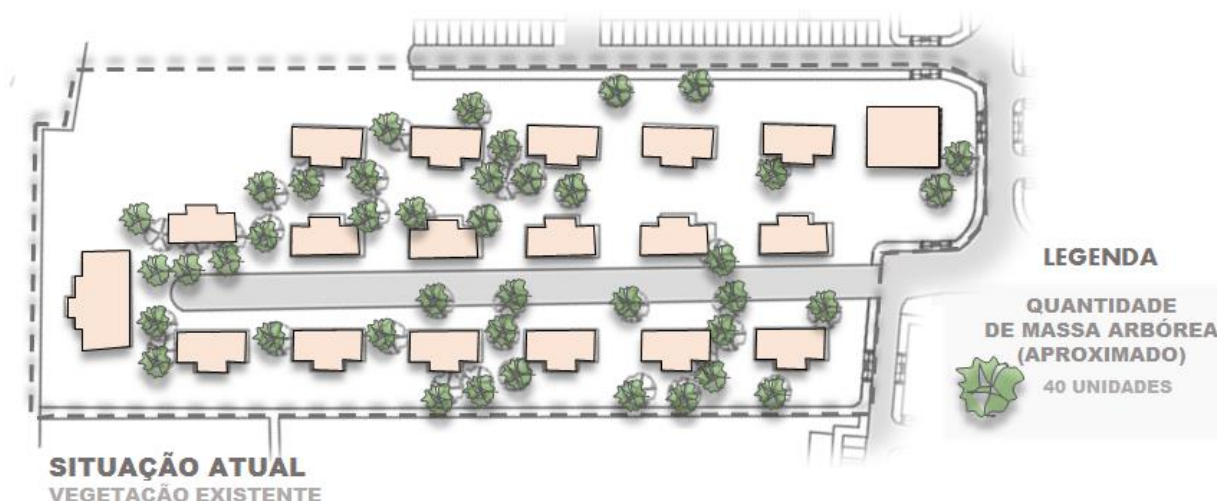
Fonte: Sousa, 2014.

Diante disto, observou-se que outras opções e tipologias também poderiam ser adotadas para o projeto paisagístico, com a especificação de trepadeiras, tipos de forração, pendentes e arbustivas. Desta forma, as recomendações são importantes por auxiliar em escolhas mais adequadas, definindo espécies que de forma assertiva complementarão a funcionalidade das soluções arquitetônicas já adotadas.

6.4.2 Implantação da vegetação proposta

Para o levantamento das espécies existentes, buscou-se inicialmente, imagens via satélite através do *Google Maps*, mapeando-se a quantidade de espécies arbóreas no terreno estudado (Figura 69), o valor foi estimado por aproximação pelas copas mais volumosas, tendo em vista a limitação do recurso via satélite para este fim.

Figura 69 – Croqui do levantamento de árvores existentes no terreno

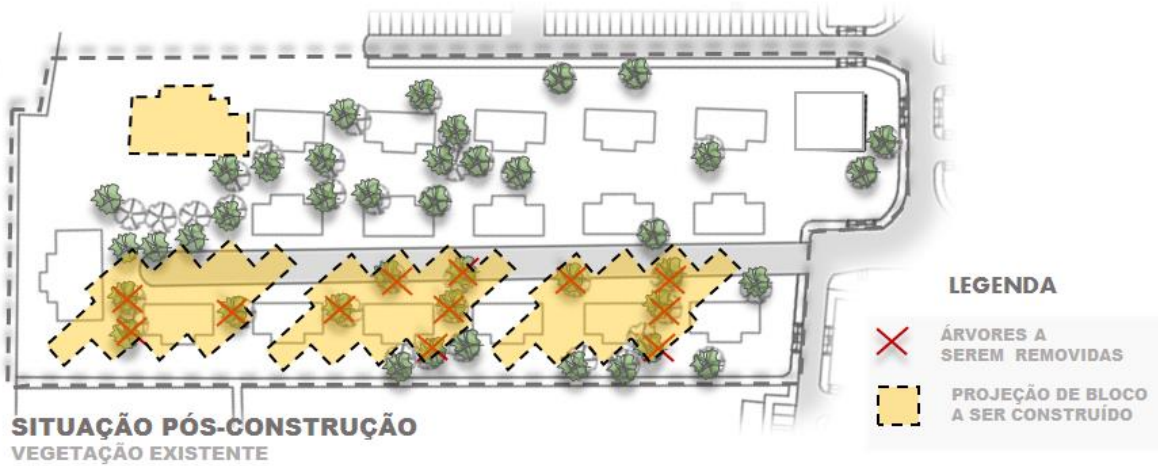


Fonte: A Autora, 2020.

A princípio considerou-se preservar todas as árvores existentes no local, respeitando sua disposição já pré-existente, foram contabilizadas 40 árvores entre grande e médio porte, em sua maioria da espécie Neem.

No entanto, com o desenvolvimento da proposta de projeto e levando em consideração outros aspectos importantes no desempenho da qualidade das habitações, foi possível preservar apenas parte delas, fazendo-se sendo necessária a remoção (ou remanejo) de 12 unidades (Figura 70). Conseguiu-se neste caso, preservar a tipologia da implantação das massas arbóreas originais do terreno em 70% (setenta por cento).

Figura 70 – Croqui de árvores existentes no terreno e compatibilização com projeto



Fonte: A Autora, 2020.

O estudo buscou ainda, não somente preservar a implantação pré-existente da vegetação, como também propor o aumento das massas arbóreas para melhorar o microclima local e amenizar as altas temperaturas características da região. Para tanto, foram indicados quatro tipos de espécies arbóreas (Figura 71), adaptadas ao clima local, para dar mais sombreamento e conforto térmico às áreas externas e no entorno das edificações.

Figura 71 - Proposta para massas vegetais da nova Implantação



Fonte: A autora, 2019.

6.5 ANÁLISES PROJETUAIS

Esta seção apresenta as análises e simulações realizadas com relação aos aspectos climáticos, formais e conceituais das novas habitações. Para tanto, foi estudado o clima da cidade de Mossoró quanto à sensação de conforto ou desconforto considerando os maiores períodos de ocupação das moradias e a compreensão das suas formas de uso. Foram realizadas análises quanto à orientação dos ventos e a definição do partido arquitetônico seguido da definição do conceito, bem como desenvolvidos estudos de maquete, testes e análises de sombreamento e ventilação, por fim são apresentadas as escolhas dos materiais construtivos adotados.

6.5.1 Análise do clima de Mossoró

Para se projetar de forma adequada foi analisado o clima de Mossoró quanto às ocorrências de conforto e desconforto térmico relacionado aos períodos de ocupação dos espaços estudados. Além das pesquisas em bibliografias, foram feitas visitas *in loco*, bem como a utilização do software *Climate Consult* para complementar as análises, o programa utilizado é baseado em um gráfico que ajuda a compreender o clima local a partir de dados como latitude e longitude, dando algumas indicações de estratégias bioclimáticas.

A tabela relaciona princípios a serem considerados quando as condições climáticas proporcionam desconforto por frio (inverno) ou por calor (verão). [...],no calor, o objetivo é evitar os ganhos e favorecer as perdas de calor. Cada um destes princípios é relacionado aos quatro mecanismos básicos de trocas de calor (condução, convecção, radiação e evaporação), indicando estratégias bioclimáticas a serem consideradas no projeto (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.93).

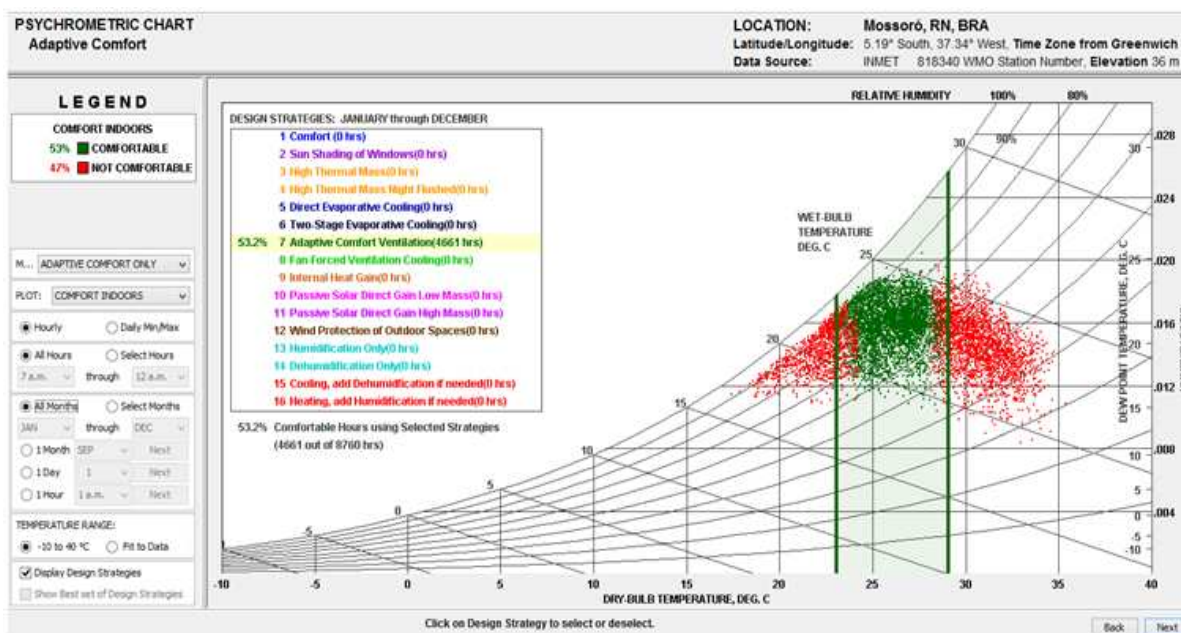
Na leitura do gráfico (Figura 72), os pontilhados que aparecem entre o limite das faixas verdes, representam o período de conforto dos usuários, os pontilhados fora deste espaço para a esquerda, representam o desconforto para o frio, e os pontilhados fora do limite das faixas verdes à direita, representam desconforto térmico pelo calor.

As linhas no sentido diagonal representam o resfriamento evaporativo, que é um dos mais antigos e mais eficientes métodos de se refrigerar de forma passiva uma edificação em climas secos.

Exemplos de resfriamento evaporativo direto são o uso de vegetação, fontes d'água ou outro recurso que se fundamenta na evaporação da água para o ambiente em que se quer resfriar (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p. 271).

Isto significa dizer que, para algumas temperaturas onde se tem desconforto térmico gerado pelo calor a aplicação de soluções através de resfriamento evaporativo, pode trazer conforto ao ambiente e solucionar o problema.

Figura 72 - Gráfico do levantamento do clima de Mossoró durante o ano



Fonte: Climate Consult, 2019.

De acordo com Pacheco 2016, a análise do clima da cidade de Mossoró/RN com base no período anual comprova que há ocorrência de conforto térmico na maior parte do tempo (73%). E esta faixa de conforto pode aumentar para 88% das horas do ano caso exista movimentação de ar. A necessidade de movimentação de ar ocorre nos horários mais quentes do dia, próximo ao meio dia. O autor afirma ainda que existem 6% das horas do ano com desconforto ao calor, que ocorre entre 10h00

e 15h00 horas e 6% de ocorrência de desconforto ao frio, existentes no período noturno e início da manhã.

Mediante o exposto algumas das estratégias bioclimáticas para o clima de Mossoró, de acordo com recomendações do *Climate Consult*, foram consideradas para o desenvolvimento do projeto, tais como:

- A criação de zonas de proteção ao ar livre e sombreadas (ex: varanda, pátio) orientadas para a brisa predominante podem estender áreas de vida e trabalho em climas quentes ou úmidos.
- Usar elementos vegetais (arbustos, árvores, paredes cobertas de hera) especialmente na direção oeste para mitigar os ganhos de calor.
- Minimizar ou eliminar fachadas envidraçadas voltadas para o oeste com a finalidade de reduzir temperaturas no verão.
- Propor saliências nas aberturas (projetadas para essa latitude) ou toldos operáveis (toldos que se estendem no verão) pode reduzir ou eliminar a necessidade de condicionador de ar.
- Opções de planta baixa alongada e estreita podem ajudar a maximizar a ventilação cruzada em climas temperados.
- Para facilitar a ventilação cruzada, devem-se localizar as aberturas das portas e janelas em lados opostos do prédio com as aberturas maiores voltadas para cima, se possível.
- Para dias mais quentes, ventiladores de teto ou movimento mecânico de ar interno podem fazer com que pareça mais frio em 2.8°C ou mais.

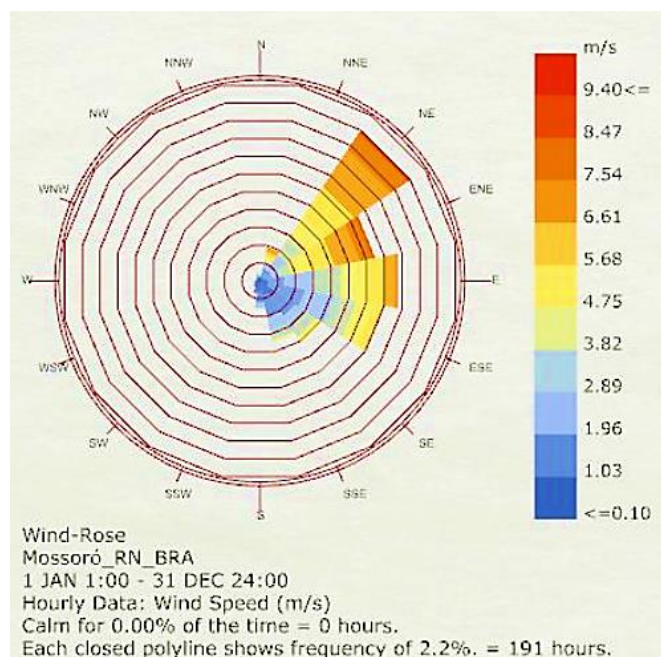
De acordo com a norma NBR 15220/2003, a cidade de Mossoró se encontra na zona bioclimática 7(sete), e outras recomendações com relação as estratégias de

projeto são sugeridas, como: a ventilação seletiva, resfriamento evaporativo, sombreamento das aberturas e vedações internas e externas pesadas.

6.5.2 Orientação dos ventos, formas de uso e tipologias.

A identificação da orientação predominante dos ventos foi feita através de análises utilizando o software *climate consult* e pela rosa dos ventos para a cidade de Mossoró. Entre o horário da manhã e início da tarde se registram as mais altas temperaturas durante o dia, e a direção dos ventos durante o ano varia entre nordeste, leste e sudeste. Como mostra a Figura 73, há maior ocorrência de ventos na direção nordeste, como isso ocorre principalmente no verão, estes ventos tendem a ser mais quentes.

Figura 73 - Rosa dos Ventos de Mossoró/RN



Fonte: Pacheco, 2016, apud, Roriz, 2012.

Para amenizar as altas temperaturas trazidas pelos ventos nesta direção, é importante usar estratégias de resfriamento evaporativo, melhorando o microclima e minimizando assim as altas temperaturas.

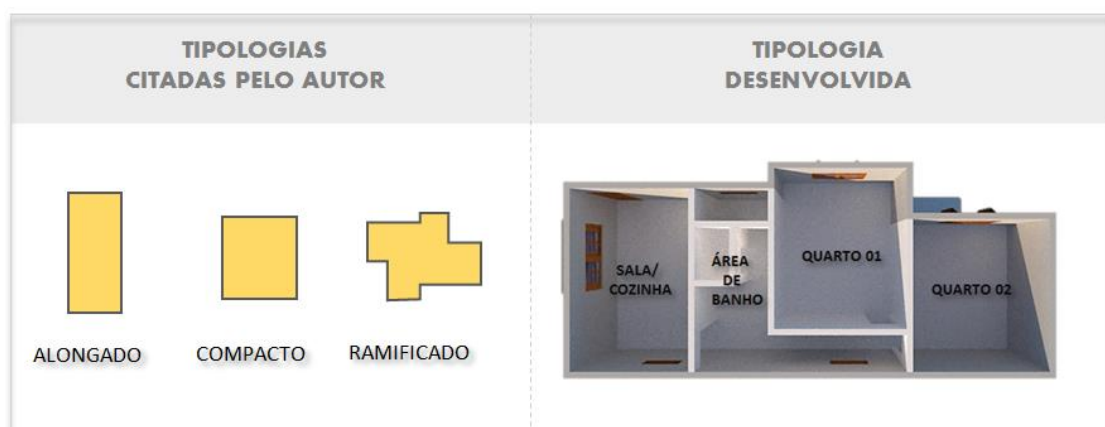
A rosa dos ventos de Mossoró/RN indica ventos com orientação variando de sudeste a nordeste com maiores incidências na direção nordeste. No verão os ventos deslocam-se de nordeste, que é o período de maiores

precipitações na região, e no inverno a orientação dos ventos possui variação de sudeste a nordeste. (PACHECO, 2016)

Em relação às formas de usos das habitações, conforme foi definido anteriormente na etapa de programação arquitetônica cada apartamento terá capacidade para 4 (quatro) moradores, sendo 2 (dois) por quarto. Propõe-se que as atividades possíveis aos dormitórios, serão: descansar e estudar que poderão ser exercidas nos três turnos, o horário de ocupação dos quartos neste período vai variar de acordo com os horários das atividades acadêmicas de cada morador, que naturalmente podem divergir, portanto, a preocupação quanto ao desconforto térmico se dá ao longo do período matutino e início do vespertino, onde se atingem as mais altas temperaturas. Por isso, a importância de se garantir temperaturas amenas e confortáveis, principalmente nos horários das 07h00 às 15h00, evitando assim, temperaturas muito altas no interior dos ambientes.

Foram analisados aspectos relacionados às tipologias das habitações, tendo em vista que a forma da edificação é uma das variáveis que possui impacto na determinação do desempenho térmico. Sobre tipologias (Figura 74) , Pacheco (2016), classifica as habitações em três tipos específicos que são: tipo alongado, compacto e ramificado.

Figura 74 - Tipologias definidas por Pacheco e tipologia adotada



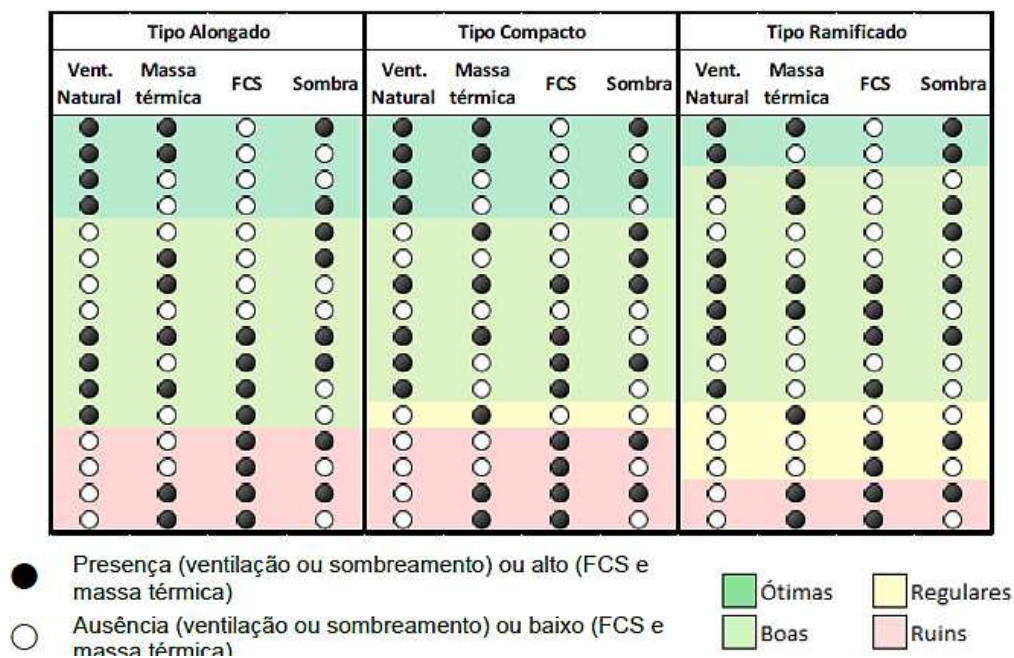
Fonte: A Autora, 2018.

