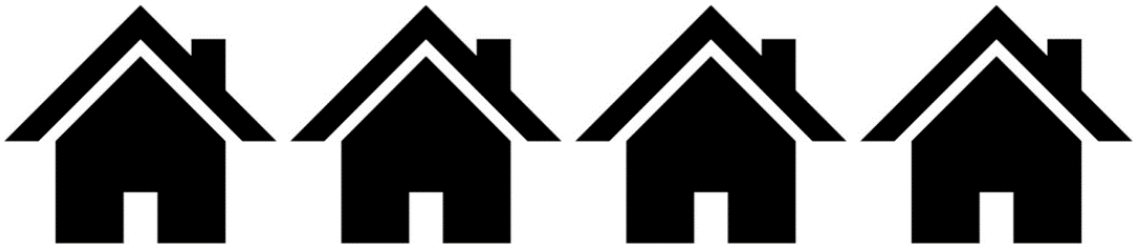
PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL



EDSON MUNIZ DE MELO NETO

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

EDSON MUNIZ DE MELO NETO

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

Natal, Julho de 2019

EDSON MUNIZ DE MELO NETO

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

Trabalho de Conclusão submetido ao Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio-ambiente do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob a forma de Projeto Arquitetônico e respectivo Relatório Técnico, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre profissional.

Orientadora: Professora Doutora Glauce Lilian Alves de Albuquerque

Natal, Julho de 2019

Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN -

Neto, Edson Muniz de Melo.
PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA: A coordenação Modular no Processo Projetual / Edson Muniz de Melo Neto. - Natal, 2019.
118f.: il.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE.
Orientador: Glauce Lilian Alves de Albuquerque.

1. Projeto Arquitetônico. 2. Habitações modulares. 3. Racionalização construtiva. 4. Coordenação modular. 5. Processo projetual. I. Albuquerque, Glauce Lilian Alves de. II. Título.

RN/UF/

EDSON MUNIZ DE MELO NETO

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

BANCA EXAMINADORA:

_____

Professora Doutora Glauce Lilian Alves de Albuquerque

Presidente (Orientadora) – UFRN

_____

Professora Doutora Edna Moura Pinto

Examinadora Interna – UFRN

_____

Professora Doutora Rafaela Santana Balbi

Examinadora Externa – UFERSA

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus.
A minha família, pela confiança e amor incondicional.
Aos meus avós Urbano e Maria Rita Cavalcanti (in memoriam), por tudo.
A minha avó Maria da Glória Rodrigues e ao meu tio Edmilson Rodrigues, por tudo.
A Amanda Ramile Brandão, por toda colaboração textual, pela paciência, pelo amor e apoio emocional.
A minha orientadora Glauce Lilian Albuquerque, pela orientação concedida e a todos os docentes do PPAPMA-UFRN, em especial, a Heitor Andrade Silva.
As professoras Edna Pinto e Rafaela Balbi, pelas significativas contribuições realizadas nas bancas de qualificação e de defesa do mestrado.
Aos meus colegas da turma do mestrado, em especial, Cícero Marques, Jéssica Vieira e Marcela Celani.
A minha amiga Renata Lobo, por toda colaboração nas imagens.
Ao meu amigo Emerson Macêdo, pelo apoio e incentivo acadêmico.
Ao meu amigo Diego Cavalcanti, por acolher e acreditar no projeto.
Ao meu amigo Benigno Arruda, pelo suporte dado em Natal-RN.
A Faculdade Paraíso do Ceará, pela compreensão nas minhas ausências.
A todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada.

“Para o arquiteto exercer sua profissão de uma forma plena,
ele tem que participar da construção em todos os níveis”
João Figueiras Lima

RESUMO

Este trabalho de conclusão de mestrado profissional consiste em uma proposta arquitetônica de habitações modulares com ênfase na racionalização construtiva. Este documento é composto por um relatório técnico e um projeto arquitetônico. O presente trabalho teve por objetivo elaborar um anteprojeto para uma edificação multifamiliar em Macaparana-PE, com ênfase na racionalização construtiva, a partir da aplicação de algumas estratégias projetuais em seu processo de concepção, de modo a reduzir os desperdícios de materiais na construção e diminuir o tempo de execução da obra. Para alcançar tal objetivo, a proposta foi fundamentada em critérios técnicos e construtivos que apontaram a possibilidade de adoção do sistema de coordenação modular como ferramenta de integração entre o projeto arquitetônico e a construção, durante todo o processo projetual. Os procedimentos metodológicos descreveram o desenvolvimento e a evolução da proposta através de representações gráficas de croquis e diagramas, cujas premissas exploraram os aspectos formais, adotar um módulo padrão e identificar o sistema construtivo melhor condizente com as limitações técnicas da mão de obra local, juntamente com a viabilidade econômica. Diante desse pressuposto, foram aplicadas as seguintes estratégias projetuais: formas puras e linhas retas; rigor geométrico; compactação dos espaços internos; alvenaria racionalizada; padronização das aberturas e do sistema estrutural. Nessa conjectura, o resultado final desta pesquisa buscou contribuir, assim, com soluções que possam ser implementadas por arquitetos e projetistas, que abordam a temática em questão aplicada à esfera projetual.

Palavras-chave: Projeto Arquitetônico; Habitações modulares; Racionalização construtiva; Coordenação modular; Processo projetual.

ABSTRACT

This work of completion of professional masters consists of an architectural proposal of modular housing with emphasis on constructive rationalization. This document is composed of a technical report and an architectural design. The objective of this work was to prepare a preliminary project for a multi-family building in Macaparana-PE, with emphasis on constructive rationalization, from the application of some design strategies in its design process, in order to reduce the waste of materials in construction and decrease the execution time of the work. In order to achieve this objective, the proposal was based on technical and constructive criteria that pointed to the possibility of adopting the modular coordination system as a tool for integration between the architectural design and the construction during the entire design process. The methodological procedures described the development and evolution of the proposal through graphic representations of sketches and diagrams, whose premises explored the formal aspects, adopt a standard module and identify the construction system best suited to the technical limitations of the local workforce, together with economic viability. Given this assumption, the following design strategies were applied: pure forms and straight lines; geometric rigor; compaction of internal spaces; streamlined masonry; standardization of openings and structural system. In this conjecture, the final result of this research sought to contribute, therefore, with solutions that can be implemented by architects and designers, who approach the theme in question applied to the design sphere.

Keywords: Architectural project; Modular housing; Constructive rationalization; Modular coordination; Project process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Construção em Timbaúba-PE – Estrutura em concreto armado + tijolos cerâmicos de vedação 24
Figura 2.2: Construção em Orobó-PE – Estrutura em concreto armado + tijolos cerâmicos de vedação 25
Figura 2.3: Construção em Bom Jardim-PE – Laje treliçada em concreto com enchimento em lajotas cerâmicas 25
Figura 2.4: Estratégias projetuais para o sistema construtivo 27
Figura 2.5: Torre Cápsula, 1972 34
Figura 2.6: Colunas gregas e seus vãos 37
Figura 2.7: Habitação típica japonesa 38
Figura 2.8: Le Modulor 39
Figura 2.9: Sistema de Referência 40
Figura 2.10: Reticulado modular espacial de referência 41
Figura 2.11: Quadriculados modulares M, 3M e 24M 42
Figura 3.1: Casa de Caixa – Rua interna 43
Figura 3.2: Casa de Caixa – Partido formal arquitetônico 44
Figura 3.3: Casa de Caixa – Plantas baixas 45
Figura 3.4: Casa Pentimento – Módulo 46
Figura 3.5: Casa Pentimento – Partido formal arquitetônico 47
Figura 3.6: Casa Pentimento – Sistema estrutural 47
Figura 3.7: Casa Pentimento – Degraus da escada 48
Figura 3.8: HIS modular – Partido formal arquitetônico 49
Figura 3.9: HIS modular – Relação dos cheios e vazios 50
Figura 3.10: HIS modular – Coordenação modular 50
Figura 3.11: HIS modular – Planta baixa pavto. térreo 51
Figura 3.12: HIS modular – Planta baixa pavto. superior 51
Figura 3.13: HIS modular – Pátio lateral 52
Figura 3.14: Viviendas San Inácio – Partido formal arquitetônico 53
Figura 3.15: Viviendas San Inácio – Vista isométrica da unidade habitacional 54
Figura 3.16: Viviendas San Inácio – Planta baixa pavto. térreo 55
Figura 3.17: Viviendas San Inácio – Planta baixa pavto. superior 55
Figura 3.18: Viviendas San Inácio – Panorama posterior do conjunto edificado 56
Figura 3.19: Viviendas San Inácio – Quintal da unidade habitacional 56
Figura 4.1: Mapa de Pernambuco – Macaparana 58
Figura 4.2: Vista aérea de Macaparana-PE 59

Figura 4.3: Padrões habitacionais de Macaparana-PE 60
Figura 4.4: Rua José Gomes de Andrade 61
Figura 4.5: Vista aérea do terreno 61
Figura 4.6: Levantamento Planialtimétrico do terreno 62
Figura 4.7: Zoneamento Bioclimático Brasileiro 63
Figura 4.8: Gráfico de amplitude térmica 64
Figura 4.9: Carta Psicrométrica para o período de inverno 65
Figura 4.10: Carta Psicrométrica para o período noturno ao longo do ano 65
Figura 4.11: Carta Psicrométrica para o período de verão 66
Figura 4.12: Esboço da análise bioclimática do terreno 66
Figura 4.13: Rosa dos ventos de Surubim-PE 67
Figura 4.14: Simulações de ventilação natural para predominância dos ventos 68
Figura 4.15: Simulação solar com o Heliodon 68
Figura 4.16: Propriedades de transmitância térmica dos blocos de vedação 69
Figura 5.1: Brinquedo modular 70
Figura 5.2: Agrupamentos modulares 71
Figura 5.3: Macrozoneamento das unidades habitacionais 72
Figura 5.4: Esboço da tipologia sobrado geminado 73
Figura 5.5: Vista isométrica do terreno 80
Figura 5.6: Prisma regular monolítico 81
Figura 5.7: Macro divisão modular 81
Figura 5.8: Subtrações modulares 82
Figura 5.9: Subdivisão modular 82
Figura 5.10: Cromatismo nas fachadas 83
Figura 5.11: Dormitórios unidades habitacionais 83
Figura 5.12: Definição do módulo 84
Figura 5.13: Zoneamento modular da unidade habitacional 85
Figura 5.14: Tijolos cerâmicos 86
Figura 5.15: Dimensão modular das treliças unidirecionais + Lajotas cerâmicas 86
Figura 5.16: Coordenação modular – Unidade habitacional 87
Figura 5.17: Alvenaria cerâmica de vedação racionalizada 88
Figura 5.18: Habitação modular – Fundações 89
Figura 5.19: Habitação modular – Armação das treliças unidirecionais em concreto 89
Figura 5.20: Habitação modular – Armação das treliças em concreto + Lajotas cerâmicas 90
Figura 5.21: Habitação modular – Conformação das lajes 90
Figura 5.22: Habitação modular – Assentamento das alvenarias racionalizadas 91

Figura 5.23: Habitação modular – Alvenaria racionalizada 91
Figura 5.24: Sistema estrutural – Fundações..... 92
Figura 5.25: Sistema estrutural – Pilares 92
Figura 5.26: Sistema estrutural – Vigas 93
Figura 5.27: Sistema estrutural – Lajes..... 93
Figura 5.28: Plástica – Conjunto edificado..... 94
Figura 5.29: Materialização – Conjunto edificado..... 94
Figura 6.1: Proposta Projetual – Planta baixa pavto. térreo 97
Figura 6.2: Proposta Projetual – Planta baixa 1º pavimento..... 98
Figura 6.3: Proposta Projetual – Planta baixa 1º pavimento (ampliações) 99
Figura 6.4: Proposta final – Partido formal edificado..... 100
Figura 6.5: Proposta final – Conformação da esquina..... 101

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Quadro síntese..... 57
Quadro 5.1: Dilemas x Metas Projetuais..... 74
Quadro 5.2: Estratégias Projetuais 75
Quadro 5.3: Programa de necessidades + Premissas Projetuais..... 76

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica
BNH – Banco Nacional da Habitação
CBC – Centro Brasileiro da Construção
CPIC - Cadeia de Produção da Indústria da Construção
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
IDGE – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Gerencial
IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
FIBRA – Federação das Indústrias de Brasília
NBR – Norma Brasileira Registrada
PIB – Produto Interno Bruto
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SI – Sistema Internacional de Medidas
SINDICER-PE – Sindicato dos Ceramistas de Pernambuco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **15**
PARTE I: REFERÊNCIAS PARA O PROJETO **20**
2 REFERENCIAL TÉORICO-CONCEITUAL **20**
2.1 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA 20
2.1.1 SISTEMA CONSTRUTIVO 22
2.1.2 SISTEMA ESTRUTURAL 29
2.2 COORDENAÇÃO MODULAR 31
2.2.1 MÓDULO 36
3 ESTUDOS DE REFERÊNCIA **43**
3.1 CASA DE CAIXA – YURI VITAL, 2006 43
3.2 CASA PENTIMENTO – DAVID BARRAGÁN E JOSE MARIA SÁEZ, 2006 46
3.3 HIS MODULAR – METROPOLITANO ARQUITETOS, 2013 49
3.4 VIVIENDAS SAN IGNACIO – IX2 ARQUITECTURA, 2016 53
3.5 SÍNTESE DOS ESTUDOS 57
PARTE II: PROPOSTA PROJETUAL **58**
4 CONDICIONANTES PROJETUAIS **58**
4.1 A ÁREA DE INTERVENÇÃO E PÚBLICO ALVO 58
4.2 ASPECTOS FÍSICOS E AMBIENTAIS 62
4.3 ASPECTOS LEGAIS 69
5 CONCEPÇÃO E PROCESSO PROJETUAL **70**
5.1 CONCEITO DO PROJETO 70
5.2 IMPLANTAÇÃO E ESTRATÉGIAS PROJETUAIS 72
5.3 PROGRAMA ARQUITETÔNICO 75
5.4 PARTIDO FORMAL ARQUITETÔNICO 77
5.5 APLICAÇÃO DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO MODULAR 84
5.6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO 92
6 DETALHAMENTO DA PROPOSTA FINAL **95**
6.1 ANTEPROJETO 95
6.2 PERSPECTIVAS 100
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **102**
REFERÊNCIAS **104**

1 INTRODUÇÃO

A moradia é uma das necessidades básicas do ser humano e teve como função primária abrigar seus moradores contra as intempéries. Nos primórdios, toda a concepção construtiva procedia do conhecimento empírico assimilado ao longo da história. Deste modo, o homem passou a empregar materiais disponíveis no meio através do aperfeiçoamento de eficientes práticas ancestrais de construção (BRAGA; ROCHETA, 2007). Entretanto, apesar de toda a evolução tecnológica conquistada, uma parcela significativa das obras ainda apresentam certa dissonância, visto que os projetos arquitetônicos costumam adotar premissas concernentes à racionalização.

A sociedade, por sua vez, vivencia um processo de transformação no modo de viver e compreender o mundo, onde questionamentos relacionados à racionalização e preservação dos recursos naturais, passam a integrar constantemente os discursos da população e a refletir numa preocupação crescente no mercado da construção civil. Neste contexto, o projeto arquitetônico exerce um papel preponderante, pois é durante o processo projetual, que consiste toda a trajetória percorrida desde a formulação e compreensão do problema até a concepção formal, em que o arquiteto pode definir estratégias pautadas em mitigar desperdícios de materiais e com isso, reduzir o tempo de execução da obra.

Outro motivo pertinente que justifica a escolha deste tema é de ordem pessoal – o rebatimento na prática profissional do autor – devido à necessidade e inquietude de aprimorar conhecimentos técnicos construtivos para concepção de habitações, cujo enfoque é a racionalização, em decorrência da demanda crescente de projetos desta natureza. Além disso, pode-se também constatar a escassez de trabalhos e pesquisas acadêmicas que discorrem sobre a temática em questão aplicada à esfera projetual. Contudo, uma possível justificativa para tal problemática é que uma grande parcela dos arquitetos, equivocadamente, costuma não correlacionar aspectos construtivos e tectônicos ao ato de projetar.

O processo projetual trata-se de uma atividade complexa e subjetiva como definir as atividades das pessoas, de modo a prever suas implicações sociais que concentram conhecimentos técnicos, científicos e artísticos (MOREIRA In KOWALTOWSKI et al. 2011). Assim, o processo mental sucede inicialmente por meio do entendimento da questão precípua e em seguida, a interpretação presentes em cada fase surge como premissa e exige por parte dos arquitetos e projetistas a multidisciplinaridade de conhecimentos para a tomada de sucessivas decisões projetuais. Essa investigação das implicações resultantes das estratégias adotadas será de suma importância para a apreensão do processo projetual, tanto sob o ponto de vista metodológico quanto conceitual.

Aliar arte, técnica e ciência aplicada é o grande desafio do processo de projeto, independente da experiência que se tenha, sempre podem surgir imprevisibilidades e questões não pressentida, assim, faz-se necessário refletir e prover de novos saberes, a fim de responder de forma adequada e fundamentada com base na competência técnica e no talento artístico do arquiteto no ato de projetar (VELOSO; ELALI, 2011). Nesse sentido, Franco (sem data) declara que o projeto tem grande capacidade em influenciar efetivamente os custos finais do empreendimento, visto que trata-se do principal indutor e articulador de todas as ações construtivas, ao assegurar o emprego eficaz da tecnologia.

O termo racionalização construtiva e suas variações podem ser analisadas sob diversos enfoques, sendo importante destacar que este trabalho não propõe fornecer os ganhos financeiros através de dados e planilhas de custos, embora seja um estudo pertinente que pode dar continuidade a esta pesquisa. Do mesmo modo, é notável a existência de um vasto campo de estudos relacionados a esta temática com distintas interpretações e variáveis de ordem econômica. Diante da impossibilidade de atender todo universo de abrangência, faz-se necessário esclarecer que alguns determinantes não serão levados em consideração no desenvolvimento deste trabalho ou serão menos aprofundados que as questões que transpassam os limites estabelecidos para a aplicabilidade em um projeto arquitetônico.

A construção civil brasileira é marcada por elevadas taxas de desperdícios, principalmente em obras mais afastados dos grandes centros urbanos, que dentre outros condicionantes, ocorrem principalmente por falta de planejamento operacional das edificações. Greven e Baldauf (2007) expuseram por meio de um manual que é “marcada, de um lado, por obras com um alto índice de produtividade e, de outro, por obras artesanais com altos índices de desperdício associados à baixa produtividade”. Tais desperdícios indicados contribuem com o aumento da degradação ao meio ambiente e da elevação dos custos finais por quem constrói ou comercializa, mas quem paga efetivamente pela ineficiência dos envolvidos no processo construtivo é o consumidor final que adquire o produto (PALIARI; SOUZA, 2006).

Com base não apenas mais no tripé *custo*, *qualidade* e *tempo*, mas também na consciência ambiental defronte ao atual cenário econômico, a Cadeia de Produção da Indústria da Construção (CPIC), consciente de que os recursos naturais são finitos, atrela como mais um elemento fundamental, a conservação e preservação do meio ambiente. Seguindo por esta vertente, a busca pela qualidade de vida das gerações futuras preza pela exploração racional e responsável de materiais, energia e tempo.

Diante destas premissas, o papel do projeto arquitetônico é incontestável, pois é através do mesmo que são definidos e especificados os parâmetros técnicos de

materiais e componentes que deverão constituir a construção de uma edificação. A partir destas considerações, faz-se necessário apontar a relevância de associar ao processo projetual, estratégias mais eficazes para a obtenção de ganhos nos âmbitos sustentável e econômico, uma vez que fomenta ainda mais a necessidade em reduzir os cortes, os ajustes ou eventuais desperdícios de componentes e recursos.

Nesse contexto, o sistema de coordenação modular merece especial destaque, por se tratar de um instrumento que de acordo com Penteado (1980), torna possível "ordenar e racionalizar a construção desde o projeto e fabricação dos componentes, até a execução da obra, podendo ser aplicada tanto na construção tradicional, quanto nas construções que utilizam processos de pré-fabricação". Diante do exposto, pode-se afirmar que a questão problema que fomentou este trabalho foi: **Como aplicar estratégias projetuais com ênfase na coordenação modular para se obter a racionalização construtiva para uma edificação residencial compacta?**

Assim, o objetivo geral consiste em "elaborar um projeto para uma edificação residencial compacta, a partir da aplicação de estratégias projetuais em seu processo de concepção, com ênfase na racionalização construtiva".

Nesse sentido, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Implementar a coordenação modular como uma ferramenta de integração entre o projeto e a construção na fase de concepção;
- Identificar limitações técnicas da mão de obra local, para determinar o sistema construtivo melhor condizente com a execução da proposta;
- Definir e aplicar estratégias projetuais a partir de princípios da racionalização construtiva, de modo a reduzir os desperdícios de materiais e diminuir o tempo de execução da obra.

O trabalho apresenta em seu universo de estudo a cidade de Macaparana, localizada na Zona da Mata Norte do estado de Pernambuco, que detém um clima tropical e vegetação nativa típica do Agreste Nordestino. Trata-se de um pequeno município com população estimada de 25.214 habitantes, segundo último censo do IBGE (2017), e distante, aproximadamente, 118 km da capital do estado, Recife. O terreno escolhido para o desenvolvimento desse projeto está situado às margens da rodovia PE-089, no bairro Distrito Industrial do Cirão. A área evidencia uma vocação residencial e oferta localização privilegiada em relação aos acessos e a infraestrutura da cidade.

Dessa forma, o objeto de estudo a ser desenvolvido e proposto corresponde a um projeto arquitetônico de uma edificação residencial de pequeno porte, composta por quatro unidades habitacionais compactas, que visa atender às demandas pertencentes à classe média baixa. A proposta arquitetônica foi concebida a partir da elaboração e

aplicação de estratégias projetuais fundamentadas em princípios da racionalização construtiva, através da adoção do sistema de coordenação modular ao processo projetual. A expectativa é que o produto final do trabalho seja exequível do ponto de vista econômico e que possa servir de referência para outros estudos, ao promover uma reflexão crítica acerca de projetos de arquitetura.