Em um comparativo, no projeto desenvolvido para as moradias estudantis, algumas características são semelhantes as especificadas pelo autor, principalmente em

relação aos tipos alongado e ramificado, isso possibilitou a utilização de algumas das estratégias sugeridas, como parte da busca sistemática por soluções e estratégias bioclimáticas adequadas ao projeto.

As tipologias alongada e ramificada apresentam a ventilação natural como estratégia de atingir conforto térmico, bem como aspectos relacionados a baixos índices de FCS⁴ e massa térmica. Na Figura 75, o autor qualifica as características a serem aplicadas para habitações de Mossoró como ótimas, boas, regulares e ruins de acordo com as estratégias bioclimáticas adotadas e suas respectivas tipologias.

Figura 75 - Qualificação das estratégias bioclimáticas para Mossoró/RN



Fonte: Pacheco, 2016

Sendo assim, o quadro desenvolvido por Pacheco, auxilia no processo de propor soluções e adequá-las às necessidades da edificação. O autor diz ainda que a ventilação natural e o FCS (fator de calor solar) das vedações são as variáveis de maior impacto no desempenho das tipologias analisadas, acrescentando que a presença da ventilação associada a um baixo índice de FCS nas paredes e cobertura

⁴ FCS é a taxa de radiação solar transmitida através de um objeto opaco pela taxa da radiação solar total incidente sobre a superfície externa.

garante que as habitações atinjam os melhores desempenhos nas cidades de clima quente, independente das outras duas variáveis: sombreamento e massa térmica.

Isto porque FCS baixo reduz a absorção de radiação solar e conseqüentemente a transferência de calor para o interior dos ambientes.

No entanto, Pacheco (2016), conclui que embora a escolha da geometria das habitações influencie no impacto das estratégias bioclimáticas. O formato pode ter pouca influência caso sejam seguidas as estratégias mais adequadas ao clima local. Ou seja, se houver comprometimento durante o processo de projeto em seguir todas as estratégias adequadas ao clima local os resultados podem ser satisfatórios mesmo que a geometria escolhida não seja a mais apropriada.

6.5.3 Partido arquitetônico e conceito

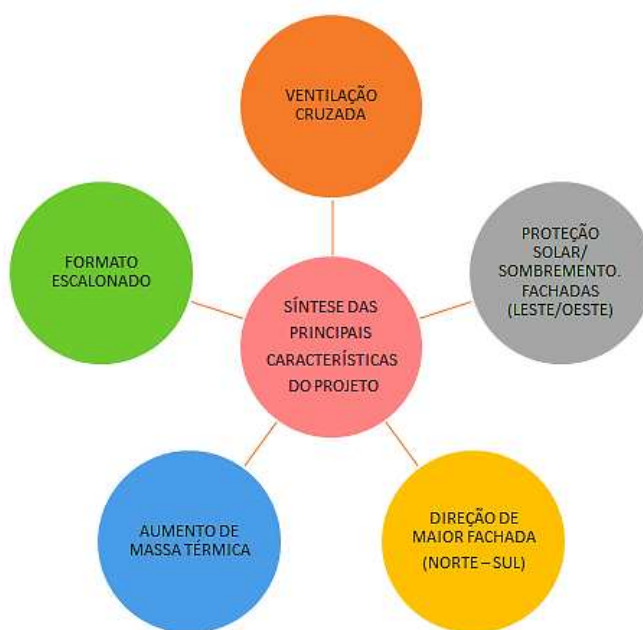
No decorrer do desenvolvimento do mestrado profissional, foi-se configurando a necessidade da definição do partido arquitetônico e em seguida do conceito. Para Mahfuz (1987), o momento mais importante durante o processo de projeto é a definição do partido, uma vez que o partido estabelece as diretrizes base de um projeto. O autor entende o partido como uma aproximação, uma síntese dos aspectos mais importantes de um problema arquitetônico. Acrescenta ainda que ao partido faltam articulação e detalhamento, aspectos estes, que surgirão no decorrer do processo, ao mesmo tempo em que outros aspectos secundários ao problema poderão ser abordados durante o desenvolvimento até seu estágio final, resultando no projeto em si.

O partido, de acordo com a tradição acadêmica, seria um esquema diagramático para representar a idéia conceitual do projeto. De acordo com Clark e Pause a idéia geradora fornece os meios para organizar as decisões, para ordenar e gerar, conscientemente, a forma. O partido seria seguido pelo desenvolvimento do estudo preliminar onde as principais características do projeto seriam definidas. (MACIEL, 2006 apud. CLARK e PAUSE, 1995).

Desse modo e entendendo o partido como a síntese das principais características do projeto, o partido arquitetônico deste projeto se desenvolveu a partir de seis premissas consideradas essenciais ao projeto bioclimático, representado na Figura

76, abaixo. Estas características, identificadas como fundamentais ao projeto nortearam as escolhas e definições projetuais como forma de melhor adequar a arquitetura ao clima local através da ventilação cruzada, proteção solar nas aberturas e principais fachadas, posicionamento das maiores fachadas para o sentido Norte-Sul, aumento da massa térmica e um formato geométrico escalonado.

Figura 76 - Partido Arquitetônico



Fonte: A Autora, 2020.

O aumento da massa térmica se refere a capacidade que alguns materiais têm de absorver calor e a velocidade com que este calor é liberado para o ambiente. Sendo assim uma edificação bem equilibrada e com massa térmica suficiente, deve reduzir durante o dia, as altas absorções de calor aumentando seu atraso térmico para o interior dos ambientes.

Outro aspecto definidor do processo de projeto foi a orientação da maior face da edificação voltada para o sentido Norte-Sul, pois são orientações com menor incidência solar. A proteção e sombreamento das aberturas, sobretudo nos sentidos Leste-Oeste, também foram analisadas através de estudos e simulações que garantissem este conforto. A posição das janelas buscou favorecer a ventilação cruzada para retirada de calor no interior dos ambientes quando as temperaturas estivessem amenas e o formato escalonado da edificação propiciou a maiores

diferenças de pressão, favorecendo movimentos do ar e uma ventilação mais eficaz entre os blocos. De acordo com Brandão (2000), a exposição de um projeto arquitetônico é geralmente precedida pela apresentação do conceito que o gerou e que a função deste conceito varia conforme o que o arquiteto quer conceber. O autor define o conceito como signo linguístico responsável por traduzir, no discurso oral ou escrito, o pensamento de um projeto. E diz que é papel do arquiteto, no momento em que define o seu conceito, ter o olhar voltado para aquilo que ele pretende reunir no projeto.

O processo de projeto é uma via de mão dupla em que o conceito e o desenho, o arquiteto e o projeto, se remetem reciprocamente, tal como o discurso e a idéia. Traduz-se aqui, no processo de elaboração da arquitetura, o círculo hermenêutico em que o sentido da obra circula: um diálogo interminável entre o conceito e o desenho, entre a idéia e a linguagem, entre a habitação e o habitante. BRANDÃO (2000).

Na definição do conceito para o projeto foram feitas reflexões a respeito de algo que sintetizasse a função e a representação que as moradias estudantis devem ter para aqueles que a ocupam. Então para a definição do conceito partiu-se do valor semântico, como mostra na Figura 77, ligados às palavras *habitação* e *temporária*, que, respectivamente, significam lugar de abrigo e proteção, e relativo ao tempo, daquilo que não é definitivo ou transitório.

Figura 77 - Valor Semântico de Palavras Chaves



Fonte: A Autora, 2019

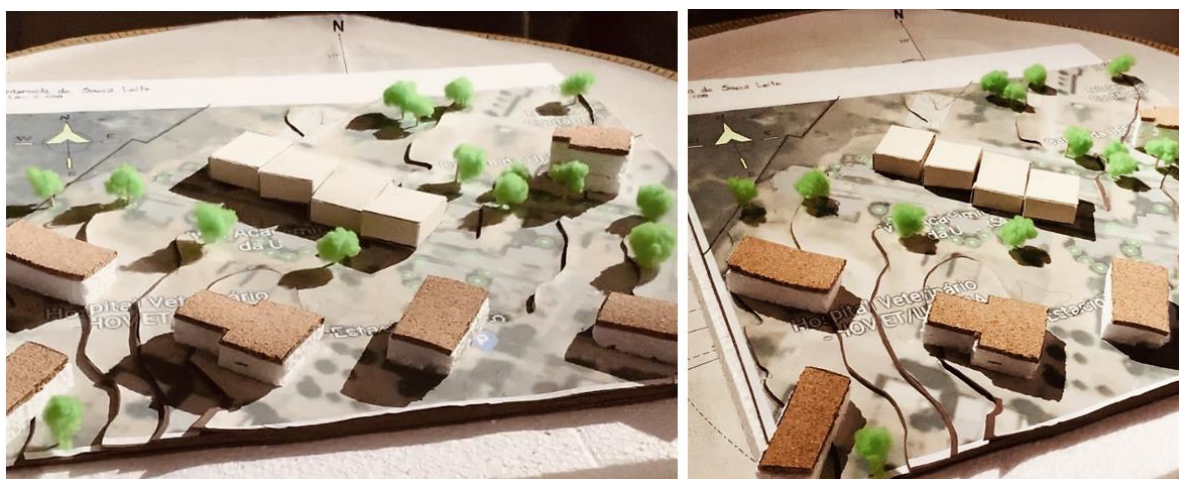
Deste conceito e de forma análoga, a associação de valor simbólico das moradias estudantis às transformações ocorridas dentro de um casulo se tornam claras. Tal como o casulo é lugar de abrigo para a lagarta pelo período da sua encubação, a

transição sob a casca protetora a faz virar uma borboleta pronta para alçar voôs maiores. Assim, as moradias estudantis desempenham papel social fundamental no suporte para alunos nos anos dedicados aos estudos na preparação de suas futuras profissões. Onde a Universidade é muitas vezes palco, de uma transição na vida de muitos estudantes e um lugar de aprendizado e de transformação.

6.5.4 Estudos de insolação

Para o primeiro estudo de incidência solar foi utilizado o Heliodon – equipamento que simula o movimento aparente do sol – e uma maquete física do terreno desenvolvida na escala de 1:500. Nesta etapa da pesquisa já havia sido elaborado o pré-dimensionamento do programa de necessidades, sendo possível o desenvolvimento da maquete e dos blocos de apartamentos em fase inicial (Figura 78). Como o objetivo era analisar a incidência solar sobre as fachadas, optou-se por levar os módulos (que simulavam cada bloco de apartamento) desconectados para que se pudesse testar novos formatos e tipos de arranjos sobre a maquete.

Figura 78 - Maquete Física

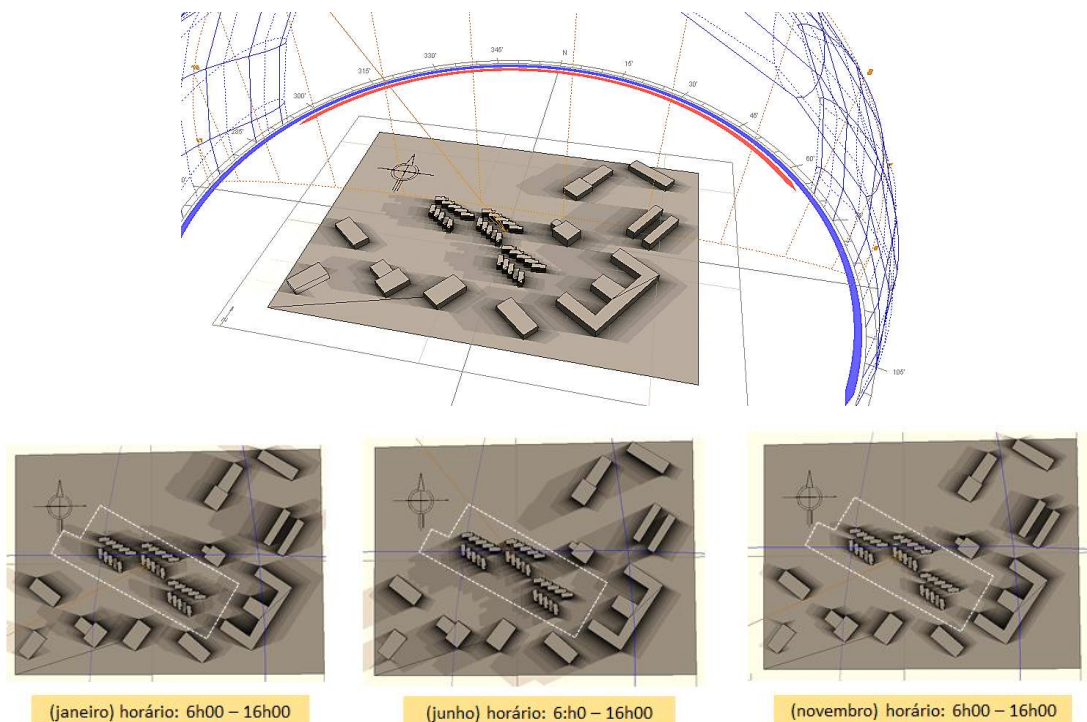


Fonte: Acervo da Autora, 2019

Na ocasião, o melhor formato encontrado foi o escalonado tipo fita, em virtude de ser uma tipologia que melhor propiciava o aumento de massa térmica entre os blocos devido a proteção que ofereciam entre as alvenarias geminadas. A conclusão desta

análise foi de que as fachadas a oeste recebiam alta radiação solar, demandando assim, maior proteção para as aberturas. No entanto, no decorrer do processo de projeto, esta proposta inicial demonstrou problemas em outros aspectos, a quantidade de apartamentos possíveis no terreno para esta tipologia era insuficiente para a demanda do programa de necessidades previsto, além de alguns dormitórios terem ficado com orientação prejudicada, recebendo mais insolação do que o esperado em virtude do posicionamento com relação ao bloco. Devido a isto foi necessário que fossem feitas novas considerações sobre outro arranjo possível e mais funcional. Na nova disposição foram feitas simulações no software *Ecotect*, Figura 79, para aperfeiçoar os estudos das máscaras de sombra conforme mês e horário definido, isto possibilitou visualizar as áreas mais e menos sombreadas durante o ano e quais decisões de projeto poderiam ser tomadas para solucionar áreas mais prejudicadas.

Figura 79 - Estudo de Sol e Sombra



Fonte: Ecotect, 2019.

O arranjo espacial com unidades habitacionais mais alongadas se apresentou mais satisfatório com relação ao desempenho das máscaras de sombra e possibilitou um arranjo espacial que além de suprir a demanda atual de moradias foi capaz de

comportar mais habitações caso seja necessário aumentar a demanda futura. Figura 80

Figura 80 – Arranjo espacial definido



Fonte: A Autora, 2019

De acordo com Barros (2011), para projetos localizados no hemisfério sul, a habitação que apresenta estratégia de conforto mais apropriada possui o arranjo dos ambientes e aberturas voltados para face Norte e a ventilação natural desejada, com isso, sugere dispor a unidade habitacional no eixo Leste-Oeste, posicionando ambientes como áreas comuns e dormitórios ao longo da face Norte. Portanto, na disposição adotada no projeto, se manteve os critérios estabelecidos anteriormente no partido, com as maiores fachadas no sentido Norte e Sul, e as menores no sentido Leste e Oeste, evitando assim, grandes superfícies com orientações favoráveis a alta radiação solar. Figura 81

Figura 81 – Orientação das Fachadas



Fonte: A Autora, 2019

A edificação escalonada, como mostra na Figura 82, propicia um “auto-sombreamento” entre paredes internas, deixando assim os pátios centrais mais protegidos da radiação solar direta. Os blocos de apartamentos possuem 3 andares e 24 unidades habitacionais cada (oito apartamentos por andar), com capacidade máxima de 96 moradores por bloco.

Figura 82 - Disposição dos Blocos de Apartamentos



Fonte: A Autora, 2020.

O bloco de apartamentos possui boa permeabilidade visual com áreas de convívio, as habitações possuem todos os dormitórios orientados para a mesma direção, no sentido Nordeste (dos ventos predominantes) e aberturas de dimensão moderada foram posicionadas de modo a favorecer a ventilação cruzada. As áreas centrais que funcionam como pátios de encontro entre as moradias, sugerem a socialização e convite as práticas coletivas. Vale destacar a forma de circulação das passarelas que está sempre distanciada das janelas dos dormitórios, esta medida proporcionou a demarcação bem definida entre áreas privadas e coletivas.

Na Figura 83, O acesso através da plataforma elevatória e da escada foram situados entre dois apartamentos centrais para minimizar as distâncias percorridas aos apartamentos que estão situados nas extremidades

Figura 83 - Localização da circulação vertical no bloco de apartamentos



Fonte: A Autora, 2020.

Os apartamentos localizados na extremidade esquerda conforme mostra a Figura 84, são os apartamentos acessíveis, dispoendo de área de banho adaptada com espaço para área de manobra.