Para tanto, alguns procedimentos metodológicos procederam na elaboração da proposta em questão. Inicialmente, de forma a investigar e definir algumas estratégias projetuais, foi realizada pesquisa bibliográfica, visando ampliar a compreensão e a contextualizando com a construção de um referencial teórico sobre o tema em estudo. Em paralelo, outras fontes de pesquisa nortearam as tomadas de decisões ao longo do processo projetual, e posteriormente foram realizadas visitas em campo e coleta de dados obtidos por meio da análise de condicionantes legais, físicos e ambientais do terreno, imprescindíveis quando se objetiva definir um produto com finalidade real de execução da proposta.

Os estudos de referência foram selecionados com a finalidade de amparar a definição da programação arquitetônica e o desenvolvimento da proposta. Segundo Marconi e Lakatos (2003), correntemente costuma ser “um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema”. A análise de exemplares foi imprescindível para subsidiar melhor as resoluções das estratégias a serem adotadas no projeto arquitetônico. Assim, foram escolhidos quatro projetos correlatos do corrente trabalho, sendo: uma residência unifamiliar, dois conjuntos habitacionais e um outro fruto de um concurso nacional para habitações, cujas estratégias utilizadas servirão de rebatimentos projetuais ao se relacionar com o enfoque aqui proposto, tais como: coordenação modular; habitações modulares e racionalização construtiva.

O trabalho está dividido em dois volumes. O primeiro, fracionado em parte I e parte II, compreende todo o aporte teórico, com registro textual e ilustrado por meio de diagramas e croquis, no qual foram apresentadas as etapas do processo projetual, juntamente com o memorial descritivo e justificativo do projeto final. Desta forma, a parte I do trabalho é constituída por três capítulos, em que o primeiro apresenta essa introdução. O capítulo dois contempla um breve referencial teórico-conceitual dos conceitos abordados de racionalização construtiva, alinhadas à coordenação modular nos sistemas estruturais e construtivos adotados para o desenvolvimento do projeto. Em conformidade com tais princípios, o capítulo três analisa e explana quatro estudos de referências projetuais que serviram de base para o projeto arquitetônico.

Por fim, a parte II é elaborada a partir do capítulo quatro, em que se discorrem as decisões projetuais necessárias para concepção e desenvolvimento do projeto, como

a área de intervenção, o público alvo, os condicionantes físicos e ambientais e os aspectos legais. Com isso, o processo de concepção e desenvolvimento do projeto estão contidos no capítulo cinco, em que se apresentam os fatores determinantes do processo projetual. O anteprojeto e as perspectivas são expostas no capitulo seis. Em seguida, o capítulo sete ampara as considerações finais e as referências. Por último, o segundo volume contempla a representação gráfica da proposta final em fase de anteprojeto, mediante pranchas contendo as plantas, os cortes e as fachadas.

PARTE I: REFERÊNCIAS PARA O PROJETO

2 REFERENCIAL TÉORICO-CONCEITUAL

O capítulo em questão contempla cinco pontos de significativa relevância para o processo de referencial teórico-conceitual da proposta arquitetônica desenvolvida nesta dissertação. São esses: a racionalização construtiva, propondo mais economia ao projeto; o sistema construtivo, respeitando as estratégias projetuais determinadas; o sistema estrutural, contemplando a forma, a função e a concepção; a coordenação modular, indicando método e o Módulo, como elemento padrão deste método.

2.1 RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA

> Em tempos de amplas e inusitadas referências para a investigação arquitetônica, a opção pelo racionalismo construtivista pode parecer para alguns um antagonismo, enquanto para outros, longe de ser uma ideologia reducionista e ultrapassada continua um fértil caminho de investigação. (CAMARGO, 2008, p.1).

A construção civil é de suma importância e tem grande representatividade na economia do país, sendo uma das indústrias que mais cresceu nas últimas décadas. Apesar da atual situação econômica de recessão, ainda assim, corresponde por 6,2% do produto interno bruto (PIB) nacional de acordo com os dados fornecidos pela Federação das Indústrias de Brasília (FIBRA) em 2017. Por outro lado, como reflexo dessa parcela, são apontados indicadores alarmantes relacionados ao uso dos recursos naturais e geração de resíduos na execução das obras. Neste cenário, Carneiro et al. (2001) ressalta que a cadeia da construção civil é uma das maiores consumidoras de matérias primas naturais. Estima-se que a construção civil utilize em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade.

Nessa perspectiva, todo e qualquer forma de desperdício deve ser combatido na construção, assim como, a utilização de recursos empregados além do necessário à produção (PINHO; LORDSLEEM JR, 2009). Os desperdícios ocorrem por inúmeros fatores, em várias escalas, de forma direta e indireta, em consequência da falta de treinamento por parte dos profissionais que atuam no canteiro de obras, até a falta de gestão integrada na indústria e perdas de materiais. Além disso, pode-se identificar dois tipos de perdas nas obras: (I) perda incorporada, que se refere ao excesso do consumo dos materiais nas obras; e (II) perda não incorporada, também denominada de entulho, se refere à parcela do material que se transforma em resíduo.

O projeto arquitetônico é outra fonte que também deve ser apontada como um fator indutor relevante no processo construtivo, na medida em que parte dos arquitetos apresenta certa resistência em rever o processo projetual, que em alguns casos associam variáveis de ordem construtiva apenas aos profissionais de engenharia. Como consequência, estudos apontam o aumento dos desperdícios nas construções, também pela falta de conexão de conhecimento e baixa correlação entre as soluções adotadas entre as partes atuantes na cadeia construtiva. Assim sendo, a compreensão e a interpretação ocorridas no processo projetual, surgem como diretrizes e exigem por parte dos profissionais de arquitetura a multidisciplinaridade de saberes para a tomada de sucessivas decisões projetuais (MOREIRA In KOWALTOWSKI et al. 2011).

O mercado da construção civil encontra-se em constante transformação, na busca por ações que otimizem o processo construtivo. Nota-se que está cada vez mais tangível, métodos que visam a máxima produtividade e redução dos custos (PINHO; LORDSLEEM JR, 2009). Neste cenário, a premissa da racionalização, revela uma alternativa que tem despertado interesse e tem sido a tônica de muitas empresas, atraídas também, pelo o notório aumento da competitividade. Assim, Rosso (1980) define o conceito da racionalização construtiva como a aplicação mais eficiente de recursos para obtenção de um produto composto de maior eficiência.

Para Sabbatini (1989), a racionalização construtiva pode ser definida por “um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em toda as suas fases". Contudo, a compreensão desse conceito não é universal, embora esteja de acordo com o senso comum. O significado da palavra racionalização – otimização, utilização racional – é de uso coloquial, sendo referido para ações de menores impactos, como uma simples mudança de ferramentas e técnicas no momento da execução.

Franco (sem data) destaca a racionalização construtiva como um método de gestão que abrange mais do que conhecimentos técnicos e sistemas construtivos. Trata-se de um processo que relaciona aspectos de organização e planejamento da cadeia da produção e percorre desde a concepção projetual, até a implantação de sistemas de qualidade e gestão da obra. Nesse pensamento, Rosso (1980) argumenta que não cabe aos arquitetos e projetistas apresentarem um universo de soluções possíveis, mas sim aquelas que atendam de fato às necessidades reais dos clientes nos aspectos funcionais, técnicos e econômicos.

Sabbatini (1989) argumenta que o que torna o processo de racionalização construtiva complexo, é o fato de não ser simples soluções excelentes para problemas com inúmeras variáveis, são intervenientes que atingem uma dimensão difícil de ser

equacionada e extrapolam o canteiro de obra. Para a implantação plena do método, conforme reflexões e abordagens dos autores pesquisados, faz-se necessária uma mudança de cultura em todo ambiente construtivo e é imprescindível que haja um esforço conjunto multidisciplinar na gestão de recursos humanos e suprimentos, ao longo da cadeia construtiva de um empreendimento.

Neste contexto, em decorrência da complexidade e significativa amplitude do tema aqui elucidado, este trabalho se propõe abordar questões delimitadas apenas ao campo projetual. Com isso, a partir da otimização do uso dos recursos naturais e de mão de obra disponíveis na área prevista de intervenção, serão definidas diretrizes projetuais delineadas em parâmetros técnicos, determinadas através de um trabalho conjunto entre arquitetos e construtores em virtude das especificações nas soluções empregadas na proposta a ser desenvolvida, com o propósito de mitigar as sobras de materiais, bem como reduzir o tempo de execução da construção, ou seja, a perda não incorporada.

2.1.1 SISTEMA CONSTRUTIVO

> [...] para realizar alguma coisa, deve-se ter domínio do que se propõe a fazer e de que forma fazer. Michelangelo, quando fez a cúpula da Basílica de São Pedro, estava lá para executá-la, sabia como colocar cada pedra. Isso é ofício, fruto do conhecimento. Ser um bom arquiteto implica conhecimento da composição e da construção. [...] (BORSOI, 2001, p.1)

A citação acima exposta pelo arquiteto carioca Acácio Gil Borsoi, defende o "fazer, fazendo" associado ao conhecimento aprimorado pelo domínio das técnicas construtivas, ao estabelecer uma relação íntima com o canteiro de obras e ressaltava que faz-se necessário saber muito sobre construção para poder conceber projetos de arquitetura. Além disso, o mesmo relatava que a arquitetura é produto da construção, não do projeto, e afirmava que o projeto é o meio para se chegar ao produto.

Uma dos principais desafios no processo projetual é a escolha do sistema construtivo, por existir uma grande variedade de opções. A tecnologia construtiva e dos materiais adotados são condicionantes que devem estar vinculados às estratégias desejadas para o projeto arquitetônico. O problema por sua vez, se reduz à escolha do sistema mais adequado ao partido arquitetônico, sendo imprescindível conceber a definição da solução estrutural a ser empregada. É importante ainda esclarecer que a materialização do projeto arquitetônico não depende apenas da tecnologia disponível no local e no tempo, mas também da cultura frente às técnicas construtivas do lugar, dos condicionantes e das exigências de cada projeto.

Em seu estudo, que tem como título “Arquitetura e domínio técnico: a prática de Marcos Acayaba”, Nakanishi (2007), aborda que o fenômeno do afastamento do arquiteto das questões técnicas emergiu na época da Renascença, sendo alvo de diversas críticas feitas por arquitetos modernistas. Na época da Revolução Industrial na Europa, emergiram os primeiros sinais da separação entre arte e técnica na arquitetura. Benévolo (1983) explica que, no período da Renascença, já se falava no dualismo de competências entre arquitetos e engenheiros, salientando as distinções entre projeto e execução. Nesta época, cabia ao arquiteto expressar o caráter artístico, enquanto que o engenheiro responsabilizava-se pela construção e pela técnica.