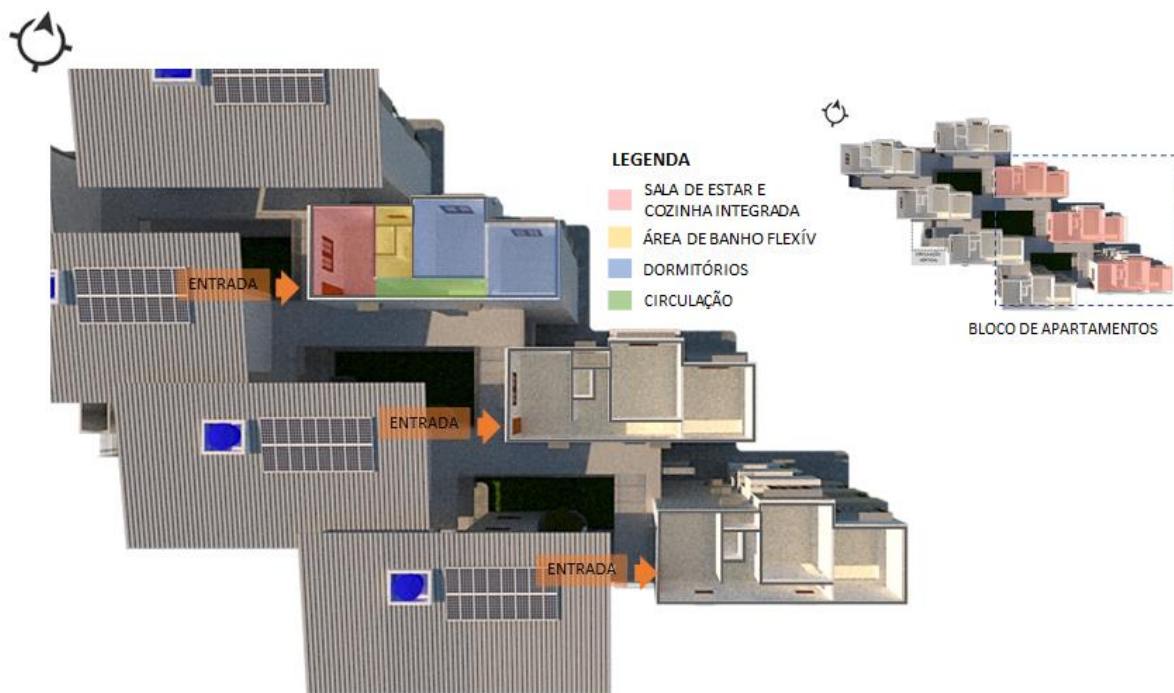
Figura 84 - Localização dos apartamentos acessíveis



Fonte: A Autora, 2020.

Por fim, os apartamentos localizados na parte frontal da edificação (Figura 85), têm acesso principal pelo pátio interno e possuem balcões que se projetam nas fachadas favorecendo o sombreamento destas alvenarias.

Figura 85 - Localização dos apartamentos e acessos



Fonte: A Autora, 2020.

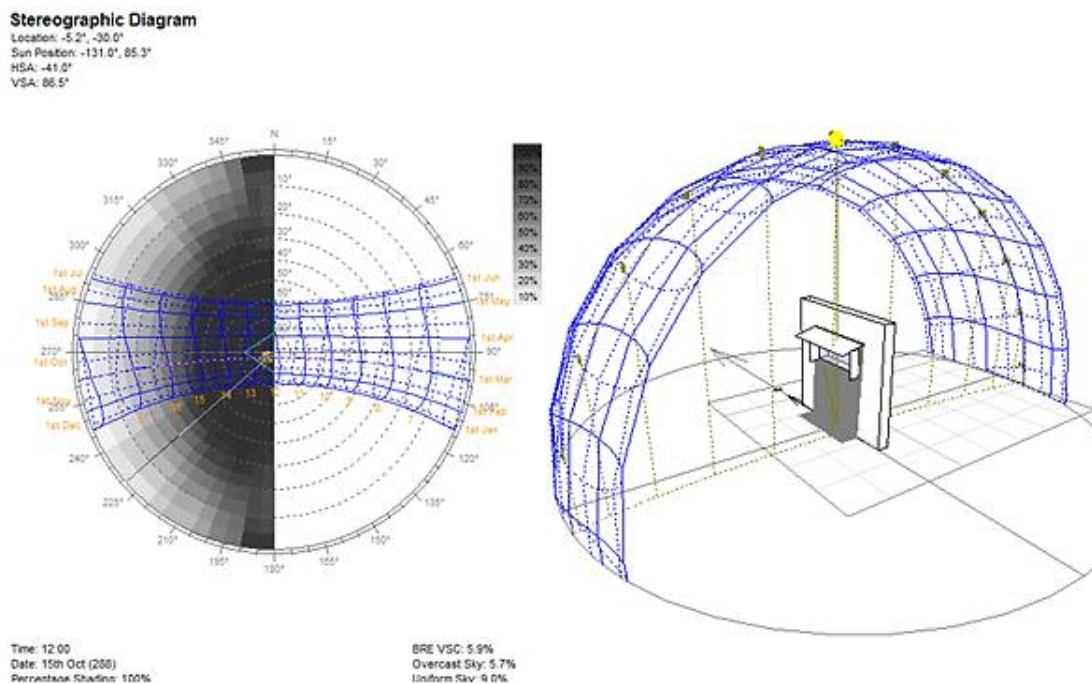
Após definido o arranjo dos blocos de apartamentos, buscou-se projetar uma proteção solar adequada para as aberturas identificadas anteriormente como sendo as mais críticas, sabendo da importância do sombreamento como estratégia na redução dos ganhos térmicos pelas aberturas.

Portanto, para otimizar o desempenho das esquadrias, foram feitas simulações no software *Solar Tool* onde ficaram constatadas a necessidade de sombreamento, principalmente em algumas orientações. As simulações realizadas tiveram como objetivo encontrar as melhores dimensões para um elemento arquitetônico que proporcionasse o maior período de proteção solar, em horas, nas aberturas.

Conforme a simulação, Figura 86, as melhores soluções de proteção solar encontradas para janelas posicionadas no sentido oeste, terão proteção horizontal e vertical formando um espécie de “U” invertido. Esta solução apresentou resultados

muito satisfatórios, onde o percentual de sombreamento de uma abertura voltada para oeste, esteja a 50% às 16h30min da tarde, sem eliminar completamente a visão do entorno. Outras simulações foram feitas e suas soluções construtivas encontradas foram ajustadas as necessidades propostas no projeto.

Figura 86 - Simulação Sombreamento para janelas em fachadas a Oeste



Fonte: Solar Tool, 2019.

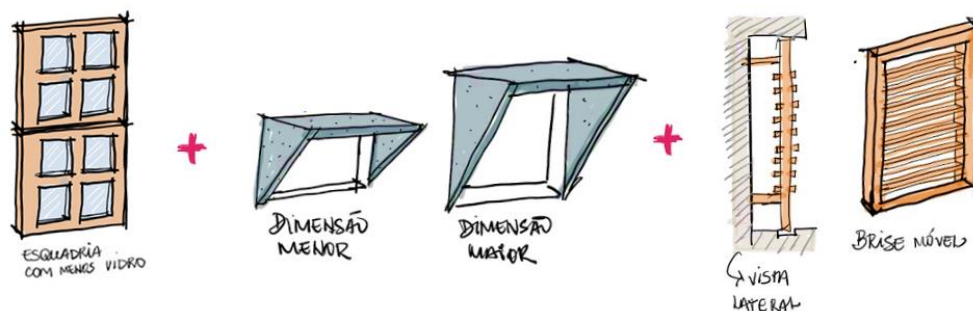
O objetivo das aberturas é de favorecer a ventilação cruzada para o aproveitamento dos ventos em horários adequados, propiciar a proteção solar, evitando assim, a radiação solar direta e a flexibilização do fechamento destas aberturas sem perder completamente a vista externa dos pátios internos e do entorno da edificação.

A ventilação cruzada foi obtida através da correta localização das janelas, facilitando a entrada e saída de ar no interior dos ambientes.

Para promover a proteção solar e flexibilização das esquadrias, o projeto adotou três elementos principais (Figura 87), o primeiro deles foi o uso reduzido de vidros, ao invés de uma folha inteira com o material, preferiu-se um modelo que usasse o vidro em associação com a madeira, diminuindo assim a superfície translúcida que absorve muito calor, desta forma é possível fechar as janelas sem perder totalmente

a visão das áreas externas. Para sombrear foram utilizados dois elementos que em algumas tipologias estão associados, o brise móvel que permite proteção vertical e as peças em cimento em formato de “U” invertido, que protegem nos sentido vertical e horizontal.

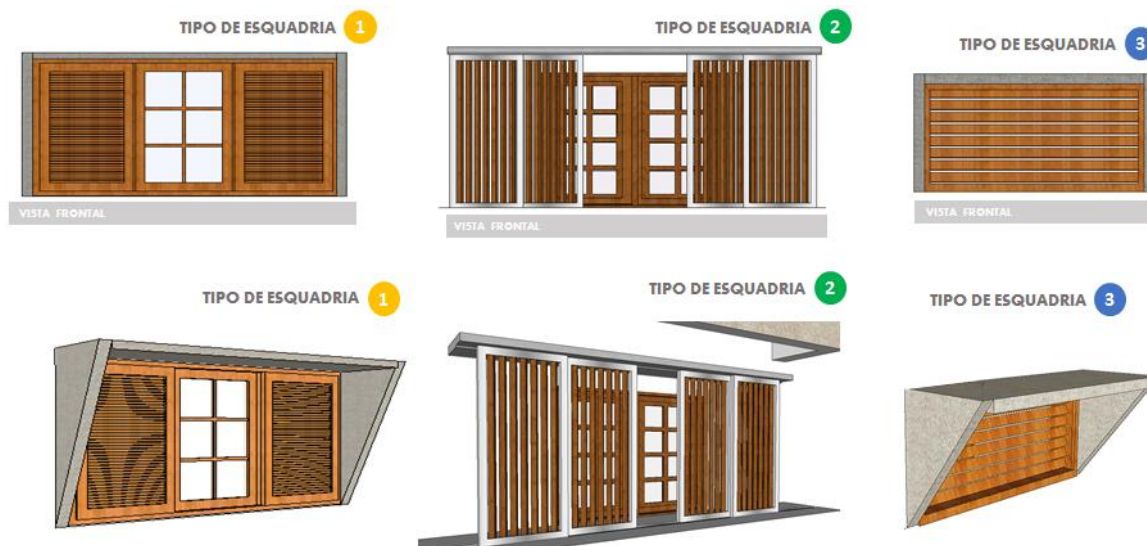
Figura 87 - Elementos utilizados nas esquadrias



Fonte: A autora, 2019.

Foram criados, portanto, três tipologias (Figura 88) a partir dos elementos mais adequados para as aberturas, a tipologia 1 e 2 aplicada a dormitórios e salas e a tipologia 3 em banheiros e áreas de circulação.

Figura 88 - Tipologias das Janelas



Fonte: A Autora, 2020.

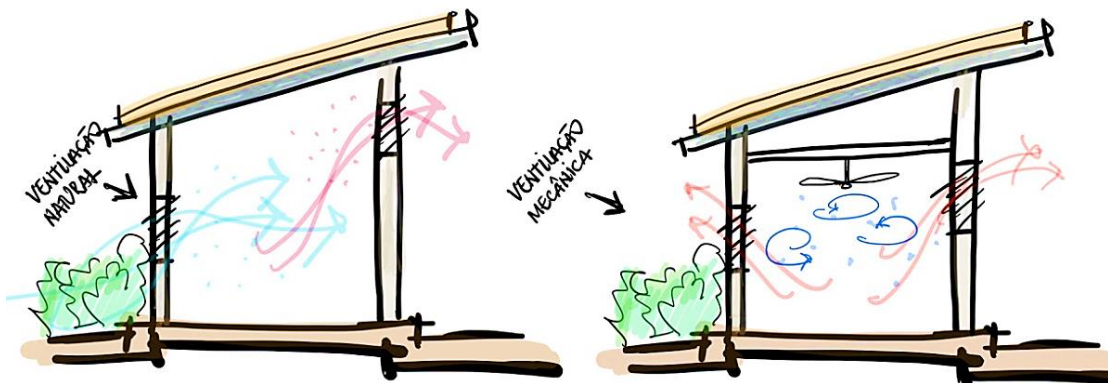
6.5.5 Estudos da ventilação

Considerando que a cidade de Mossoró está situada na zona bioclimática 7, a norma NBR 15220/2003 estabelece recomendações para adequação construtiva em habitações de até três pavimentos nestas regiões, para isso, sugere estratégias como: ventilação natural com aberturas pequenas, sombreamento nas fachadas (e nas aberturas) e resfriamento evaporativo.

Sabe-se que o ar só atravessa os ambientes caso existam acessos de entrada e saída, por isso a ventilação cruzada só acontece quando janelas e aberturas são posicionadas em fachadas opostas ou adjacentes de uma edificação, permitindo a renovação do ar, com a entrada do ar fresco e a saída do ar quente.

Na Figura 89, tem-se que estas variações de pressão podem acontecer de forma natural, com a captação dos ventos predominantes ou através de artifícios mecânicos, como ventiladores de teto por exemplo, em ambientes menos favoráveis.

Figura 89 - Estudos desenvolvidos em croqui para estratégias de Ventilação



Fonte: A Autora, 2019.

A ventilação mecânica é sugerida como aliada a ventilação natural para o projeto proposto, com o uso de ventiladores de teto pode-se potencializar a movimentação do ar favorecendo assim, a melhoria do conforto térmico em dias que a ventilação natural vier associada às altas temperaturas.

Outra estratégia utilizada para otimizar os efeitos da ventilação, foi através do escalonamento dos blocos (Figura 90), a geometria favorece as diferenças de

pressão do ar, atingindo maior desempenho da ventilação para retirada de calor através dos áticos projetados na cobertura, esta estratégia foi utilizada tanto no edifício de apartamentos quanto no bloco projetado para atividades coletivas.

Figura 90 - Estudos desenvolvidos em desenhos para estratégias de Ventilação



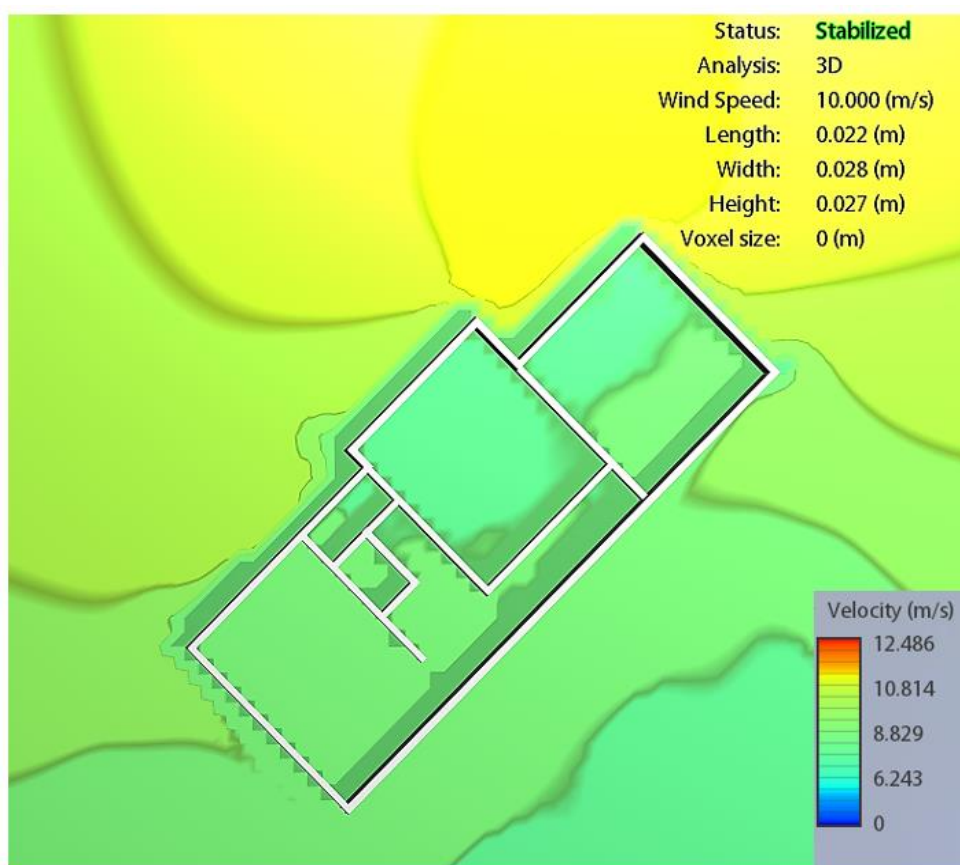
Fonte: A Autora, 2020

Para se verificar a eficácia da ventilação nos apartamentos projetados foram realizadas três simulações utilizando o programa *FlowDesign* da Autodesk.

A primeira considerou a planta baixa dos apartamentos com objetivo de verificar a existência da ventilação cruzada a partir da localização das aberturas definidas, a segunda se refere a circulação de ar no entorno na edificação, para identificar possíveis problemas relacionados ao bloqueio da ventilação em virtude do arranjo espacial e por fim, a última análise teve como objetivo avaliar o fluxo dos ventos principalmente nos pátios.

O resultado da primeira simulação (Figura 91) analisou as diferenças de pressão entre os ambientes internos dos apartamentos, a escala de cores (do verde ao amarelo) entre a área interna e externa da edificação demonstra situação favorável a ventilação cruzada.

Figura 91 - Ventilação dentro do apartamento

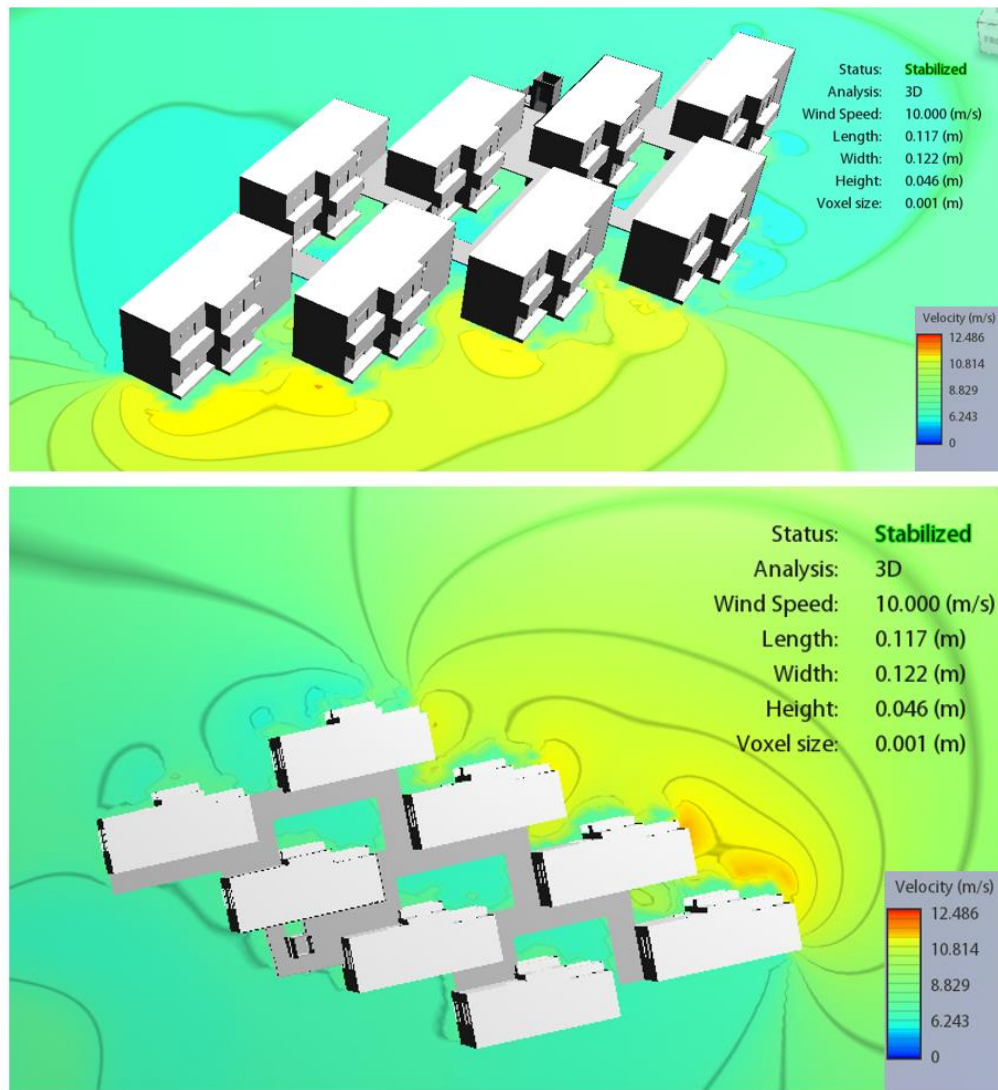


Fonte: Flow Design, 2020.