Nos dias atuais, percebe-se a influência deste fenômeno contaminando a imagem dos profissionais de arquitetura. No Brasil, ainda é comum associar ao papel do arquiteto apenas questões estéticas das construções, cabendo aos engenheiros questões relacionadas à construção. É da competência dos arquitetos definir as mais diversas diretrizes, formas e materiais que serão utilizados ao longo o processo construtivo do edifício. Os direcionamentos traçados por este profissional irão guiar suas escolhas e influenciar nos índices de economia, impacto ambiental e conforto (NAKANISHI, 2007). Portanto, é incumbência do arquiteto reconhecer a importância do conhecimento técnico somado ao fazer e ao pensar arquitetônico.

Na etapa de definir o partido arquitetônico, o sistema construtivo corresponde como um dos determinantes mais importantes, pois o mesmo carrega uma soma de características da cultura que define sua identidade. Mahfuz (1995) descreve o partido arquitetônico como sendo “uma aproximação, uma síntese dos aspectos mais importantes de um problema arquitetônico”. Assim sendo, em caráter interdisciplinar, o domínio técnico do profissional de arquitetura fornece importantes diretrizes para o “pensar” e o “fazer” arquitetônico. Uma vez que hierarquizam também a importância da apropriação e da qualificação tecnológica dos materiais e dos elementos de construção a serem empregados, de modo a garantir a viabilidade construtiva da edificação proposta (KENCHIAN, 2011).

Carlson-Reddig (1997) discorre sobre a importância na escolha e no uso dos materiais objetivando uma melhoria das atividades humanas, com a abordagem de questões relacionadas diretamente ao uso pragmático ou poético. Pragmaticamente, os materiais podem atender a necessidades particulares e circustânciais de cada atividade a ser estabelecida, tais como: segurança; conforto; acústica e manutenção. Assim, estabelecer diretrizes diretamente relacionadas ao arquiteto responsável com os clientes em particular.

No entanto, a autora americana mencionada acima, também enfatiza que a escolha dos materiais pode ser fundamentada na memória ou culturalmente estar

relacionada à tipologia material por uma interpretação de significado poético, uma vez que, contribuem para o caráter de uma região e, consequentemente, afeta a qualidade das atividades ou experiências humanas naquele lugar. Assim, os materiais podem contribuir para um sentimento de opulência ou simplicidade, em consonância entre o lugar e a atividade, que afeta a forma de sentir e pensar sobre o ato de projetar.

Para definir o sistema construtivo e os materiais condizentes para a execução da proposta arquitetônica a ser desenvolvida, faz-se necessário definir e adotar alguns procedimentos metodológicos. Com isso, será adotado o procedimento metodológico elaborado por Topalian (1980), que descreve o processo decisório em quatro etapas:

1. Coleta de informações (identificação de necessidades/ coleta de dados);
2. Interpretação (análise da informação/ identificação de instrumentos);
3. Formulação (concepção e desenvolvimento de alternativas);
4. Implementação (tomada de decisão).

Inicialmente, faz-se imprescindível expressar a familiaridade e a vivência que o autor possui com obras na região, uma vez que o mesmo desenvolve e acompanha obras em seu cotidiano há um certo tempo. Essa proximidade foi determinante para a realização de inúmeras visitas técnicas em algumas obras em andamento na região de sua autoria (Figuras 2.1 e 2.2), que possibilitou uma maior compreensão na realidade existente. Com o intuito de coletar informações acerca de materiais empregados e o melhor entendimento dos respectivos aspectos técnicos com profissionais da área construtiva. Dessa forma, buscou entender o processo construtivo com um todo com a compatibilização dos projetos complementares em uma fase anterior a execução.

Figura 2.1: Construção em Timbaúba-PE – Estrutura em concreto armado + tijolos cerâmicos de vedação

Fonte: Acervo do autor, 2018.

Figura 2.2: Construção em Orobó-PE – Estrutura em concreto armado + tijolos cerâmicos de vedação

Fonte: Acervo do autor, 2018.

Após as visitas técnicas e análise das informações obtidas em obras da região, foi perceptível constatar a adoção de um sistema construtivo onipresente na região – alvenaria tradicional de tijolos cerâmicos estruturada em concreto armado e lajotas cerâmicas como enchimento inerte para as lajes treliçadas (Figura 2.3). Nesse contexto, Justifica-se o emprego desse sistema por inúmeros fatores em virtude das limitações técnicas da mão de obra principalmente, oferta de materiais na região, uma vez que limitações técnicas da mão de obra na região em estudo, cujas obras não costumam apresentar profissionais habilitados, tampouco projetos arquitetônico ou estrutural.

Figura 2.3: Construção em Bom Jardim-PE – Laje treliçada em concreto com enchimento em lajotas cerâmicas

Fonte: Acervo do autor, 2019.

Os materiais empregados no setor da construção civil, principal consumidor de matérias-primas, contribuem significativamente para as mudanças climáticas, desde sua extração até a decomposição, contemplando toda o ciclo de vida (ACV). O início do processo é dado através da fabricação que deve-se avaliar o processo de extração da matéria prima, posteriormente o percurso ao longo da cadeia produtiva.

Desta forma, o emprego de materiais assertiva, minimiza o trabalho no local e de acabamentos, reduz desperdícios, custos ambientais de transporte, tempo de execução, impactos no lugar e imprevistos na obra. Justifica-se também nos critérios de sustentabilidade devido à proximidade entre a oferta dos materiais e a obra, pois durante o seu transporte haverá uma menor emissão de carbono para a atmosfera, reduzindo a energia embutida já que a distância entre a fabricação e o destino é bem pequena em concomitância com as limitações da mão de obra.

Esses componentes são comercializados por um custo baixo, uma vez que, a matéria-prima é constituída essencialmente do barro vermelho, insumo esse de fácil extração e que pode ser encontrado em grande quantidade em diversas olarias no município de Paudalho-PE. Segundo Cruz (2012), trata-se de um dos maiores polos de produção ceramista do estado de Pernambuco, responsável por 70% da produção de cerâmica vermelha, localizado a pouco mais de 70km do universo de estudo deste trabalho, em Macaparana-PE. Pela oferta de matéria-prima, pela grande produção e pela tradição do uso de tijolo cerâmico com a intensificação a partir de 1850, confirma Florenzano (2016), justifica a cultura do tijolo cerâmico no estado do Pernambuco.

Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER (2009), no Brasil, a cerâmica teve um impulso socioeconômico, alcançando US$ 6 bilhões, o que gerou 293 mil empregos diretos e 1.250.000 indiretos no país. De acordo com dados fornecidos pelo o IBGE em 2008, foram cadastradas 7.431 olarias que, em conjunto, produziram 4 bilhões de tijolos cerâmicos por mês. Já o Sindicato dos Ceramistas de Pernambuco - SINDICER-PE no seu relatório anual de 2010, comunicou que o setor gerou no estado 5 mil empregos diretos e 15 mil empregos indiretos, realçando seu potencial de crescimento.

O tijolo teve seu surgimento em épocas bastante remotas, não sendo possível definir com exatidão as suas origens, no entanto, associa seu surgimento à Era do Neolítico, cerca de 10.000 anos a.C. (CAMPBELL; PRYCE, 2005). Neste período, o ser humano, antes sedentário e passando a sobreviver da agricultura e da pecuária, passou a marcar seus espaços, dando início ao desenvolvimento da construção. Os tijolos mais antigos já conhecidos foram localizados em Jericó, próximo ao Mar Morto e eram feitos de lama, moldados à mão e secos ao sol. Visando maior resistência em detrimento da simples utilização da lama, os tijolos eram moldados e utilizados nas construções, sendo

uma opção mais viável que a pedra, em virtude da abundância de matéria-prima e da facilidade de transporte, afirmam os autores.

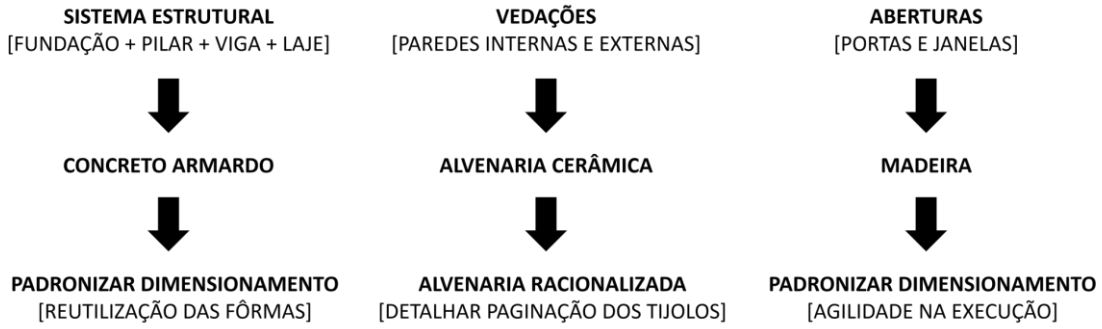
De acordo com Florenzano (2016), a cultura do uso do tijolo cerâmico provém das antigas civilizações surgidas no Oriente Médio, no qual o homem fez uso do material cozido para levantar alvenarias e materializar a arquitetura. No Brasil, o uso do tijolo cerâmico é datado logo no primeiro século de ocupação, principalmente na região Nordeste, nas capitais de Salvador e de Recife, tornando-a uma grande fonte de potencial empregabilidade, principalmente no período da Revolução Industrial com a necessidade de produção em massa.

Assim, a escolha foi dada principalmente pelos critérios a seguir:

- Limitações técnicas da mão de obra local;
- Oferta e fornecimento dos materiais e insumos na cadeia produtiva;
- Viabilidade econômica e tempo de execução.

No entanto, de modo a reduzir os desperdícios de materiais e diminuir o tempo de execução da obra, serão estabelecidas estratégias construtivas contribuintes sobre a qual se apoia este sistema, com o objetivo de dotá-las de atributos eficazes mediante a simplificação do processo construtivo, de modo a delinear o enfoque estabelecido da racionalização construtiva na Figura 2.4, são elas:

Figura 2.4: Estratégias projetuais para o sistema construtivo



Fonte: Acervo do autor, 2018.

A proposta arquitetônica será desenvolvida a partir da definição e aplicação de estratégias projetuais fundamentadas em princípios da racionalização construtiva e pela consequente compatibilização de projetos, através da implementação do sistema da coordenação modular em concepção centrada no sistema construtivo.

Com isso, será adotado o sistema estrutural em concreto armado moldado na obra com fundação, pilares, lajes treliçadas unidirecionais com enchimento em lajotas cerâmicas e todas as alvenarias de vedação em blocos cerâmicos. Tal entendimento exposto nos leva a compreender que mesmo ciente da existência de novos sistemas

construtivos mais racionais e avançados tecnologicamente, foi admitido o sistema construtivo convencional com influências culturais face à globalização.

2.1.2 SISTEMA ESTRUTURAL

> Conceber uma obra significa necessariamente pensar uma intenção de estrutura. Toda construção pressupõe uma estrutura, um material e uma técnica que a caracteriza. Assim, estrutura e arquitetura nascem juntas no momento do projeto. (LOPES, BOGÉA e REBELLO, 2006, p.35).

A partir deste fragmento de texto mencionado acima, pode-se exaltar que os avanços tecnológicos têm gerado mudanças nos aspectos relacionados ao processo de concepção estrutural que, por sua vez, têm apresentado uma crescente relevância no fazer arquitetônico. A princípio, as decisões projetuais voltadas para o campo estrutural eram fruto de um conhecimento prévio decorrente da tradição e da experiência do profissional, pautadas nas práticas existentes na época. As restrições estruturais exercem um papel significante, explícito ou não, no planejamento final de uma construção. Logo, se os profissionais de arquitetura não adquirem o papel de criador de estruturas, não estarão habilitados a lidar com as influências delas nos seus futuros projetos.

Saramago (2011), que investigou em seu trabalho o “Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil”, discorre sobre a inseparabilidade entre arquitetura e estrutura. Para a autora, o sistema estrutural possibilita não apenas assegurar a estabilidade mecânica da construção, mas também garante a integridade da forma. Ela destaca ainda que, o partido tomado a partir da estrutura, pode trazer benefícios ou pode desfavorecer a dinâmica de uso pensada para os espaços, visto que os componentes estruturais podem ocasionar influências na configuração espacial pensada para o corpo construído.

Para Engel (2009), a estrutura assume um papel fundamental na arquitetura, pois é o primeiro e único instrumento capaz de constituir a forma e o espaço. Assim, a estrutura tem um lugar bastante significativo na arquitetura e no seu processo de concepção. Neste contexto, as ideias para a estrutura não fazem parte integral das ideias primárias para a construção, e sim com um ato seguindo o projeto arquitetônico, em substância, importância e tempo. Mahfuz (2003) explica que “a construção é um instrumento para conceber, não apenas uma técnica para resolver problemas”. Em seguida, afirma que a construção é tão importante para arquitetura que seria possível enfatizar que não há concepção sem consciência construtiva.

Resende (2016) argumenta que a estrutura possui um sentido mais amplo, que vai além da sustentação e da função mecânica, a qual deve partir do profissional que cria a arquitetura. Os aspectos precisam ser observados desde o estudo preliminar, visto

que o sistema estrutural compromete em toda a configuração espacial da obra. Delatorre e Torrescana (2010), ainda sob esta perspectiva, discorrem sobre o fato e relatam que no momento em que o arquiteto ou projetista reconhece que seu projeto resultará numa estrutura, caberá a ele, de forma racional, considerar aspectos de ordem construtiva, além de pensar na forma em função da sua sustentação.

Frampton (2006), declara que “a essência da arquitetura está na manifestação poética da estrutura, sendo a tectônica um ato de fazer e revelar, onde a unidade estrutural deve revelar a forma arquitetônica”. No pensamento de Deplazes (2005), o autor entende que o objetivo é demonstrar o potencial do projeto através do estímulo à criatividade, de modo a incentivar além do emprego de estruturas mais ousadas, bem como pensar criticamente mantendo a expressão arquitetônica, a composição construtiva e os aspectos técnicos. Neste sentido, a autora ainda afirma que o controle no emprego dessas três formas garante o arranjo para um espaço propriamente dito, arquitetônico.

Por outro lado, Sekler (1965), constata que é através da tectônica o arquiteto intensifica de forma visível, o domínio do artista com a experiência da realidade, ou seja, a força da forma na edificação. Neste contexto, pode ser entendida como atributo na expressão visual da estrutura, por meio da construção. Em contrapartida, Frampton (2006) descreve o termo “tectônico” a fim de discutir sobre o “consumo da arquitetura” com um apelo conceitual, ao retratar os projetos arquitetônicos contemporâneos como verdadeiros representantes do resultado de uma concepção plástica correspondente da técnica e enaltecimento formal, com a substituição da criatividade mecanizada.

Em suma, visando reforçar essa forte relação entre a arquitetura e a estrutura, este trabalho objetiva desenvolver uma proposta implícita ao sistema estrutural. Esse conceito se relaciona à maneira como o arquiteto desenvolve os primeiros esboços de criação, idealizados no processo construtivo e compreender que o enfoque estrutural surge como fio que conduz à concepção arquitetônica. Assim, à luz da racionalização construtiva, a definição do sistema estrutural será manifestada com base nos preceitos tectônicos a partir do que foi aprendido, materializados sobre suas influências em extrapolar sua essência e ao entendimento vital de sustentação do edifício com a integração das partes com o todo.

2.2 COORDENAÇÃO MODULAR

Com o objetivo de fixar um método que adotasse um módulo universal comum, inicialmente na Segunda Guerra Mundial e posteriormente nos anos seguintes, muitos países se uniram no intuito de desenvolver um sistema de medidas que permitisse a combinação de múltiplos produtos nacionais e internacionais. Todavia, tal articulação só ocorreu de fato a partir dos anos pós-guerra, quando se investigou o proveito de fundamentos direcionados para as técnicas de construção, juntamente com o uso do Sistema Internacional de Medidas (SI). Com isso, a facilidade em adotar o número dez na aplicabilidade prática sob o sistema métrico serviu para determinar as dimensões do módulo padrão. Em seguida, os países formaram um grupo de trabalho com o objetivo de definir o conceito e os princípios do sistema de coordenação modular (BYRNE, 1970 *apud* ESPÍNDOLA, 2008).

Havia a necessidade de uma rápida reconstrução dos países devastados pela guerra, o que veemente impulsionou a indústria mundial aberta para a produção de componentes compatíveis uns com os outros. Tais produtos manufaturados em série, e oriundos das mais diversas indústrias, passam a ser compatíveis entre si devido as suas dimensões serem múltiplas de 100mm, ou seja, de um mesmo módulo padrão (CIRQUEIRA, 2015). No entanto, apenas na década de 50, as normas internacionais fixaram o tamanho de módulo básico com medida de 100mm e a indústria então passa a elaborar e produzir a partir das medidas estabelecidas pelos países, limitando a variedade de componentes e tornando a produção de forma racional, priorizando os multimódulos resultantes.

Damasceno e Marcon (2014) relataram que o sistema de coordenação modular atuou positivamente e qualificou a indústria da construção civil em diversas nações ao longo da história. Neste contexto, o Brasil foi um dos países pioneiros na aprovação de uma norma específica para coordenação modular, a NB-25R, em 1950. Nos dias atuais, nosso país conta com a NBR 15873:2010, que reuniu cerca de 25 normas já vigentes na construção civil há mais de 30 anos. Entretanto, essas normas são eventualmente aplicadas por meio técnico construtivo, seja pelos projetistas ou pelos produtores de insumos.

De acordo com Baldauf (2004), o Brasil mesmo sendo um dos países pioneiros na normatização da coordenação modular, a prática não ocasionou sua implementação. Este fato, ocorreu em decorrência às características dos financiamentos habitacionais da época provenientes do Banco Nacional da Habitação (BNH), por Universidades Federais e do Centro Brasileiro da Construção - Bouwcentrum (CBC) para o incentivo da sua aplicação, deliberada em especial para os setores da classe média e alta, no

qual a racionalidade construtiva juntamente com a mitigação dos desperdícios, não eram imprescindíveis para se obter a lucratividade almejada.

Esta realidade é justificada por Greven e Baldauf (2007) devido em meados da década de 80 ter ocorrido uma brusca interrupção da bibliografia e pela desordem dimensional de grande parte dos componentes construtivos. Com isso, foi gerada uma grande lacuna nos estudos mais específicos acerca da aplicação da coordenação modular e o consequente desconhecimento de tal para prática em projetos e obras.

Mascaró (1976) definiu a coordenação modular como um "[...] mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção ou montagem, com mínimas modificações ou ajustes [...]". Em consonância com o pensamento, Sabbatini (1989) a definiu como uma forma de inovação incremental, uma vez que estes ajustes melhoraram as condições de produção baseado no aperfeiçoamento de materiais, componentes, procedimentos operacionais e organizacionais com planejamento, administração e controle das operações construtivas.

Trata-se de uma ferramenta de diálogo dimensional entre todos participantes da cadeia produtiva, que instituem uma espécie de ‘acordo tecnológico’, percorrendo desde a fabricação dos componentes ao detalhamento e execução das partes. Nesse sentido, Mascaró (1976) afirma que esse diálogo proporciona ganhos de produtividade e economia, na medida em que progride de uma fase de produção artesanal, para uma linha de montagem na obra. Segundo os autores Greven e Baldauf (2007), as questões econômicas estão relacionadas à redução de custos, que costumam ocorrer seja por otimização do uso de recursos naturais, seja pela celeridade no processo de decisão projetual ou compra dos componentes, seja por aumento da produtividade, seja por minimização dos desperdícios.

Jorge (2012), descreve que a adoção da coordenação modular não limita a expressão arquitetônica, com possibilidade de conceber habitações personalizadas em série, porém, o grande desafio está em obter o equilíbrio formal e o espacial, desde que obedeçam a critérios definidos por um módulo proposto evitando uma diversidade formal excessiva, como também em muitos casos a monotonia. Quando associada à racionalização construtiva, pode atender a um apanhado de necessidades pertinentes à concepção de edificações (BUSSAT, 1963 *apud* LUCINI, 2001):

- de repetição de técnicas e processos;
- de redução da variedade de tipos e dimensões de componentes;
- de compatibilidade dimensional e tecnológica entre componentes;
- de intercambiabilidade de componentes;
- de produção seriada de componentes e de montagem tipificada;

• de autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes;

• de detalhamento e especificação técnica sistematizada;

• de controle eficiente de custos e de produção;

• de aumento da produtividade na fabricação e montagem, etc.

A finalidade da coordenação modular é fornecer subsídios técnicos de projeto até a execução, em razão de um módulo racionalmente determinado. A partir deste, torna-se possível a obtenção de diversas dimensões múltiplas e submúltiplas, e são estabelecidas medidas determinadas para a concepção projetual.

> A coordenação modular também visa criar um intercâmbio entre projetistas, fabricantes e construtores através de um tratamento uniforme das dimensões. Estabelecida essa conexão entre quem projeta, produz e constrói, fica mais fácil intervir na construção depois de pronta (caso de ampliações e reformas). Isso por que todos esses profissionais tratariam as medidas de maneira uniforme, sendo mais fácil fazer a substituição de componentes construtivos (reformas) ou incorporar novos (ampliações), já que suas dimensões estariam coordenadas, independente do projetista, produtor ou construtor. (CARVALHO e TAVARES, 2002, p.7).

Sem intermédios, o termo modular está popularmente associado a elementos de repetição, partes idênticas e componentes de encaixe facilmente encontrados em brinquedos. Cirqueira (2015) relata que por falta de disseminação do conceito, existem equívocos por parte do mercado de trabalho e do próprio senso comum acerca do tema, entre a distinção da coordenação modular e a coordenação dimensional.

Por vezes, as duas nomenclaturas foram usadas como sinônimos por leigos e até profissionais, entretanto em 2010 com a atualização da NBR 15873, os termos foram definidos e classificados, ao discriminar de forma objetiva suas diferenças. A coordenação dimensional abrange em sua definição, inúmeras medidas como módulo fundamental, enquanto a coordenação modular é mais restrita ao admitir apenas o emprego do módulo básico ou de suas dimensões múltiplas, no qual a medida base é 100mm conforme indicado anteriormente.