Posteriormente, a segunda análise simulou as diferenças de pressão entre os blocos de apartamentos com relação ao seu entorno, nas primeiras tentativas os resultados

indicaram problemas na ventilação em alguns blocos específicos, o que fez com que precisassem ser feitos alguns ajustes, somente após aumentar o distanciamento entre os blocos se conseguiu ótimo resultado, como mostra a Figura 92, a variação de cores representa a diferença de pressão desejada para garantir boa circulação dos ventos, demonstrando que a geometria proposta das fachadas associada ao aumento dos vãos otimizaram a ventilação.

Figura 92 - Simulação da diferença de pressão a Nordeste para Moradias Propostas

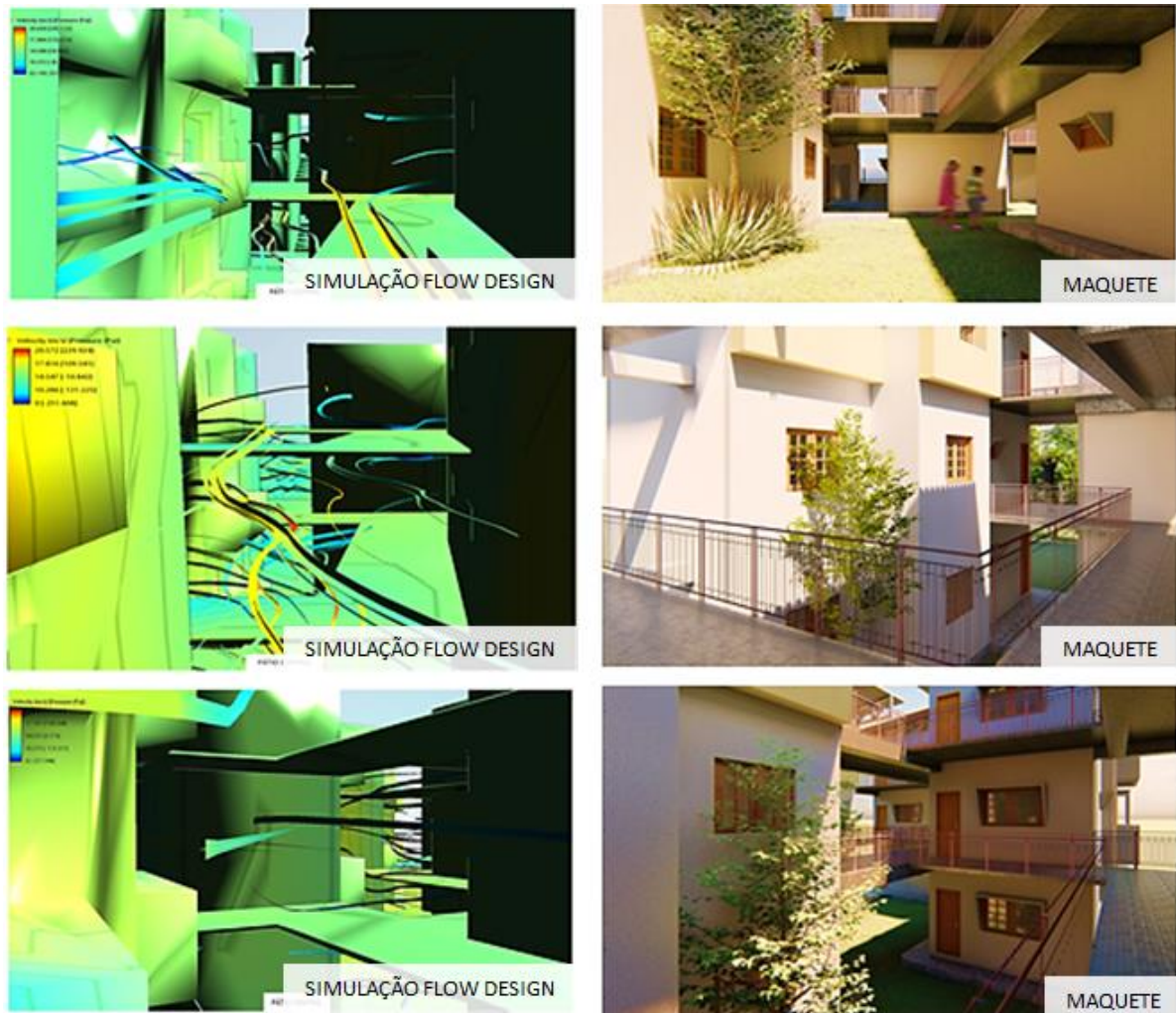


Fonte: Flow Design, 2020.

Por fim, o terceiro teste foi feito para avaliar o percurso dos ventos no interior do pátio central. A simulação confirmou o percurso desejado, onde a ventilação

atravessa todo o comprimento do bloco. Na Figura 93, ilustra a análise de três posições distintas do pátio e é possível perceber que a ventilação entra pelas aberturas entre os blocos de apartamento e cruza todo o pátio interno, saindo pelas aberturas posteriores.

Figura 93 - Análise do Percurso dos Ventos em Pátio Central



Flow Design, 2020.

Desta forma, conclui-se que a ventilação em todos os aspectos estudados se mostrou favorável e que foi possível aprimorar os resultados com algumas alterações arquitetônicas feitas ao longo do processo de projeto, encontrando neste resultado, a melhor tipologia e disposição analisada.

6.6 SISTEMAS CONSTRUTIVOS ADOTADOS

Segundo Araújo (2008), a escolha sustentável dos produtos e materiais para uma obra deve obedecer a critérios específicos, essa seleção também deve atender a parâmetros de inserção, estando de acordo com a geografia circundante, história, tipologias, condições climáticas, responsabilidade social, dentre outras leituras do ambiente de implantação da obra. Por isso, a escolha dos materiais levou em consideração dados que conferem ao sistema construtivo maior eficiência e menor impacto ambiental.

A busca por materiais de fácil acesso e funcionais, com custo não muito elevado nortearam as escolhas, devido ao fato do projeto ser proposto a uma instituição pública e que muitas vezes apresentam verbas limitadas. Também se levou em consideração aspectos sociais, visando o impacto que as moradias estudantis têm e a função social que exerce sobre os moradores e para a comunidade acadêmica de forma geral.

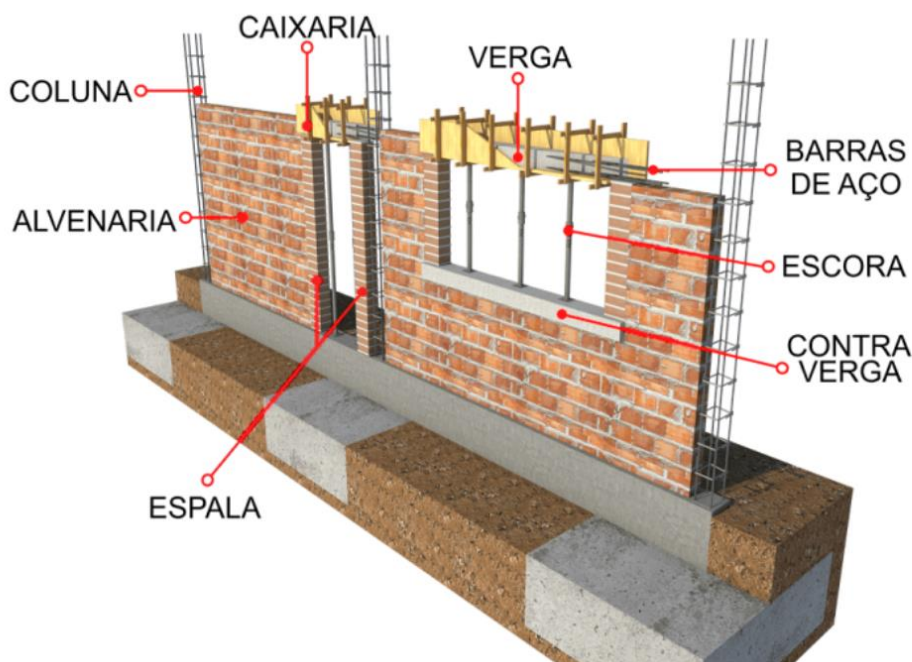
A facilidade no transporte do material até a obra confere uma preocupação do projeto a aspectos ambientais, como também de execução, buscando alternativas que possam ser facilmente executadas na região. Desta forma, e tendo em vista os aspectos supracitados, escolheu-se o tijolo cerâmico que é um material abundante na região, cujo sistema construtivo é de domínio da mão de obra local.

De acordo com Reinaldo filho e Bezerra (2010), as aglomerações de bacias sedimentares de argilas, que é a principal matéria prima do tijolo cerâmico, estão localizadas na chapada do Apodi e no Litoral Leste Potiguar, sendo que, as maiores concentrações são encontradas nos municípios de Assú, Ipanguaçu, São José do Mipibu e São Gonçalo do Amarante. Vale salientar que dentre estes, a cidade mais próxima, Assú, fica a cerca de 70km da cidade de Mossoró, a 1h de carro e acesso pela BR 304, rodovia federal.

Comparando os materiais, Ferreira e Pereira (2012), indicam que o uso de sistemas construtivos em concreto seria mais adequado, ou limitado às zonas bioclimáticas em climas amenos a quentes, porém nas zonas com climas extremos quente, como nas zonas 7 (sete), onde está situada a cidade de Mossoró, recomenda-se o uso da alvenaria em tijolo cerâmico (Figura 94), as autoras afirmam este dado, após

resultados obtidos através de simulações onde se compara os dois materiais para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.

Figura 94 - Alvenaria em Tijolo Cerâmico



Fonte: <https://www.custodaconstrucao.com/etapas-obra-e-valor/alvenaria/>

A norma ABNT 15220, que trata do desempenho térmico das edificações propõem recomendações e diretrizes projetuais para adequação da edificação ao clima local. Na Figura 95, são indicados valores para transmitância térmica⁵, atraso térmico⁶ e fator de calor solar⁷ para paredes externas e cobertura sugeridos à zona bioclimática 7 (sete).

Para as vedações externas, a norma sugere paredes pesadas com transmitância térmica menor ou igual a $2,20 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$, atraso térmico de no mínimo 6h50min e o fator de calor solar de no máximo 3,5%. Para as coberturas, que também devem ser

⁵ fluxo de calor transmitido por unidade de área e por unidade de diferença de temperatura.

⁶ tempo em que um componente construtivo leva para transmitir calor à superfície oposta, a partir de uma exposição de variação de temperatura externa.

⁷ corresponde a quantidade de calor que foi absorvido e transmitido pelo sistema construtivo. A partir de uma determinada quantidade de radiação solar incidente.

pesadas, a recomendação é de transmitância térmica com até 2,00 w/m².k, atraso térmico com mínimo de 6h50min e fator de calor solar até 6,5%.

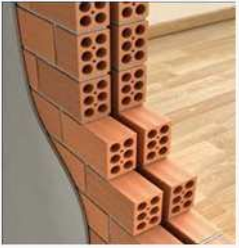
Figura 95 - Quadro de transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa

Vedações externas		Transmitância térmica - U W/m ² .K	Atraso térmico - φ Horas	Fator solar - FS _o %
Paredes	Leve	U ≤ 3,00	φ ≤ 4,3	FS _o ≤ 5,0
	Leve refletora	U ≤ 3,60	φ ≤ 4,3	FS _o ≤ 4,0
	Pesada	U ≤ 2,20	φ ≥ 6,5	FS_o ≤ 3,5
Coberturas	Leve isolada	U ≤ 2,00	φ ≤ 3,3	FS _o ≤ 6,5
	Leve refletora	U ≤ 2,30.FT	φ ≤ 3,3	FS _o ≤ 6,5
	Pesada	U ≤ 2,00	φ ≥ 6,5	FS_o ≤ 6,5

Fonte: Norma ABNT 15220/2003.

Devido ao formato escalonado das moradias, a maior parte da alvenaria terá sombreamento e conseqüentemente menor incidência solar direta, porém algumas unidades que estão nas extremidades da edificação podem ser mais suscetíveis às radiações solares por mais tempo, portanto, a estas alvenarias será adotado o padrão de tijolo duplo (Figura 96) sugerido na norma 15220/2003 para aumentar atrasos térmicos.

Figura 96 - Quadro de transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para alvenaria dupla com tijolo de 6 furos.

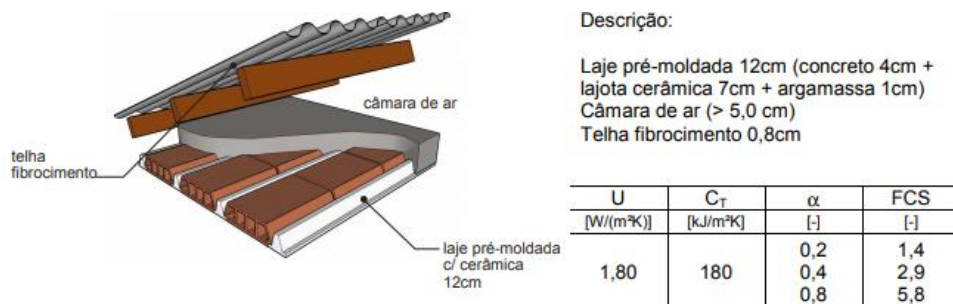
PAREDE	DESCRIÇÃO	U [W/(m ² .K)]	CT [KJ/(m ² .K)]	(φ horas)
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão. Dimensões do Tijolo: 10,0 x 15,0 x 20,0 cm. Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5cm Espessura total da parede: 26,0 cm	1,52	248	6,5

Fonte: Norma ABNT 15220/2003. Editado pela Autora.

A escolha do tipo de cobertura teve como principal objetivo reter as altas temperaturas causadas pela radiação solar, visto que a área de cobertura pode irradiar muito calor para o interior das edificações caso não seja devidamente

isolada. Com isso, buscou-se um sistema no telhado que pudesse impedir essa passagem de calor muito rapidamente, deixando assim, a cobertura sempre fresca e com temperaturas amenas. Tendo em vista os valores estipulados por norma, a telha de fibrocimento com câmara de ar e laje pré-moldada (Figura 97) se mostrou a mais eficaz com valores de transmitância para cobertura abaixo de $2,00 \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}$ e fator de calor solar menor que 6,5.

Figura 97 - Telha Fibrocimento, com câmara de ar e laje pré-moldada



Fonte: LABEE, 2019.

Para sustentação das telhas, foram sugeridas treliças metálicas. Esse sistema foi adotado em todas as coberturas, tanto nos blocos habitacionais, como no bloco do espaço coletivo, destinado a atividades de lazer e estudo comum a todos os moradores. (Figura 98).

Figura 98 – Sistema de cobertura em bloco de moradias e espaço coletivo



Fonte: A autora, 2019

Nas áreas abertas foram utilizados caramanchões em madeira como forma de demarcação e sombreamento das áreas de passeio, com equipamentos como bancos, mesas e jardineiras. Em algumas alvenarias de vedação, como as áreas de lavanderia coletiva, foram utilizados cobogós cerâmicos, visto que este material possibilita, simultaneamente, o sombreamento seletivo e a ventilação, adequados a necessidade de secagem de roupas. (Figura 99)

Figura 99 - Maquete Eletrônica do Projeto



Fonte: A Autora, 2019

Para a paginação de piso nas áreas abertas, foram sugeridos blocos intertravados ou pavers, que podem ser obtidos através de reciclagem de materiais no próprio canteiro, diminuindo a movimentação no descarte de materiais rejeitados da

construção anterior. Além dos materiais e sistemas construtivos definidos, ao longo do desenvolvimento das tipologias habitacionais e pensando no racionamento dos materiais utilizados, elaborou-se a distribuição espacial concentrando as áreas molhadas em uma única parede hidráulica (Figura 100) para reduzir custos relacionados à obra.

Figura 100 – Localização de Parede Hidráulica na habitação



Fonte: A Autora, 2019

Cabe ressaltar, outro aspecto aplicado ao projeto, sem ter a pretensão de esgotar todas as possibilidades de práticas sustentáveis neste projeto, a utilização de placas fotovoltaicas, por ser uma fonte de energia limpa e a região semiárida brasileira apresentar altos índices de radiação solar, desta forma a utilização das placas se torna ainda mais coerente, com a possibilidade da edificação gerar a própria energia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o exposto, a relevância do tema de habitação estudantil e sua importância social, revela a necessidade de esforços por parte dos profissionais, na busca de metodologias e procedimentos sistemáticos, que configurem um ato de se projetar mais consciente e capaz de fornecer conforto aos seus usuários com soluções arquitetônicas humanizadas e alinhadas com as diretrizes bioclimáticas.

As pesquisas teóricas desenvolvidas possibilitaram a ampliação dos conhecimentos acerca do tema e direcionam o olhar para questões relevantes a serem aprimoradas em projetos futuros. Além das etapas teóricas, os procedimentos práticos realizados, como maquetes conceituais e simulações, foram de suma importância, auxiliando no processo de projeto e na condução de decisões projetuais mais adequadas à solução dos problemas apresentados durante as análises.

Na prática profissional, o ritmo acelerado do mercado de trabalho, muitas vezes, não é favorável a análises projetuais mais elaboradas, o que pode causar prejuízo ao próprio desenvolvimento, bem como o resultado projetual. O que se observou é que, através dos estudos desenvolvidos durante o mestrado profissional que resultou neste trabalho, houve a ampliação dos conceitos teóricos, de métodos projetuais e de análises que enriqueceram a prática profissional e o aperfeiçoamento dos processos de projeto.

O projeto proposto teve como objetivo desenvolver a moradia universitária buscando aplicar as contribuições da arquitetura relacionadas ao clima local utilizando meios passivos para a promoção do conforto térmico. Neste sentido, os objetivos foram alcançados à medida em que se realizavam a aplicação dos métodos dos estudos teóricos, as análises realizadas *in loco*, bem como, as simulações através dos *softwares*. Houve também, um amadurecimento durante as pesquisas, no que se refere a possibilidade de se desenvolver um trabalho que apresente o produto do projeto arquitetônico como resultante de uma concepção elaborada a partir da adoção de procedimentos de projetos diversos, esta é uma prática pouco exercida na vivência profissional. WIESE et al (2017) aponta que a maioria dos projetos de moradias estudantis são implantadas com carência de infraestrutura, não sendo considerados os aspectos relacionados às características físicas, sociais e urbanas, deixando de desenvolver e explorar as potencialidades da moradia estudantil

enquanto um espaço importante e socializador. Deste modo, a realização desse trabalho veio como forma de se propor um projeto para o qual fosse possível se obter um planejamento de forma mais apropriada, com tempo para analisar dados e buscar soluções de forma mais estruturada, podendo fornecer a instituição um projeto para as moradias masculinas de acordo a arquitetura bioclimática adequada ao clima local e vislumbrando sanar demandas existentes e futuras, aumentando assim, a capacidade de vida útil da edificação de forma mais satisfatória.