Como a coordenação dimensional não define um valor de referência para seu módulo, todos os componentes e materiais construtivos constituintes na execução do projeto podem ser produzidos sob encomenda. Tal conjuntura reforça a ideia de partes pré-fabricadas, diversos elementos predefinidos e composições equivalentes, como consequência da modulação. Assim, a pré-fabricação está associada à coordenação dimensional, enquanto a modular não necessariamente, pois é realizada a partir da dimensão do módulo básico ao compatibilizar componentes produzidos por diversas

indústrias, com a possibilidade de serem confeccionados sob encomenda ou produzidos artesanalmente no canteiro de obras (CIRQUEIRA, 2015).

Um bom exemplo de coordenação dimensional no campo da arquitetura pode ser observado na Torre Cápsula (Figura 2.5), localizada em Tóquio no Japão. Trata-se de um edifício residencial de autoria do arquiteto japonês Kisho Kurokawa, construído para acomodar habitações modulares compactas. No projeto, o partido formal resultou da manipulação e repetição de 140 cápsulas pré-fabricadas, compondo as partes que podem ser encaixadas, desencaixadas e substituídas à estrutura principal. Apesar da notória presença de diversos elementos providos com a mesma configuração modular ao longo do corpo edificado, não pode ser classificado um exemplar precedente do sistema de coordenação modular, por não apresentar assim, todas as dimensões construtivas compatíveis com 100mm.

Figura 2.5: Torre Cápsula, 1972

Fonte: Britto, 2013.

Quando se trata de coordenação modular, as dimensões se repetem, mas não necessariamente os mesmos elementos, pois o que implica na coordenação modular é a repetição de uma medida, não a repetição de um elemento. A própria indústria de design de móveis trata o termo modular como um elemento padronizado que, ao se encaixar uns aos outros, forma o móvel idealizado pelo projetista. Não obstante, o que de fato estabelece o uso da coordenação modular na construção de uma edificação ou de um mobiliário, conforme nos diz Cirqueira (2015), é o emprego de módulos com

medidas iguais ou proporcionais a 100mm, de forma repetitiva. Assim sendo, partes modulares podem possuir medidas distintas, desde que sejam sempre proporcionais ao valor do módulo arquétipo.

A diferenciação entre os dois sistemas está descrita na NBR 15873:2010, que define a coordenação dimensional por uma “inter-relação de medidas de elementos e componentes construtivos e das edificações que os incorporam, usada para seu projeto, sua fabricação e sua montagem”, em contra partida, a coordenação modular é definida por uma “coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico ou de um multimódulo”. Diante do exposto, é passível constatar que a coordenação modular é uma coordenação dimensional, contudo, o inverso pode não vir a ser uma verdade absoluta.

Um grande diferencial ao estudar e utilizar o sistema modular para Campos (2015), trata-se da tipologia e tudo que lhe é ofertado perante os elementos espaciais, correspondente às relações entre os seus componentes e a plasticidade resultante da estrutura geométrica. Para Freire (2006), a simplificação construtiva racional repercute positivamente não só na fase de execução, mas também no âmbito industrial, na esfera nacional e na internacional. Já Lucini (2001), relata que o método empregado no sistema organizacional da coordenação modular, permite relacionar os elementos e materiais constituintes de um projeto, na construção sem grandes modificações, pois o mesmo trata-se de um grande instrumento de racionalização e normatização na cadeia construtiva.

A Coordenação Modular pode ser implantada em obras de qualquer natureza, e não deve ser confundida como sendo pré-fabricação, tampouco exclusiva dos pré-fabricados. Para isso, é instituída por quatro instrumentos fundamentais, que norteiam a sua estruturação, são eles: (I) sistema de referência; (II) reticulado modular espacial de referência; (III) malha modular e (IV) sistema modular de medidas.

2.2.1 MÓDULO

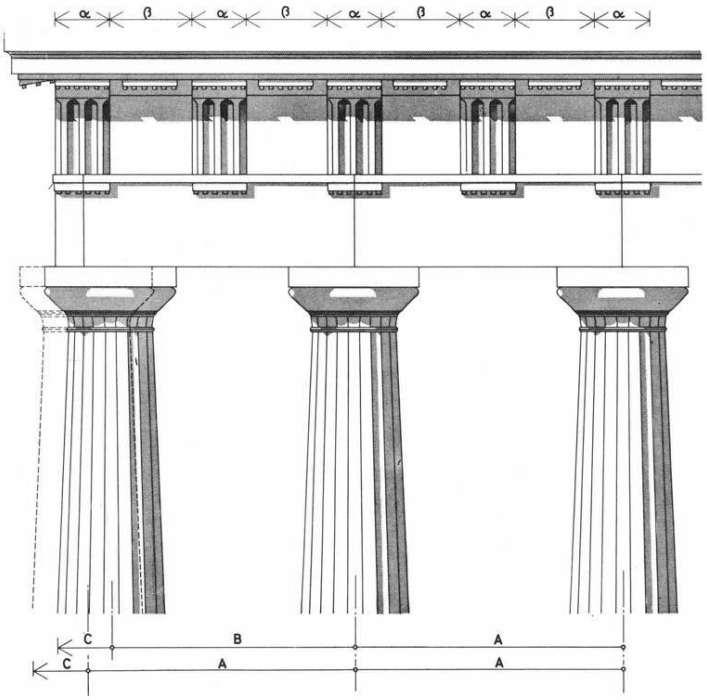
O módulo na Arquitetura proporciona vantagens nos processos construtivos, como a "simplificação, organização, rapidez de produção, redução de mão-de-obra, de desperdícios de materiais e de custos na construção" (ESPÍNDOLA 2010). Como já exposto, a escolha do módulo básico de 100mm foi dada devido à facilidade de utilização na indústria de materiais, atendendo também princípios da pré-fabricação, simplificando a transição do sistema inglês de medidas para o sistema métrico, apesar dos Estados Unidos não adotarem a mesma medida e sim, quatro polegadas.

De acordo com o Banco Nacional de Habitação/ Instituto de Desenvolvimento Econômico e Gerencial (1976), um projeto arquitetônico modular tem por princípio o sistema de referência, que inicia o processo projetivo sobre um quadriculado modular com base na fixação precisa de um módulo predeterminado, assegurando coordenar a posição e o dimensionamento dos materiais e componentes das plantas, cortes e fachadas que compõem o projeto. Esse sistema possibilita não apenas simplificar as representações dos desenhos técnicos, como também, facilitar a estruturação dos componentes da cadeia construtiva, de modo a reduzir os cortes e, por consequência, os desperdícios.

Na Antiguidade o módulo era usado como unidade de medida para referência na aplicabilidade das técnicas construtivas. Com isso, o conceito de módulo passou a ser incorporado a outros significados com o passar dos anos, pela necessidade de produção em massa e série, principalmente no segmento industrial de manufatura. Na contemporaneidade, sua compreensão muda conforme um componente ou unidade independe capaz de padronizar a intercambialidade, permite a criação de variedades (ESPÍNDOLA, 2010).

Segundo Rosso (1976), Ao longo da história, a utilização de um módulo surge na Arquitetura em uma interpretação clássica oriunda dos gregos, sob um caráter estético; dos romanos, sob um caráter estético-funcional; e dos japoneses, sob um caráter funcional. Para os gregos, de acordo com Baldauf (2004), a unidade básica de dimensionamento de todas as peças componentes da edificação, era o diâmetro da coluna. Partindo desta unidade medida, o fuste, o capitel, os frisos, as vigas, a base, as distâncias entre as colunas e até mesmo a dimensão das próprias colunas, eram proporcionais à medida do diâmetro que era duplicado e dividido para criar variadas dimensões. Sob um panorama analítico de sua representatividade em função desse raciocínio, a ordem das colunas gregas – toscana, dórica, jônica, coríntia e composta – variavam e seguiam suas próprias proporções ao transmitir expressões de beleza e harmonia (Figura 2.6).

Figura 2.6: Colunas gregas e seus vãos



Fonte: Greven; Baldauf apud Nissen, 1976.

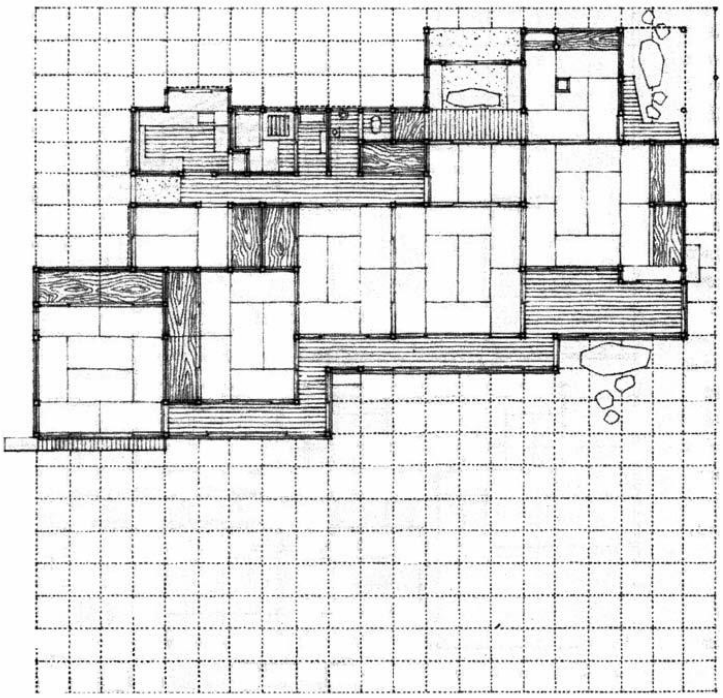
Adiante, Freire (2006) relata que a civilização romana conseguiu padronizar mais de um elemento construtivo, sendo o principal deles, os tijolos utilizados na Era do Imperador Augusto. No entanto, de acordo com dados fornecidos pela CBC (1972), os romanos já consideravam relevante a espessura das juntas ou sobreposição de peças, além de definir as dimensões modulares dos componentes construtivos, a partir de pequenos múltiplos de várias unidades padrão. Nesse contexto, conclui Baldauf (2004), que em conformidade com tais circunstâncias, todas as unidades romanas podiam ser usadas como módulos.

Na cultura japonesa o tatame é amplamente utilizado em todos os ambientes internos, o que repercutiu segundo Rosso (1976), nos ambientes serem desenvolvidos de modo a receber na superfície de piso, a dimensão inteira do tatame, ao fazer o uso do método *kýo-ma*[1]. O carácter funcional adotado nas residências pelos japoneses se fundamenta na unidade de medida intitulada *ken*[2] e alguns métodos aplicacionais por eles desenvolvidos, como o *inaka-ma*[3] e o *kýo-ma,* em que o tatame possui dimensões constantes (CHING, 1998).

[1] **Kýo-ma** era o método que o tatami apresentava dimensões constantes e por ser usado em todos os locais internos da casa japonesa, levou à necessidade de os espaços serem dimensionados de forma a poder receber, no piso, um número inteiro de tatames, concedendo à modulação um carácter prático-funcional.
[2] **Ken** na arquitetura japonesa, refere-se a uma unidade clássica de medida que define os intercolúnios de uma edificação.
[3] **Inaka-ma** era o método que determinava a separação entre os eixos das colunas. Por conseguinte, o tradicional tatame variava ligeiramente, tendo em conta o diâmetro da coluna.