Com objetivo de melhorar a qualidade da vivência e do morar em residências temporárias, um dos desafios encontrados ao se desenvolver a programação arquitetônica, foi à inexistência de um documento específico que traçasse diretrizes básicas para a criação do programa de necessidades com vistas a subsidiar a elaboração inicial da proposta projetual. Desta forma, as pesquisas acerca do programa de necessidade se deram a partir das pesquisas bibliográficas realizadas, onde se utilizaram métodos de análises comparativas, estudos acerca das normas existentes e análises das atividades comumente realizadas em habitações.

No entanto para a elaboração de projetos de moradias coletivas, há necessidade de adequação de todos os dados normativos exigidos associados a uma análise da situação atual e futura para que seja possível o desenvolvimento de um programa adequado a realidade local e que tenha uma vida útil prolongada. Neste sentido merecem atenção às avaliações pós-ocupação que podem vir a ser desenvolvidas futuramente em moradias existente, para complementação teórica das necessidades destes usuários.

Sugere-se ainda, para pesquisas futuras o desenvolvimento de uma cartilha para programas de necessidades que tragam diretrizes conceituais para adequação de projetos de moradias estudantis, levando-se em consideração, dados socioeconômicos e disponibilidade de cursos na instituição, para estimar quantidade de unidades habitacionais adequadas. Ainda podem ser acrescentados a estes documentos modelos com sugestões de questionários que possam ser aplicados ao longo do desenvolvimento dos projetos, a fim de se delinear as características das potencialidades e problemas relacionados ao que o ambiente já dispõe. Desta forma, acredita ser possível conferir maior aprofundamento de dados que possam estar acessíveis, auxiliando os profissionais de arquitetura a elaborar propostas de moradias adequadas a cada campus.

REFERÊNCIAS

AL-TAMIMI, Nedhal Ahmed M.; FADZIL, Sharifah Fairuz Syed; HARUN, Wan Mariah Wan. **The effects of orientation, ventilation, and varied WWR on the thermal performance of residential rooms in the tropics.** Journal of Sustainable development, v. 4, n. 2, p. 142, 2011.

ALTMAN, Irwin and Carol M. Werner eds. **Home Environments. Human Behavior and Environment: Advances in Theory and Research.** Vol 8. New York: Plenum Press, 1985.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável.** IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da, 2008.

ARAÚJO, SMS de. **A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos.** Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE, v. 5, n. 5, p. 2-4, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e interna.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152: Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220/2003: Desempenho térmico de edificações.** Rio de Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050/2015: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. 02:135 **Desempenho térmico de edificações: parte 2: métodos de cálculo da transmitância, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. ABNT, 2005.

BAGNATI, M. M. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do Ambiente Construído**. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, ago. 2013.

BARROS, R. R. M. P. **Habitação Coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto**. São Paulo: Annablume/FAPESP, 2011.

BOGO, A., PIETROBON, C. E., BARBOSA, M. J., GOULART, S., Pitta, T., & LAMBERTS, R. (1994). **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Núcleo de Pesquisa em Construção-Departamento de Engenharia Civil-Universidade Federal de Santa Catarina.

BOUERI FILHO, José Jorge. **Antropometria aplicada à arquitetura, urbanismo e desenho industrial** / José Jorge Boueri Filho. 1ª Edição ebook São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2008, ISBN 978-85- 60166-11-4

BRANDÃO, Carlos Antônio Leite. **Linguagem e arquitetura: o problema do conceito**. Revista de Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução no.307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. In: Brasil. MMA. CONAMA.

CALLEJAS, Ivan Julio Apolônio, et al. **Estudo do sombreamento arbóreo, atenuação da radiação solar e microclima dos pátios escolares: elementos para se pensar a sustentabilidade urbana.** IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2011.

COUTO, Armanda Bastos; COUTO, J. Pedro; TEIXEIRA, José M. Cardoso. **Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção.** 2006.

DA SILVA, Welighda Christia; SANTOS, Gilmar Oliveira; DE ARAÚJO, Weliton Eduardo Lima. **Resíduos Sólidos de Construção Civil: Caracterização, Alternativas de Reuso e Retorno Econômico.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 6, n. 2, p. 286-301, 2017.

DAVIS, Gerald; ROIZEN, Ron. **Architectural Determinants os Student Satisfaction in College Residence Halls.** Lecturer at Stanford University, Department of Architecture, 1970.

Escola Primária em Gando / Kéré Architecture" [**Primary School in Gando / Kéré Architecture**] 06 Mai 2016. ArchDaily Brasil. Acessado 9 Mar 2019. <<https://www.archdaily.com.br/br/786882/escola-primaria-em-gando-kere-architecture>> ISSN 0719-8906

Escola Secundária Lycee Schorge / Kéré Architecture " [**Lycee Schorge Secondary School / Kéré Architecture**] 15 Jan 2018. ArchDaily Brasil. Acessado 10 Mar 2019. <<https://www.archdaily.com.br/br/886981/escola-secundaria-lycee-schorge-kere-architecture>> ISSN 0719-8906

ESTEVEES, Juliana Cardoso. **Planejamento e gestão do ambiente construído em Universidades públicas** / Juliana Cardoso Esteves. -- SãoCarlos : UFSCar, 2013. 159 p.

EVANGELISTA, Patricia Pereira de Abreu; BASTOS COSTA, Dayana; ZANTA, Viviana Maria. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras.** Ambiente Construído, v. 10, n. 3, p. 23-40, 2010.

FERNANDES, J. T. (2009). **Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética.**

FERREIRA, Camila Carvalho; PEREIRA, Iraci Miranda. **Avaliação de desempenho térmico de habitação de interesse social de acordo com a NBR 15.575, para as diversas zonas bioclimáticas.** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, v. 14, 2012.

GARRIDO, Edleusa Nery; MERCURI, Elizabeth Nogueira Gomes da Silva. **A moradia estudantil universitária como tema na produção científica nacional.** Psicologia Escolar e Educacional, v. 17, n. 1, p. 87-95, 2013.

GIVONI, Baruch (1976): **Man, climate and architecture.** Londres, Applied Science Publishers, 499 p.

GOETTEMS, Renata Franceschet Moradia Estudantil da UFSC: [dissertação]: **Estudo sobre as relações entre o ambiente e os moradores** / Renata Franceschet Goettems ;orientadora, Maristela Moraes de Almeida - Florianópolis, SC, 2012. 188 p.; 21cm

GONÇALVES, W.; PAIVA, H.N., **Árvores para o ambiente urbano.** Viçosa: Aprenda Fácil,2004. 243 p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo. Série Arborização Urbana, 3).

KOWALTOWSKI, Doris K. et al. (Ed.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** Oficina de Textos, 2011.

LABAKI, Lucila Chebel, et al. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos**. Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, 2013.

LABEEE, LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, **Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis, novembro de 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/catalogo_caixa_v4.PDF>.

Acesso em 21 out 2019.

LACERDA, Roberta Maria de Albuquerque; DE LIRA FILHO, José Augusto; DOS SANTOS, Rivaldo Vital. **Indicação de espécies de porte arbóreo para a arborização urbana no semi-árido paraibano**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 6, n. 1, p. 51-68, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3 ed. São Paulo: ProLivros, 2014.

LAMBERTS, Roberto. Aula. **Desempenho Térmico de edificações – Ventilação Natural**. ECV 5161. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2004 Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20Ventilacao_Natural_0.pdf>. Acesso em 14 nov 2019.

LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 3. ed. Oxford: Architectural Press, 1997.

LEI COMPLEMENTAR Nº 012/2006, de 11 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre o plano Diretor do Município de Mossoró e da outras providências**. Mossoró, 2006.

Lei Federal nº 13.146/15, **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência** (Estatuto da Pessoa Com Deficiência)

MACIEL, A. A. (2006). **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico.**

MAHFUZ, Edson da C. **Tradição e Invenção.** AU Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Pini, v. 3, 1987.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, **Minuta do Plano Diretor da UFERSA** – Campus Mossoró. Comissão do Plano Diretor da UFERSA - CPDU 2016.–, Universidade Federal Rural do Semiárido - Mossoró, p. 31. 2016.

MOSSORÓ. **Lei complementar 47 de dezembro de 2010. Dispõe sobre o Código de Obras, Posturas e Edificações do Município de Mossoró.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rn/m/mossoro/leicomplementar/2010/4/47/lei-complementarn-47-2010-dispoe-sobre-o-codigo-de-obras-posturas-eedificacoes-do-municipio-de-mossoro-2010-12-16.html>> Acesso em 06 ago 2019.

MOSSORÓ, **LEI COMPLEMENTAR N.º 012/2006.** Disponível em: http://www.prefeiturademossoro.com.br/gedur/downloads/plano_diretor_lei0112006.pdf. Acessado em agosto 2018.

_____. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

OLGYAY, Victor (2006): **Arquitectura y clima manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 203 p.

PACHECO, Giovani Hudson Silva. **Determinação de recomendações bioclimáticas para habitação de interesse social de quatro climas do Rio Grande do Norte. 2016.** 131f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

PASCARELLA, E. T., & TERENCEZINI, P. T. (1991). **How College Affects Students: Findings and Insights from Twenty Years of Research**. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

PAULA, Roberta Z. R. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**. Tese (Mestrado em Edificações) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP. Campinas, São Paulo, 2004.

PEEL, M. C. and Finlayson, B. L. and McMahon, T. A. (2007). **"Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification"** (<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/11/1633/2007/hess-11-1633-2007.html>)

PEREIRA, Ana Cristina Moreira. **Emissividade dos materiais de construção- influência da medição em diferentes variantes**. 2015

REINALDO FILHO, L. L; BEZERRA, F. D. **Informe Setorial de Cerâmica Vermelha**. ETENE/BNB, out. 2010.

Residência Booker na Universidade Estadual do Arizona / Solomon Cordwell Buenz" **[Tooker House at Arizona State University / Solomon Cordwell Buenz]** 27 Nov 2017. ArchDaily Brasil. Acessado 20 Abr 2019. <<https://www.archdaily.com.br/br/883997/residencia-booker-na-universidade-estadual-do-arizona-solomon-cordwell-buenz>> ISSN 0719-8906

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Editora UnB, 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. SciELO-Editora UnB, 2013.

RORIZ, Maurício. **Conforto e desempenho térmico de edificações**. São Carlos, 2008.

SCOARIS, Rafael de Oliveira. **O projeto de arquitetura para moradias universitárias: contributos para verificação da qualidade espacial** / Rafael de Oliveira Scoaris. – SãoPaulo, 2012.

SENCE - SECRETARIA NACIONAL DE CASAS DE ESTUDANTE. **Cartilha de apresentação do Movimento de Casas de Estudantes**. 2011. Disponível em: <http://sencebrasil.blogspot.com/p/sobre-sence.html> . Acesso em: 15 jul. 2019

SHINZATO, Paula; DUARTE, Denise Helena Silva. **Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera**. Ambiente Construído, v. 18, n. 2, p. 197-215, 2018.

SOUSA, Adriana Sbroggio de; GOULART, S. V.; ARAÚJO, Virgínia Maria Dantas de. **Vegetação como atenuador do clima local: critérios para a escolha de espécies vegetais para instituição de ensino em um clima quente-úmido**. XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014.

THOMSEN, Judith. **Home Experiences in Student Housing: About Institutional Character and Temporary Homes**. In Journal of Youth Studies, volume 10, nº 5, novembro de 2007. p. 577-596

VAN DER VOORDT, Theo JM; VAN WEGEN, Herman BR. **Arquitetura sob o olhar do usuário: Programa de Necessidades, Projeto e Avaliação de Edificações**. Oficina de textos, 2013.

VELOSO, Maísa. **Adequação da arquitetura a climas quente e seco : o caso da arquitetura vernacular no sertão nordestino**, 1999. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/ENCAC99_veloso.pdf >. Acesso em: novembro de 2019.

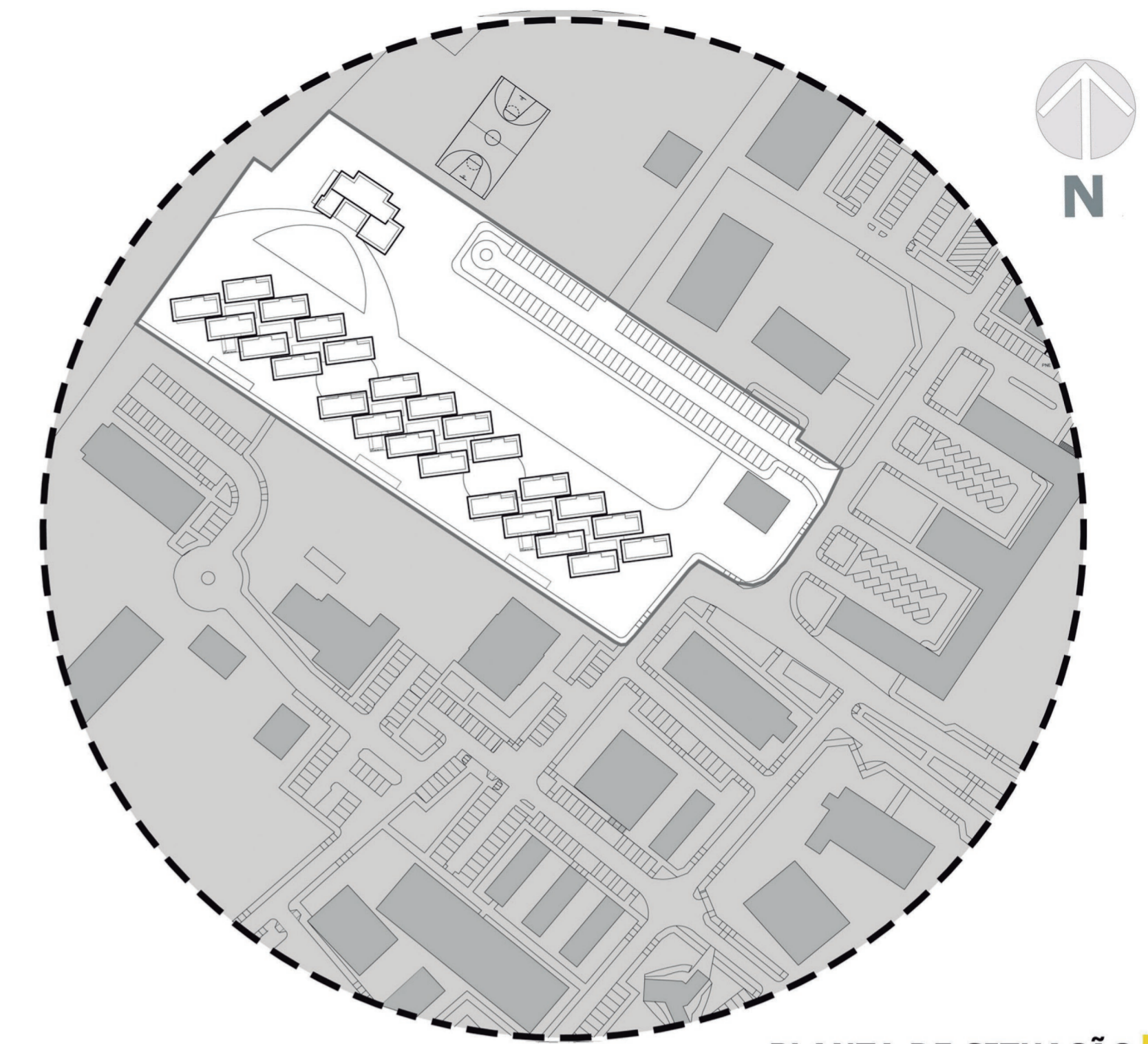
VILELA Jr., A. J. (2003). **Uma visão sobre alojamentos universitários no Brasil.** Anais do V Seminário Docomomo Brasil. São Carlos, São Paulo. Disponível:<<http://www.docomomo.org.br>>

VOORDT, Theo, J. M. van der. **Arquitetura sob o olhar do usuário/** Theo J.M van der Voordt, Herman B. R. van Wegen; tradução Maria Beatriz de Medina. São Paulo:Oficina de Textos, 2013.

WIESE, Ricardo Socas et al. **ST 6 Moradia Estudantil: Território da Coletividade.** Anais ENANPUR, v. 17, n. 1, 2017.



PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA
ESCALA 1/400



PLANTA DE SITUAÇÃO
ESCALA 1/1500



IMAGEM 1



IMAGEM 2



IMAGEM 3



IMAGEM 4

P R E S C R I Ç ÃO U R B A N I S T I C A S	QUADRO DE ÁREAS	
	ÁREA DO TERRENO	13.338m ² (1,3 ha)
	ÁREA PERMEAVEL	4.935,06m ² 37%
	ÁREA IMPERMEAVEL	8.402,94m ² 63%
	ÁREA DO ESPAÇO COLETIVO	301,40m ²
	ÁREA POR UNIDADE APARTAMENTO	55,30m ²
	PAVIMENTO TERREO	856,42m ²
	PRIMEIRO PAVIMENTO	664,4m ²
	SEGUNDO PAVIMENTO	442,4m ²
	ÁREA CONSTRUÍDA	6.191m ²
QUADRO URBANÍSTICO		
TAXA DE OCUPAÇÃO	2.951,70m ² 22,13%	
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0,46	
NÚMERO DE VAGAS DO ESTACIONAMENTO	76	

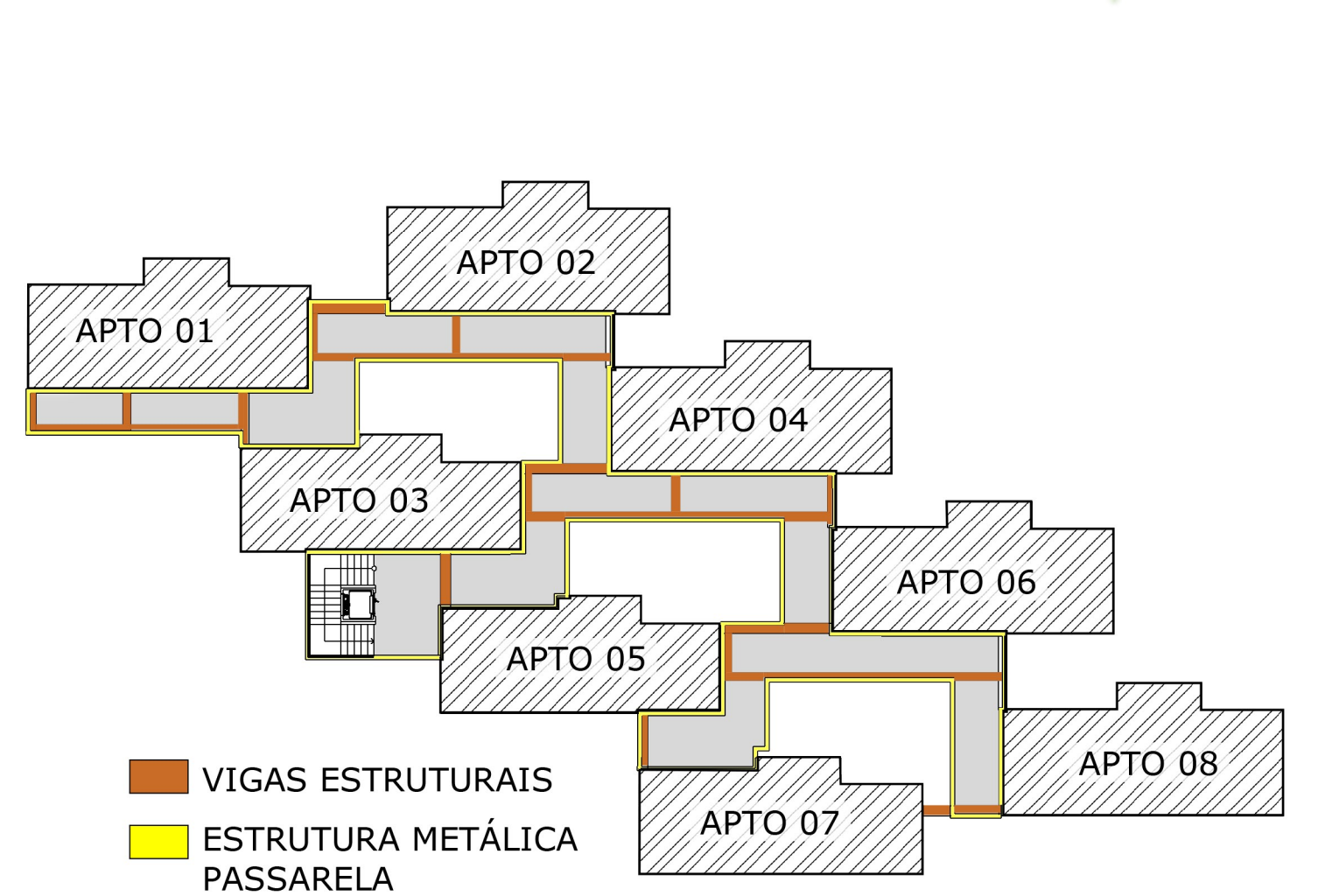
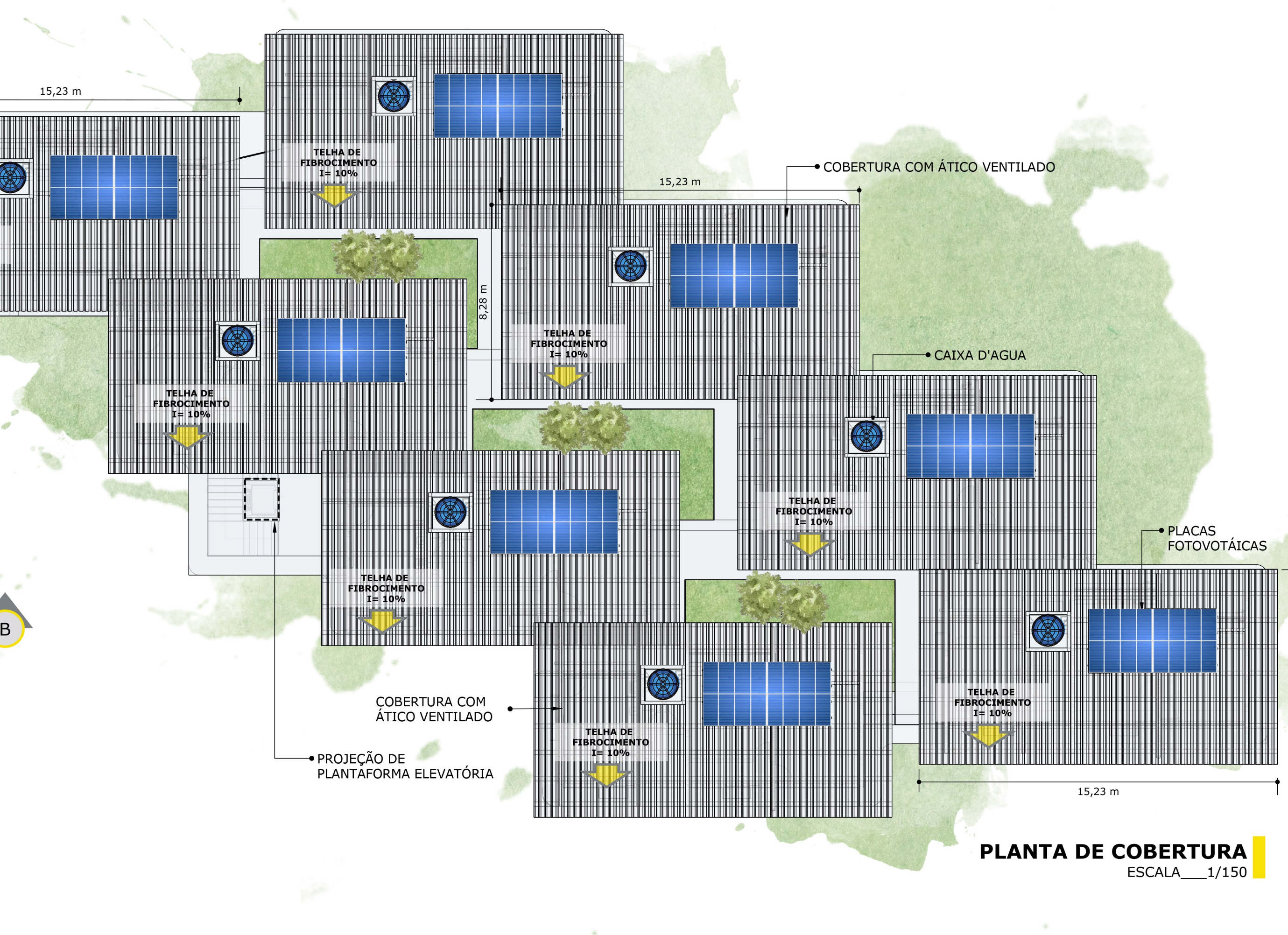
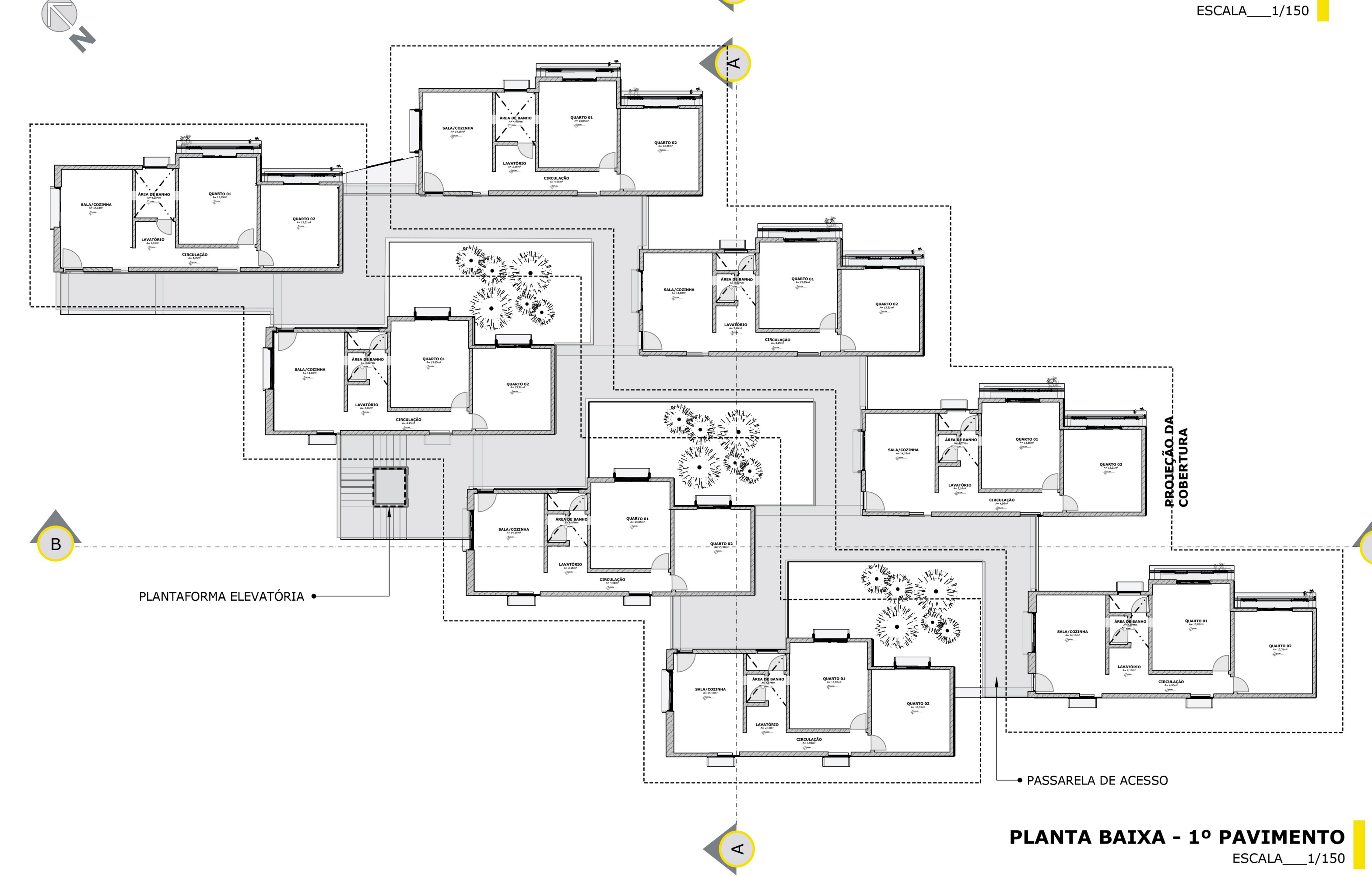
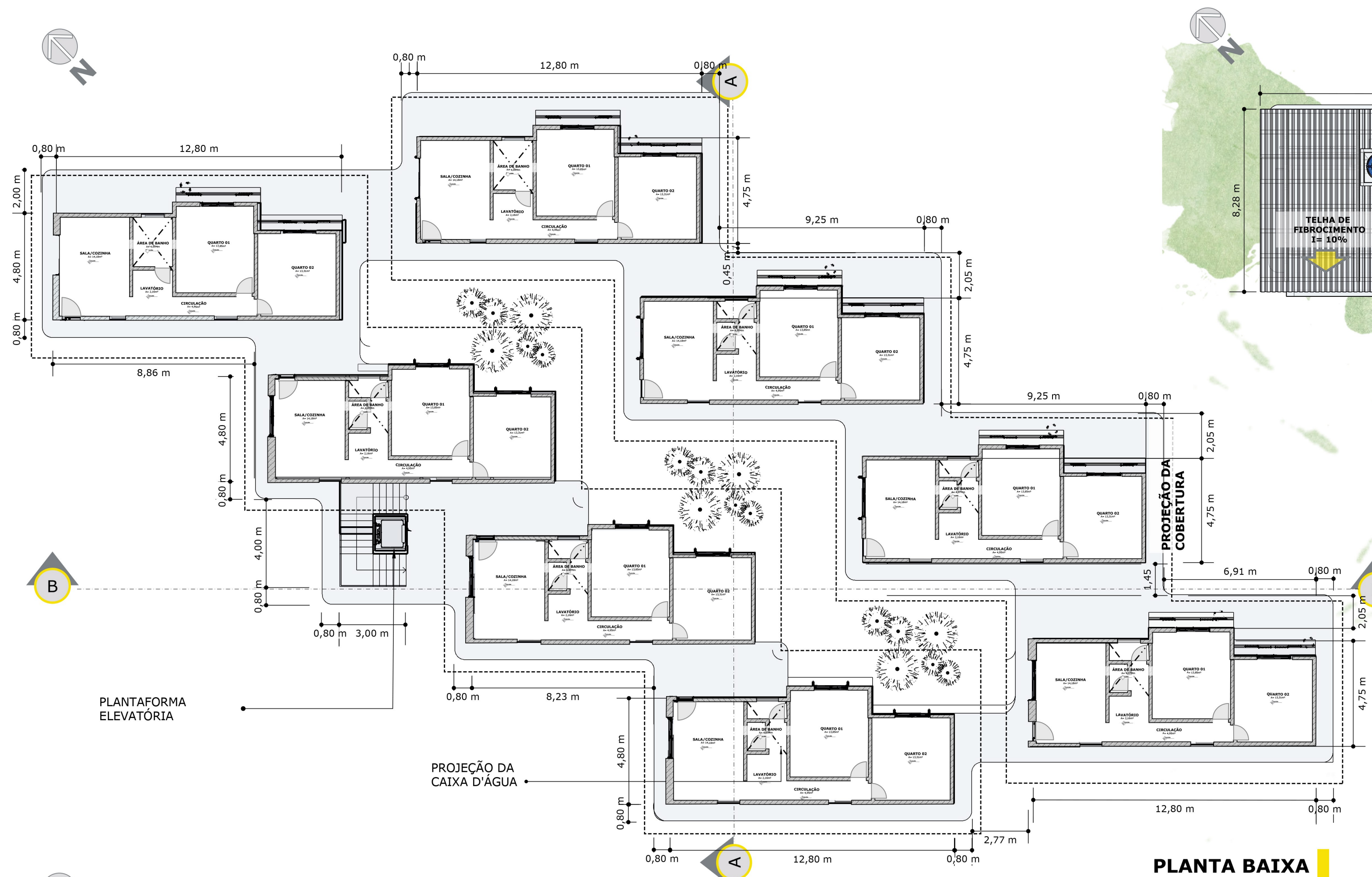
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPAPMA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE
CENTRO DE TECNOLOGIA

DISCENTE: MANUELA DE SOUZA LEITE
ORIENTADORA: EUNÁDIA SILVA CAVALCANTE
TEMA: CA.SU.LOS
PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.

ESCALA: INDICADA
DATA: 27, JULHO, 2020

CONTEÚDO:
PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA / PLANTA DE SITUAÇÃO



QUADRO DE ESQUADRIAS						
	TAMANHO	PEITORIL	TIPO	MATERIAL	LOCAL	
PORTAS	P01	0,80m x 2,10m (L X H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA	SALA/ COZINHA
	P02	0,70m x 2,10m (L X H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA	QUARTO
	P03	0,60m x 2,10m (L X H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA	ÁREA DE BANHO
JANELAS	J01	1,80m x 1,10m (L X H)	1,00m	CORRER	MADEIRA JATOBA	SALA/ COZINHA
	J02	1,00m x 0,55m (L X H)	1,60m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA	BANHEIRO
	J03	1,45m x 1,10m (L X H)	1,00m	CORRER	MADEIRA JATOBA	QUARTO
	J04	1,00m x 0,60m (L X H)	1,55m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA	CIRCULAÇÃO
	J05	1,18m x 0,60m (L X H)	1,55m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA	CIRCULAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPAPMA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE
CENTRO DE TECNOLOGIA

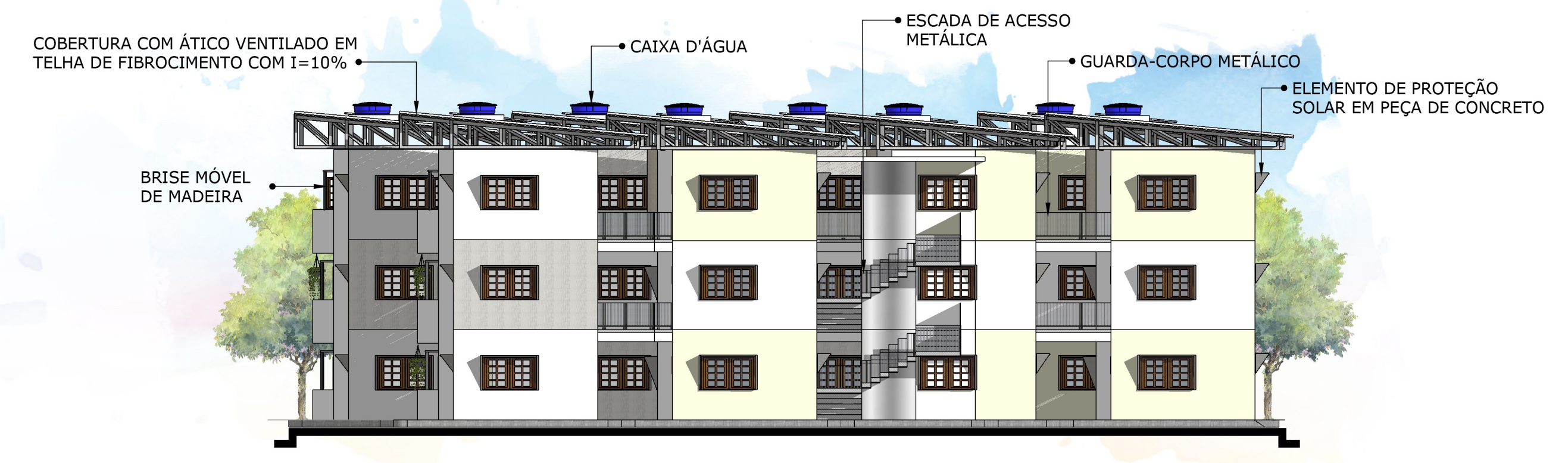
DISCENTE: MANUELA DE SOUZA LETTE
ORIENTADORA: EUNÁDIA SILVA CAVALCANTE
TEMA: CA.SU.LOS
PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.