De acordo com Ching (1998), a malha *ken*[4] garante à estrutura uma sequência ativa de espaço a espaço em que o módulo, relativamente pequeno, possibilita a disposição livre dos ambientes em uma típica casa japonesa, agrupados ou dispostos de maneira arbitrária conforme Figura 2.7.

Figura 2.7: Habitação típica japonesa



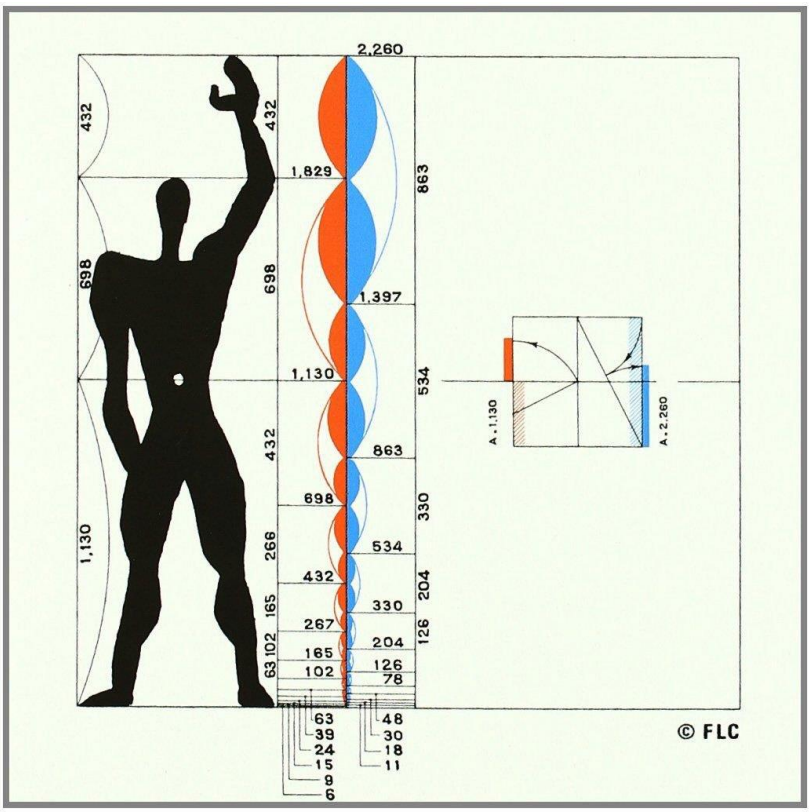
Fonte: Greven; Baldauf apud Ching, 2002.

Por sua vez, Campos (2015) afirma que a percepção dos arquitetos obtiveram da espacialidade em conversa com os movimentos do corpo humano, se alia ao espaço arquitetônico conforme sistema métrico e sistema antropométrico, e passam a ser comparados e servir de base para se conferir proporções e escalas. Prova disto foi a combinação de medidas do corpo com o valor destas em metros associados no *Modulor*[5], ilustradas pelo arquiteto Le Corbusier na Figura 2.8.

[4] **Malha ken** trata-se de uma malha estruturadora baseada em um sistema reticulado de quadrados de arestas correspondentes a ½ ken, cuja combinação de módulos retangulares de 1 x ½ ken (tamanho padrão do tatame japonês) define toda a organização espacial da casa japonesa.

[5] **Modulor** foi um sistema de proporções elaborado e largamente utilizado pelo arquiteto franco-suíço Le Corbusier. O sistema surgiu do desejo de seu autor de não converter ao sistema métrico decimal as unidades como pés e polegadas. Ao invés disso, Le Corbusier passou a se referenciar a medidas modulares baseadas nas proporções de um indivíduo imaginário (inicialmente com 1,75 m e mais tarde com 1,83 m de altura).

Figura 2.8: Le Modulor



Fonte: Le Corbusier, 1945.

Os déficits habitacionais ocorridos no período de pós-guerra Europeu, apontou uma grande necessidade de abrigar o máximo de pessoas no menor espaço possível, acabaram por ser correspondidos com o uso do *Modulor,* pois a aplicação desta teoria dita por Le Corbusier em 1942, tornou possível a construção de grandes conjuntos habitacionais na Europa (PALERMO et al. 2007). Entretanto, Ching (1998), justifica a existência de um grande obstáculo na aplicação referente à proporcionalidade antropomórfica: as dimensões de pessoas reais diferenciam conforme a idade, o sexo e a raça, e por consequência deve ser realizada com precaução.

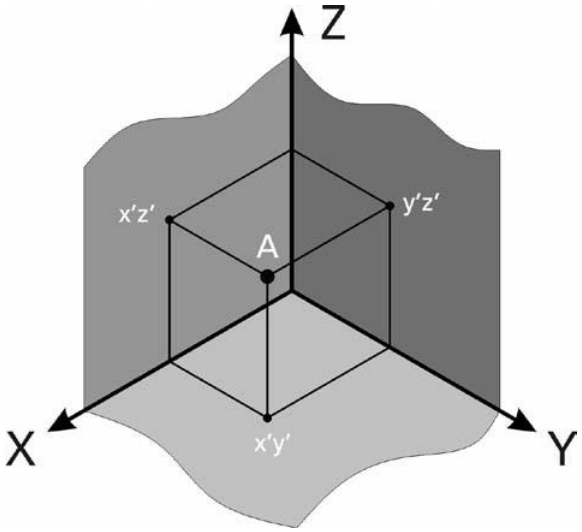
Mesmo ciente de grande valia para todo o trabalho de Le Corbusier direcionado a essa temática em questão, Rosso (1976) alega que o Modulor encaixa-se mais como um instrumento condicionado à arquitetura referente à escala humana, que voltado para a coordenação entre projeto e produção. Para o mesmo autor, quem de fato fundamenta a teoria da coordenação modular é Albert Farwell Bemis[6], no ano de 1936 com a publicação do livro “The Evolving House”, pois o autor defende a possibilidade de utilizar a modulação em objetos criados por dimensões múltiplas, a partir de uma medida comum dimensionável, ao preservar uma relação direta com a construção.

[6] **Albert Farwell Bemis** (1870–1936), inicialmente foi empresário e mais tarde tornou-se especialista relativamente ao tema habitação. Era membro da MIT Corporation (Massachusetts Institute of Technology).

Durante o período da Segunda Guerra Mundial na Alemanha, Ernst Neufert[7], segundo Freire (2006), desenvolveu com base em um módulo de 12.5 cm, um estudo denominado “sistema octamétrico” por ser equivalente a 1/8 do metro. Este sistema então desenvolvido, serviu como base para 1971, de acordo com Baldauf (2004), o Comitê Alemão de Normas elaborou uma nova norma, unificando o sistema métrico internacional ao produzido por Neufert. No Brasil, a implementação da coordenação modular ocorreu entre os anos de 1946 e 1982, que, segundo Baldauf (2004), foi dado início pela Comissão de Estudos dos Elementos da Construção, na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no Rio de Janeiro. Em 1950 já havia sido criada a primeira norma técnica, a NB-25R, com base também pelo mesmo autor, em estudos referentes ao módulo já avançados da América do Norte e Europa.

Um dos elementos fundamentais da coordenação modular de acordo com Baldauf (2004) é o sistema de referência, formado por pontos, linhas e planos que permitem a conjugação racional, a partir do posicionamento dos itens da construção. Elementos, componentes e conjuntos modulares são posicionados pelo emprego do sistema de referências modulares (CIRQUEIRA, 2015). De acordo com Rosso (1976), existe um plano horizontal definido pelos eixos cartesianos ortogonais x e y e dois planos verticais definidos pelos eixos ortogonais x, y e z. Mascaró (1976) por as vez, descreve a utilização do sistema de referência (Figura 2.9), capaz de resolver em seu traçado, à definição da dimensão exata correspondente as medidas de vãos ou componentes, tanto no momento de projeto quanto na execução da obra.

Figura 2.9: Sistema de Referência



Fonte: Baldauf, 2004.

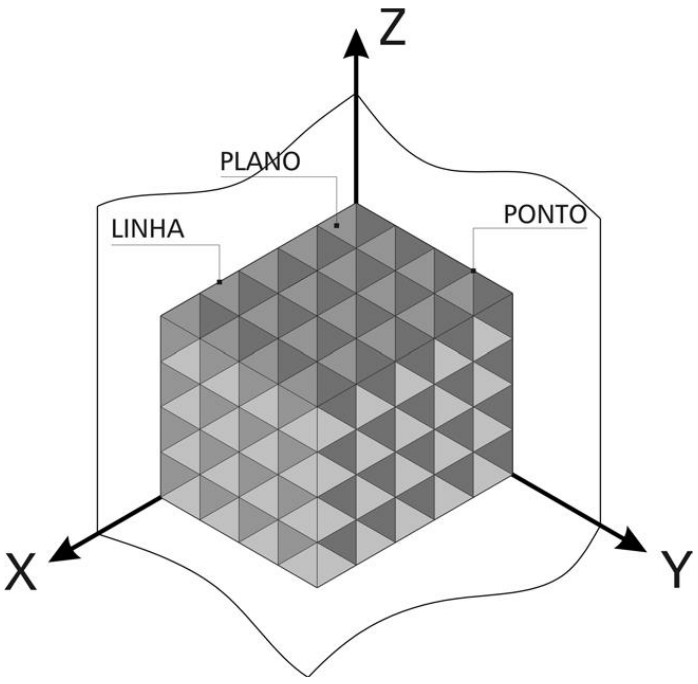
[7] **Ernst Neufert** (1900–1986) foi um arquiteto alemão, reconhecido como assistente de Walter Gropius, professor, membro de diversas organizações de normatização e, especialmente, por ser autor do manual Arte de projetar em arquitetura.

Além do dimensionamento e do posicionamento contribuírem no processo de montagem, para Espíndola (2010), o sistema de referência modular, deve atender as necessidades e os ajustes modulares. Estabelecidos de acordo com os materiais aplicados, o sistema construtivo e a mão-de-obra empregada, estes ajustes incluem folgas e tolerâncias dimensionais, dispondo do objetivo de prevenir possíveis casualidades em eventuais erros de fabricação, deformações no material e até o próprio posicionamento dentro da obra.

A aplicação de sistemas de referência pode estar sendo feita de acordo com Greven e Baldauf (2007), através de uma referência tridimensional, o reticulado modular espacial ou por uma referência bidimensional, quadriculado modular, o mesmo que malha modular. Para Espíndola (2010), o reticulado modular espacial e o quadricular modular de referência são dois elementos básicos fundamentais no auxílio do dimensionamento, do posicionamento e na conectividade de materiais e componentes. Por esse motivo, uma forma adequada para situar os componentes da construção, na malha modular, diz respeito ao conhecimento prévio destes.

Em seguida, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o reticulado modular espacial de referência (Figura 2.10) é fundamentado pelas linhas de interseção de uma série de planos separados entre si por um intervalo igual ao módulo e paralelos a três planos horizontais.