ESCALA: INDICADA
DATA: 01, OUTUBRO, 2020

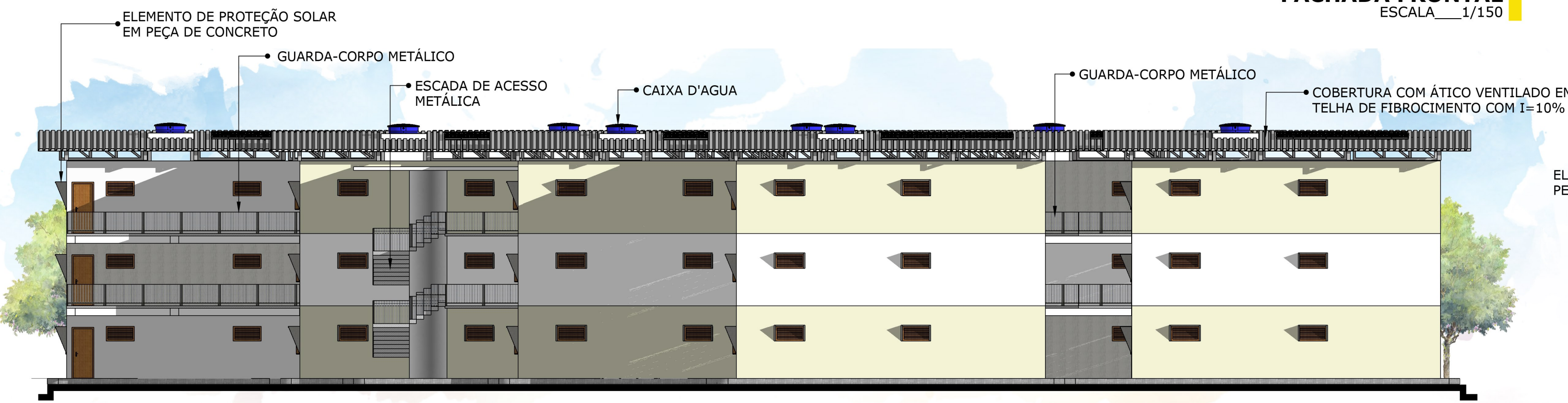
CONTEÚDO:
PLANTA DE COBERTURA/ PLANTA BAIXA/ PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO/ PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE VIGAS ESTRUTURAIS



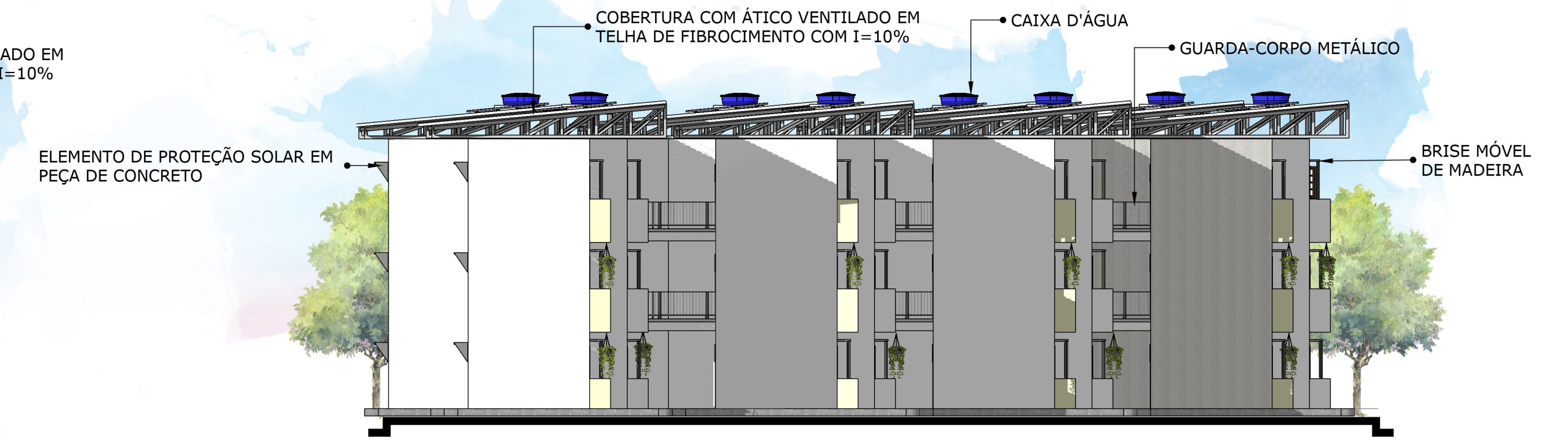
FACHADA FRONTAL
ESCALA 1/150



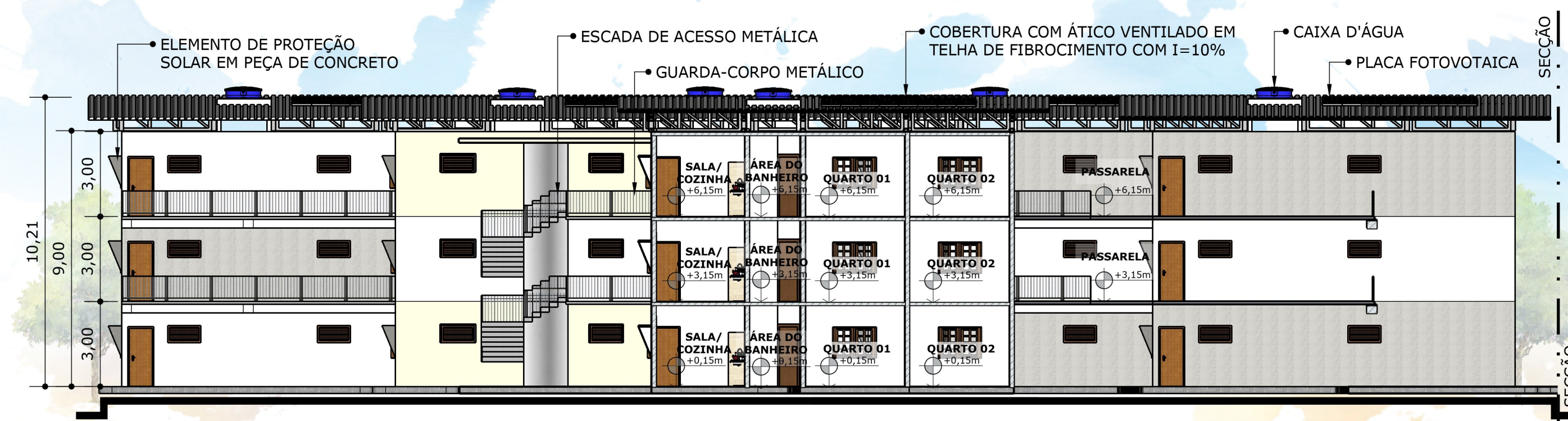
FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1/150



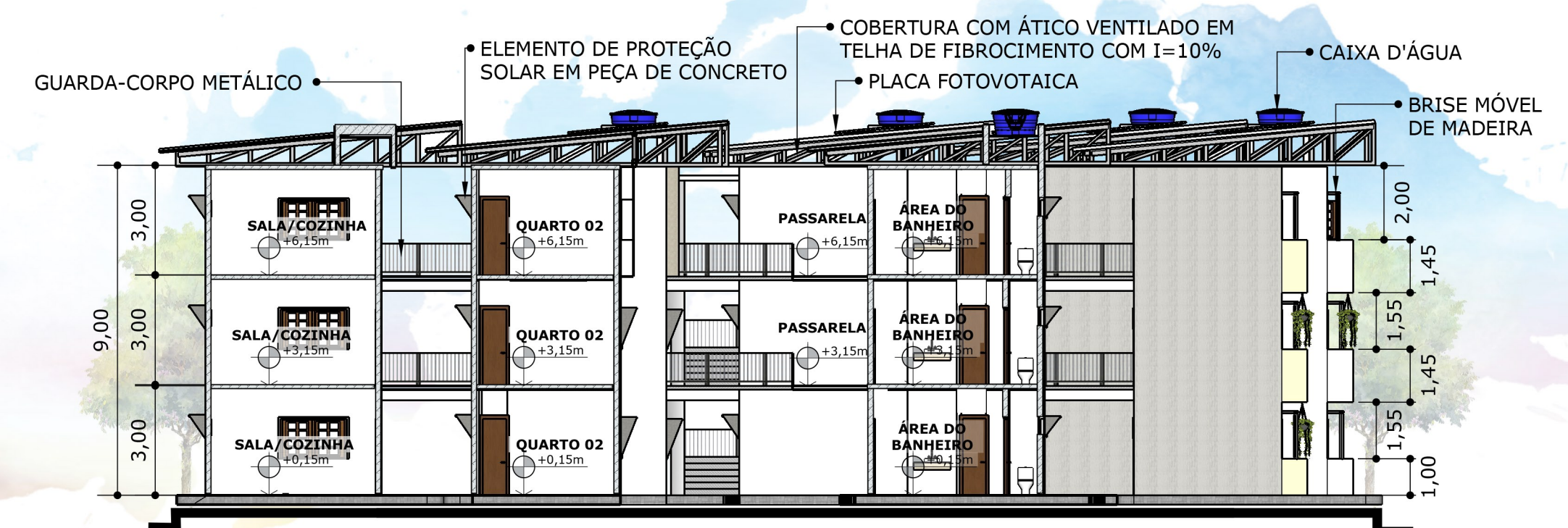
FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1/150



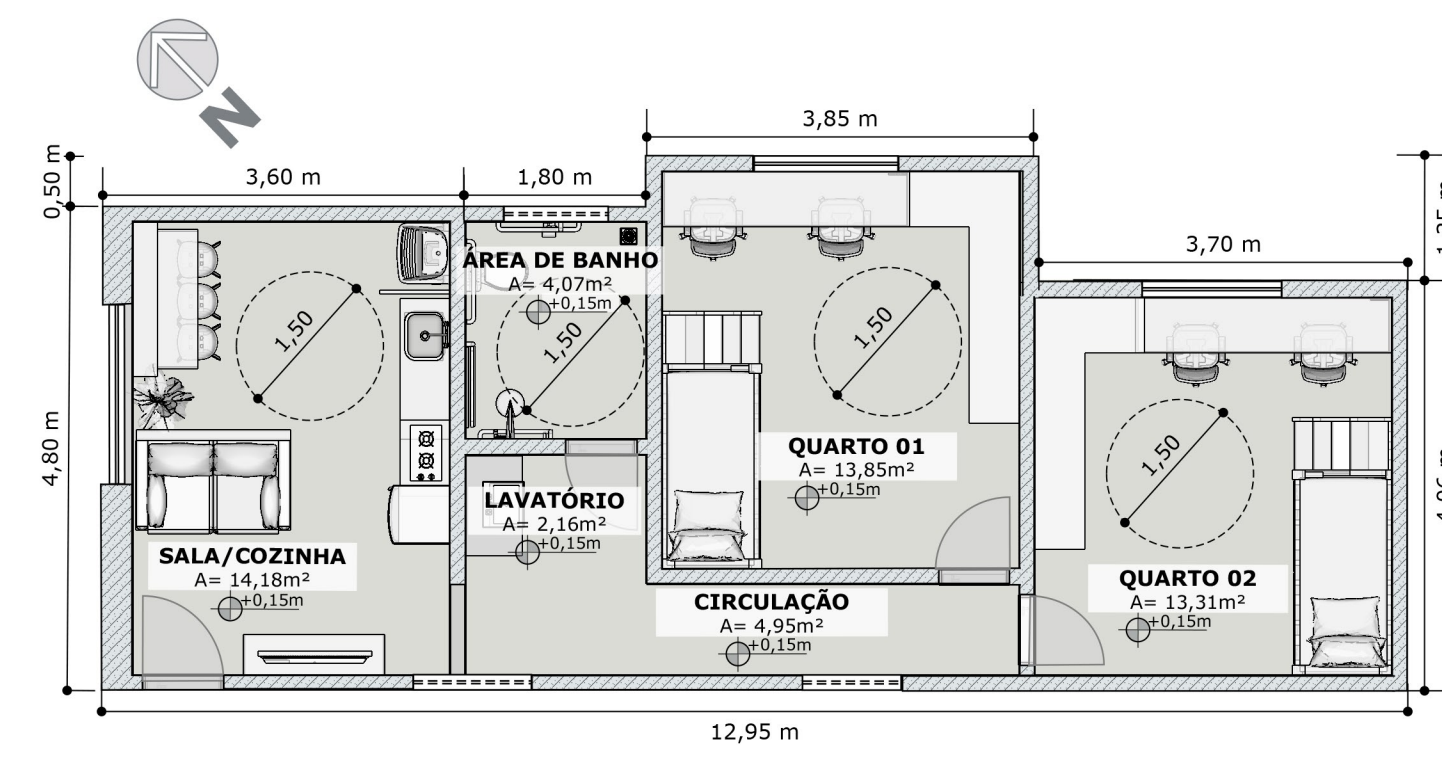
FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA 1/150



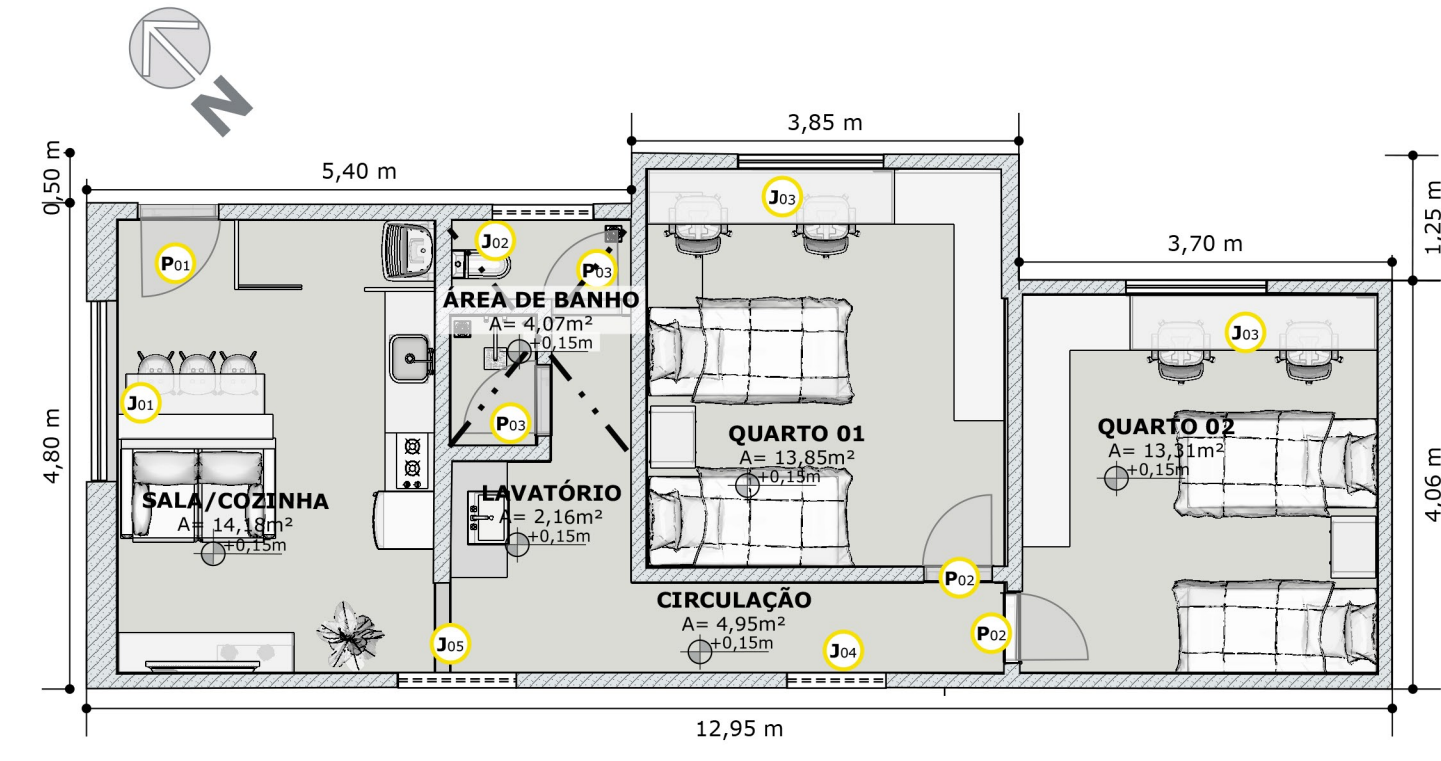
CORTE BB
ESCALA 1/150



CORTE AA
ESCALA 1/150



AMPLIAÇÃO DE APARTAMENTOS COM LAYOUT ACESSÍVEL
ESCALA 1/75



AMPLIAÇÃO DE APARTAMENTOS COM LAYOUT
ESCALA 1/75

QUADRO DE ESQUADRIAS					
	TAMANHO	PEITORIL	TIPO	MATERIAL	LOCAL
PORTAS	P01	0,80m x 2,10m (L x H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA / SALA/COZINHA
	P02	0,70m x 2,10m (L x H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA / QUARTO
	P03	0,60m x 2,10m (L x H)	-	GIRO	MADEIRA JATOBA / ÁREA DE BANHO
JANELAS	J01	1,80m x 1,10m (L x H)	1,00m	CORRER	MADEIRA JATOBA / SALA/COZINHA
	J02	1,00m x 0,55m (L x H)	1,60m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA / BANHEIRO
	J03	1,45m x 1,10m (L x H)	1,00m	CORRER	MADEIRA JATOBA / QUARTO
	J04	1,00m x 0,60m (L x H)	1,55m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA / CIRCULAÇÃO
	J05	1,18m x 0,60m (L x H)	1,55m	MAXIAR	MADEIRA JATOBA / CIRCULAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

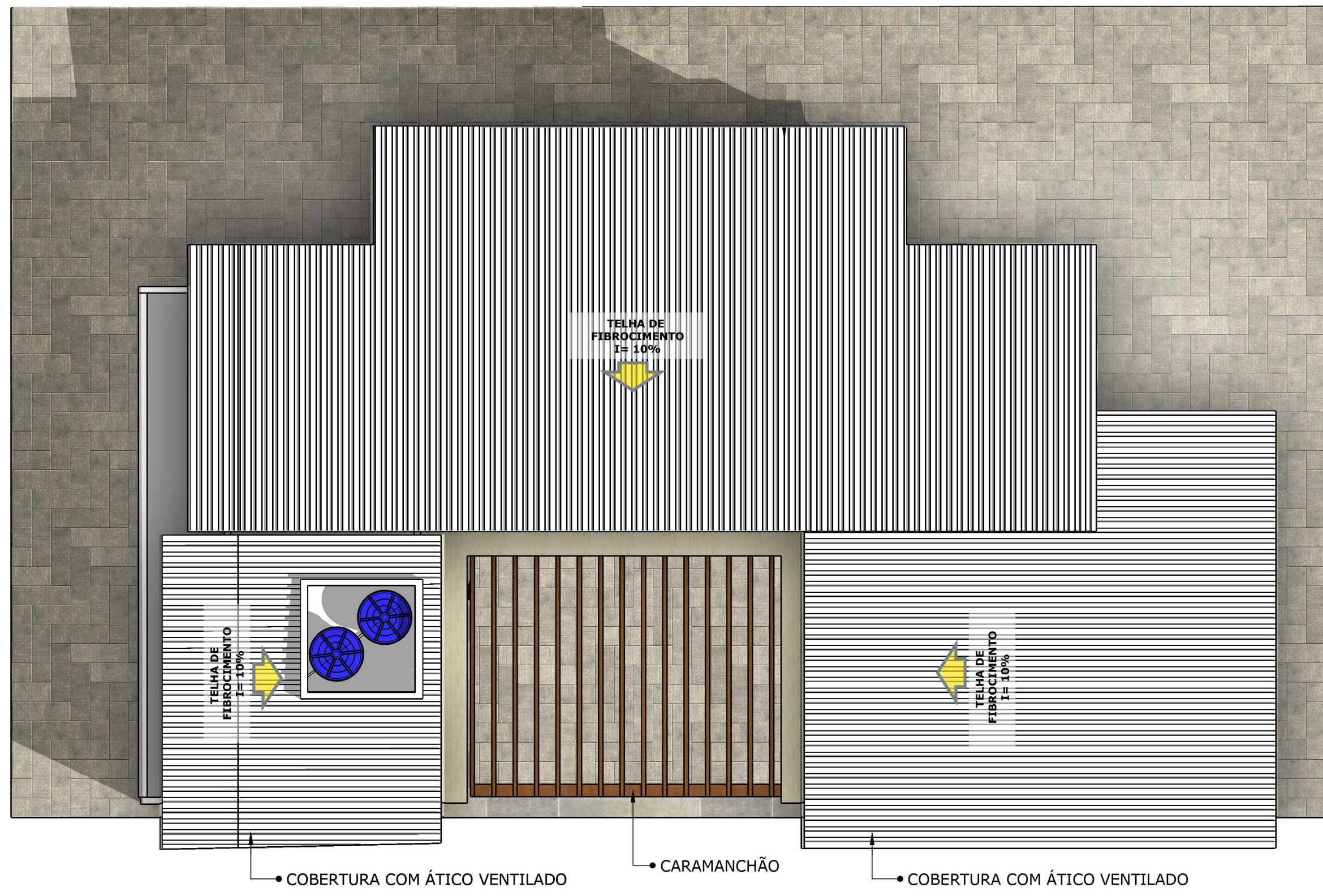
PPAPMA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE
CENTRO DE TECNOLOGIA

DISCENTE: MANUELA DE SOUZA LEITE
ORIENTADORA: EUNÁDIA SILVA CAVALCANTE
TEMA: CA.SU.LOS
PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.

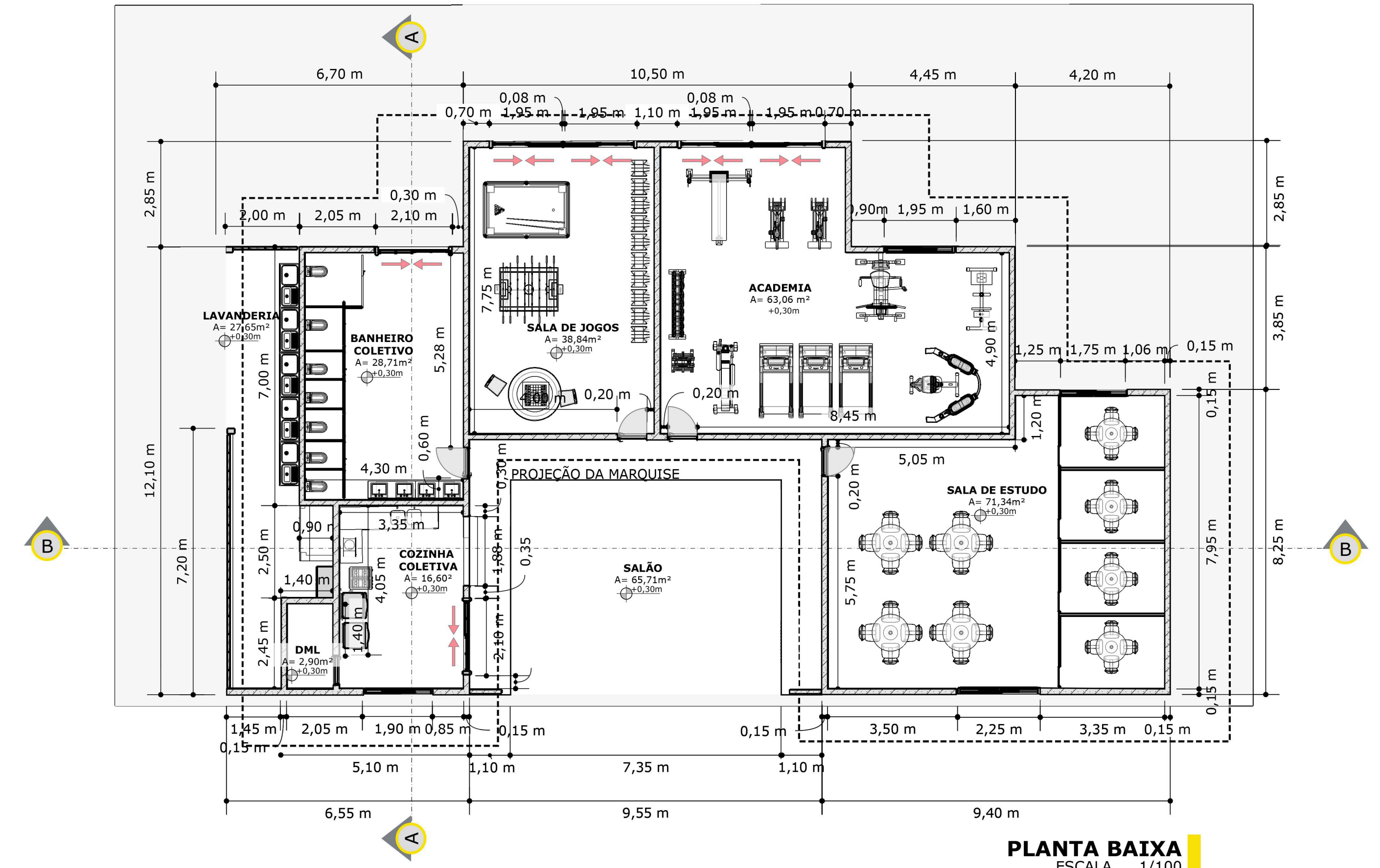
ESCALA: INDICADA
DATA: 01, OUTUBRO, 2020

CONTEÚDO:

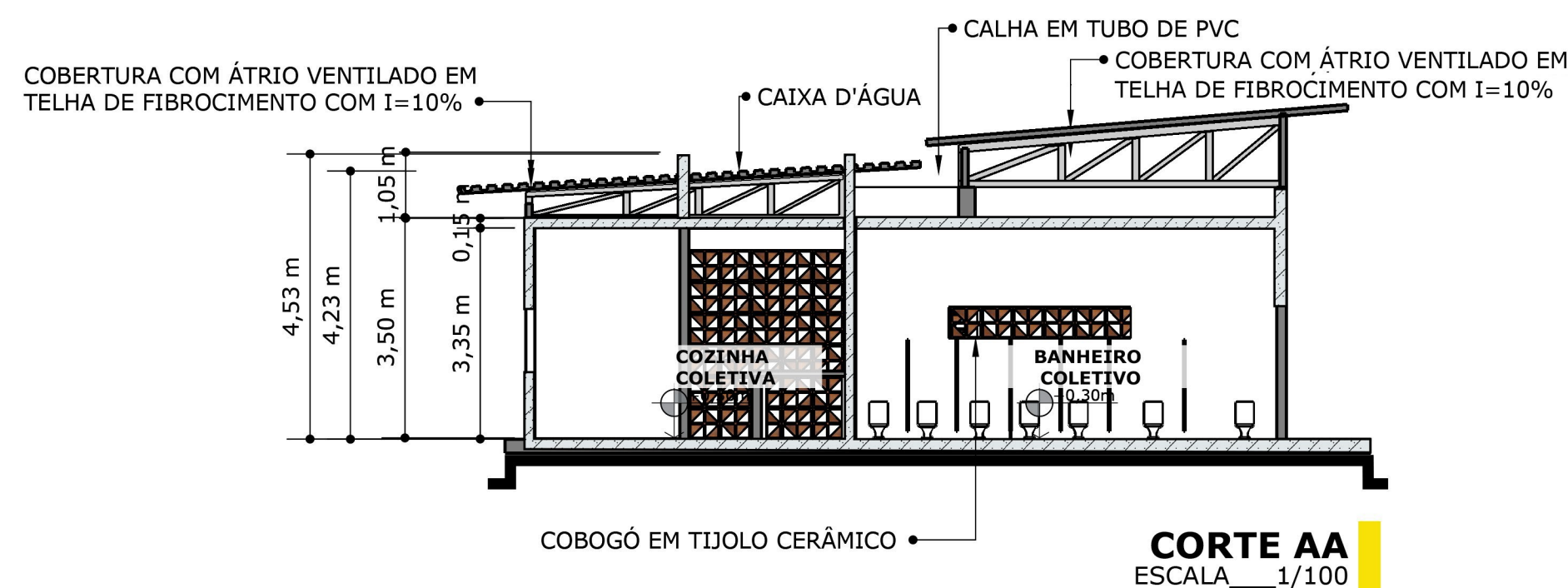
FACHADA FRONTAL/ FACHADA POSTERIOR/ FACHADA LATERAL ESQUERDA/ FACHADA LATERAL DIREITA/ CORTE AA/ CORTE BB/AMPLIAÇÃO DE APARTAMENTOS COM LAYOUT



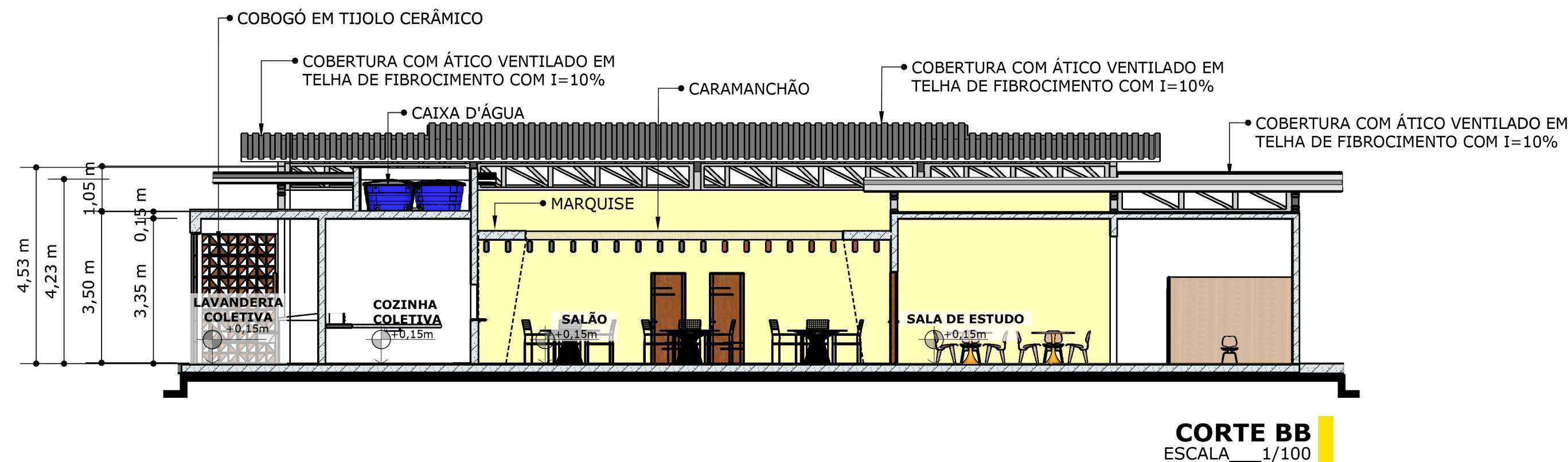
PLANTA DE COBERTURA
ESCALA 1/100



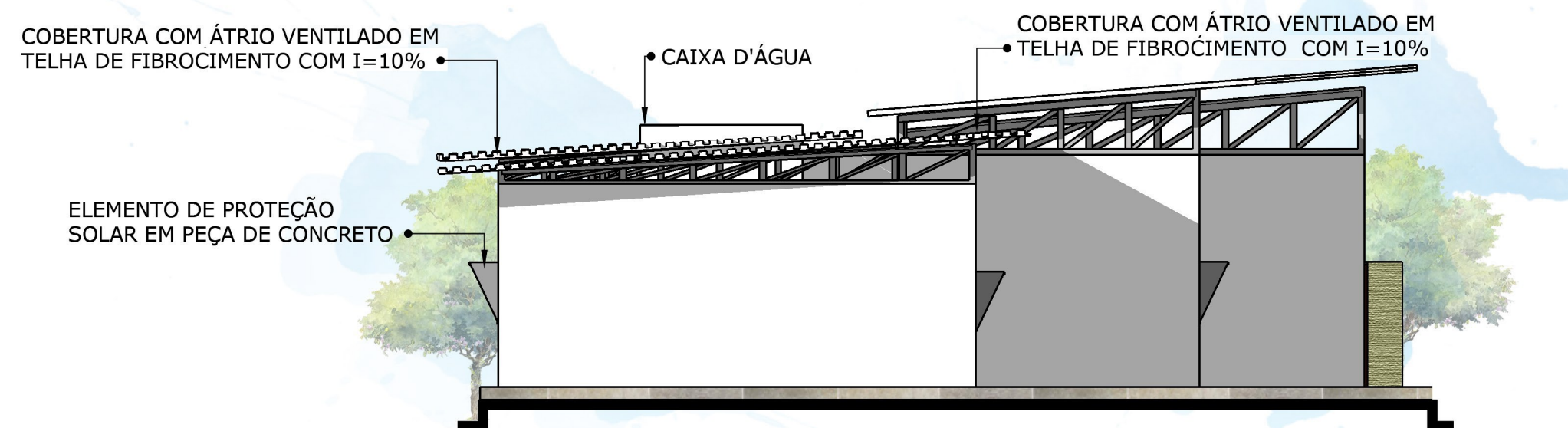
PLANTA BAIXA
ESCALA 1/100



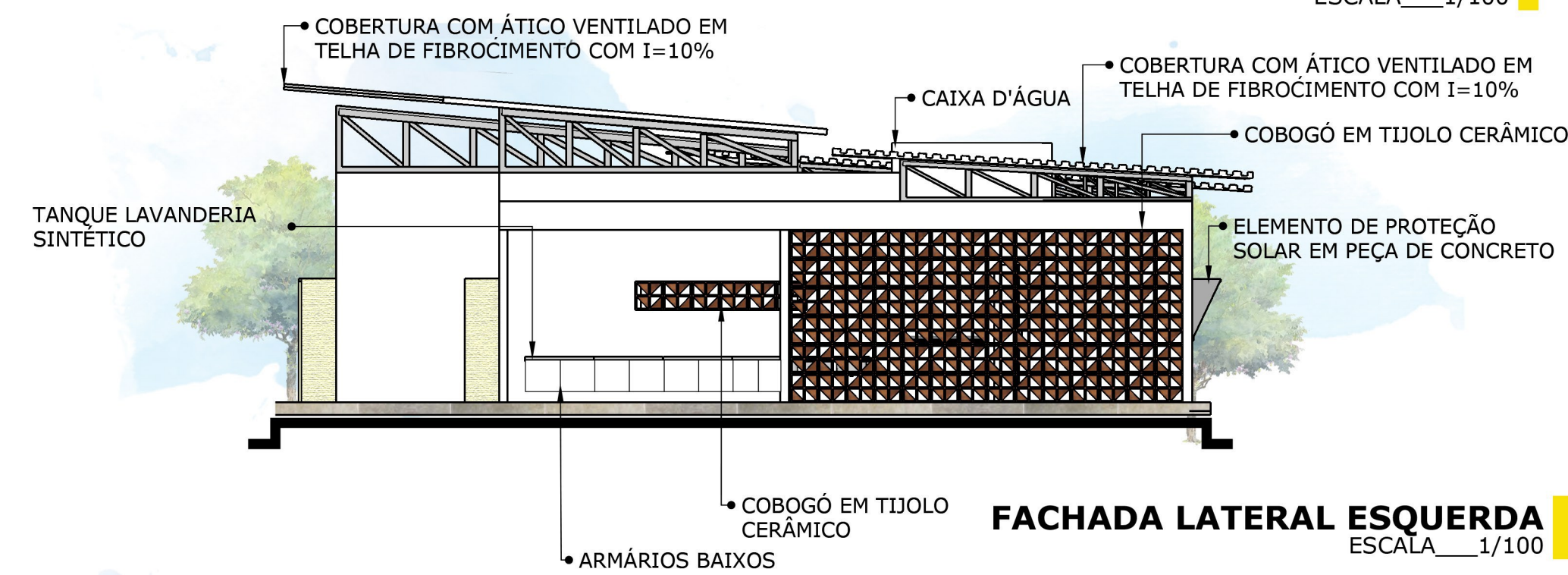
CORTE AA
ESCALA 1/100



CORTE BB
ESCALA 1/100



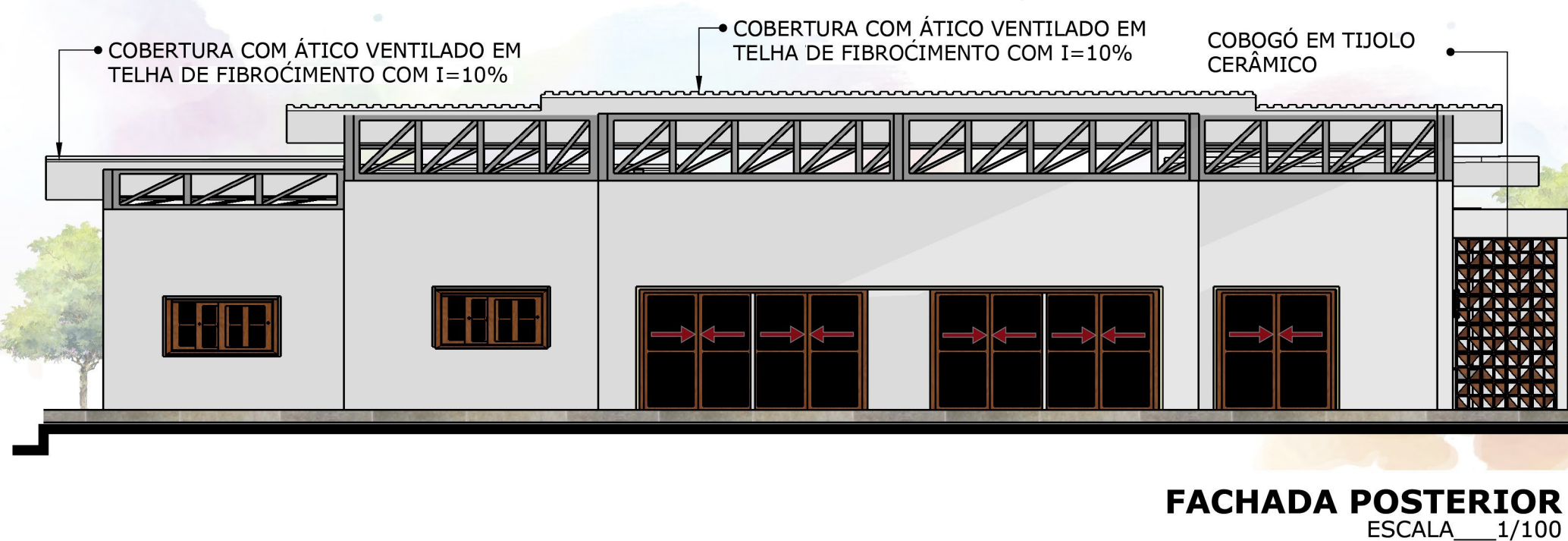
FACHADA LATERAL DIREITA
ESCALA 1/100



FACHADA LATERAL ESQUERDA
ESCALA 1/100



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1/100



FACHADA POSTERIOR
ESCALA 1/100

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPAPMA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE
CENTRO DE TECNOLOGIA

DISCENTE: MANUELA DE SOUZA LEITE
ORIENTADORA: EUNÁDIA SILVA CAVALCANTE
TEMA: CA.SU.LOS
PROPOSTA ARQUITETÔNICA PARA RESIDÊNCIAS UNIVERSITÁRIAS LOCALIZADA EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE E SECO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.

ESCALA: DATA:
INDICADA 20, AGOSTO, 2019

CONTEÚDO:
PLANTA DE COBERTURA/ PLANTA BAIXA/ FACHADA FRONTAL/ FACHADA POSTERIOR/ FACHADA LATERAL ESQUERDA/ FACHADA LATERAL DIREITA/ CORTE AA/ CORTE BB