Figura 2.10: Reticulado modular espacial de referência

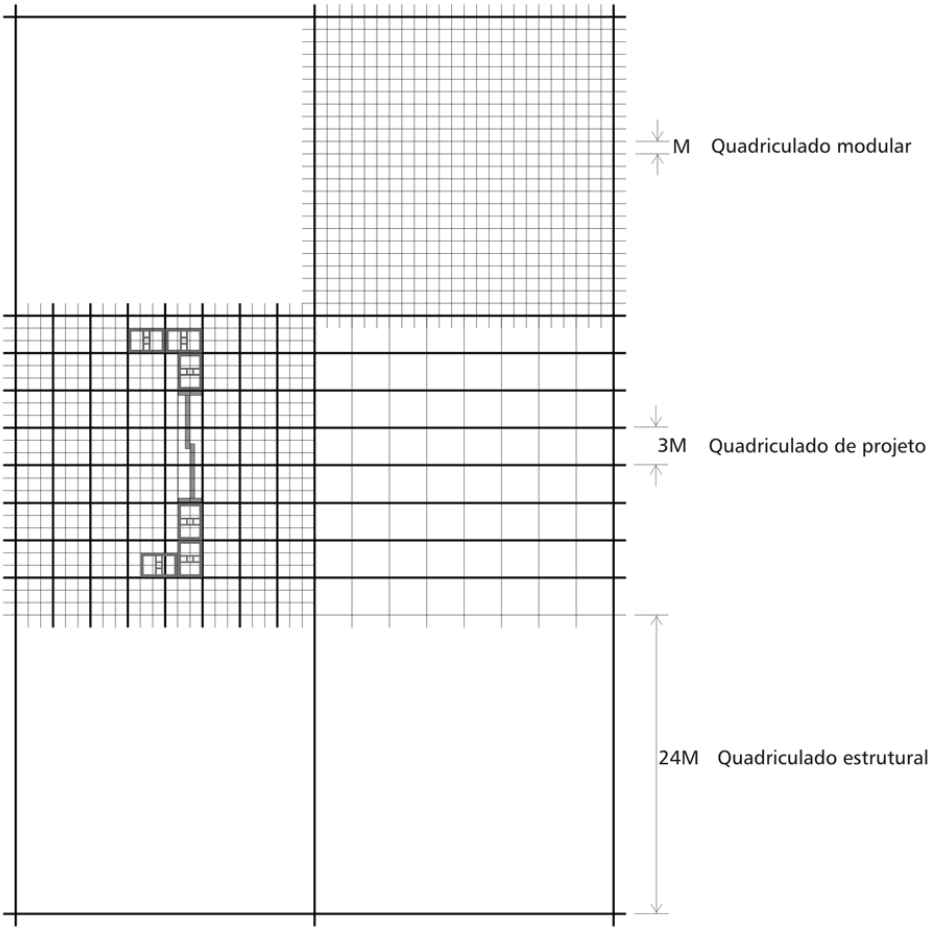


Fonte: Baldauf, 2004.

No que diz respeito a este elemento básico do sistema serve de referência para o posicionamento dos componentes da construção, de acordo com a Figura 10, componentes das juntas e de acabamentos ficam de modo unissonante locadas na malha espacial. Desta feita, comprova-se o sistema de coordenação modular propiciando organização espacial dentro da construção civil (GREVEN BALDAUF, 2007).

Em contrapartida, o quadriculado modular de referência, também conhecido como malha modular, é descrito pela ABNT (1977), como a projeção ortogonal do reticulado espacial de referência sobre um plano paralelo a um dos 03 planos ortogonais. Baldauf (2004) relata sobre a necessidade de multimódulo e submódulos, além do módulo-base. Os três quadriculados diferentes dispostos na Figura 2.11 servem para ser aplicado em diferentes fases do projeto, sendo o quadriculado modular o M, o multimódulo 3M para uso em projeto, e o quadriculado 24M, voltado para a parte estrutural do projeto.

Figura 2.11: Quadriculados modulares M, 3M e 24M



Fonte: Baldauf, 2004.

3 ESTUDOS DE REFERÊNCIA

Por meio das interpretações apresentadas no referencial teórico-conceitual no capítulo anterior, e concomitantemente à contínua atualização bibliográfica, foram elegidos dois exemplares internacionais e dois nacionais como referencial projetual. A análise foi realizada de forma indireta por meio de pesquisas em mídias eletrônica e escrita, cujas características estão associadas ao tema e enfoque do nosso trabalho. À vista disso, buscaremos para uma amostragem mais conclusiva, com base em referências de habitações compactas que apresentam estratégias projetuais com ênfase na racionalização e na coordenação modular.

3.1 CASA DE CAIXA – YURI VITAL, 2006

O projeto é de autoria do arquiteto paulista Yuri Vital e está localizado no bairro de Brasilândia, na cidade de São Paulo-SP, em um local alto de topografia em declive, em um clima subtropical úmido, predominante da capital paulista. Assim, quando o projeto foi concebido, a paisagem urbana já se encontrava conformada, com um forte número de residências. Na implantação foi criada uma rua interna (Figura 3.1), com a finalidade de realizar a ligação das unidades e acesso as garagens que encontram-se em frente as casas.

Figura 3.1: Casa de Caixa – Rua interna

Fonte: Vital, 2006.

O projeto em análise, remete a uma leitura de linhas puras, que estabelecem uma linguagem moderna, marcada por um acentuado racionalismo técnico. Assim, a linguagem estabelecida remete a um conjunto por unir várias unidades em blocos, o uso de cores e texturas em planos distintos, juntamente com a relação de cheios e vazios marcam a forma do conjunto. A continuidade arquitetônica, em contraposição, à fragmentária individualização por parte da maioria das edificações do entorno.

A obra estabelece um ritmo formal, com a repetição de vários elementos que concedem um caráter vertical, através da composição de prismas e cubos regulares. O reservatório superior destaca-se como uma solução estrutural, plástica e econômica ao projeto. Em detrimento destas soluções, as habitações apresentam um forte rigor geométrico fruto da modulação estrutural e racionalização construtiva na Figura 3.2.

Figura 3.21: Casa de Caixa – Partido formal arquitetônico

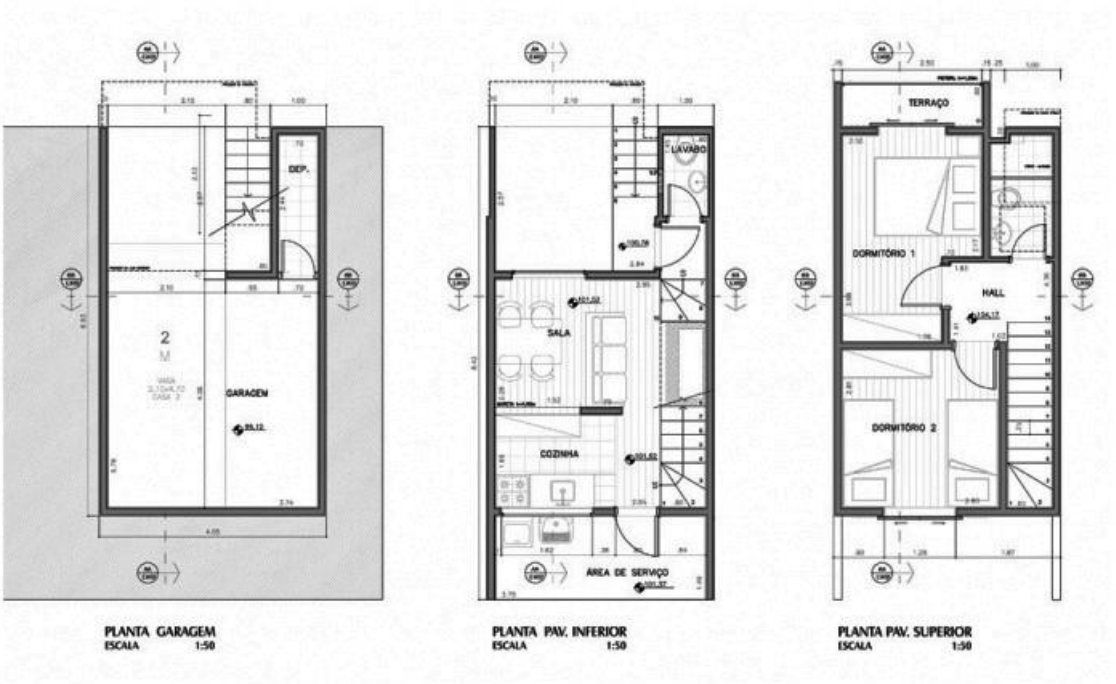
Fonte: Vital, 2006.

A obra insere-se no contexto de período pós-BNH. A produção desse período foca-se da habitação social com experiências alternativas como concursos públicos e iniciativas privadas e começaram a surgir alternativas, fugindo do tradicional. O projeto apresenta traços da Arquitetura Paulista brutalista caracterizados por meio do seu formalismo. A estrutura empregada pelo conjunto edificado é "mista", entre alvenaria estrutural e estrutura convencional com o intuito da otimização dos custos. Uma estrutura mista na qual a laje com grande balaço seria contraventada engastando em

uma viga, de forma chata para que não fosse visível na parte inferior, que se conecta a estrutura principal da casa.

Ao todo são dezessete unidades habitacionais compactas, com 47m² de área privativa cada não considerando garagem e depósito. O programa unitário é composto por dois dormitórios, banheiro, sala, cozinha, lavabo, área de serviço, garagem e um depósito conforme plantas baixas representadas na Figura 3.3. Apesar das unidades apresentarem um programa bem reduzido e compacto, elas configuram uma boa articulação do zoneamento e fluxos. Com o objetivo de não ultrapassar os 6 metros de gabarito estabelecidos pela prefeitura, foi proposto um meio nível á baixo do perfil do terreno para abrigar a garagem e um depósito.

Figura 3.3: Casa de Caixa – Plantas baixas



Fonte: Vital, 2006.

3.2 CASA PENTIMENTO – DAVID BARRAGÁN E JOSE MARIA SÁEZ, 2006

O projeto de autoria dos arquitetos equatorianos David Barragán do escritório Al Borde, e de Jose Maria Sáez, está localizado na província de Quito, no Equador. Com a Casa Pentimento, no ano de 2006 receberam o Prêmio Nacional de Desenho Arquitetônico, e em 2008, o Prêmio de Melhor Obra de Jovem Arquiteto. O cerne do projeto parte da adoção de um módulo único (Figura 3.4) pré-fabricado em concreto empregado, capaz de realizar diferentes encaixes que estabelecem as alvenarias, as estruturas, os mobiliários e fachada-jardim da casa. Este módulo pode ser empilhado de quatro diferentes formas, de maneira a criar paredes estruturais de fechamento entremeadas por vazios.

Figura 3.4: Casa Pentimento – Módulo

Fonte: Sáez; Barragán, 2007.

Marcado pela vista circundante do vulcão Ilaló, o projeto trata-se de uma habitação unifamiliar com 234 m² de área locada de maneira a preservar o terreno de declive escalonado em níveis, dispostos em volumes distintos, que ocasionalmente incorporam o jardim. Esta resposta do projeto à topografia do terreno, unido aos interstícios criados entre o encaixe dos módulos, permitem a penetração de luz e ar, corroborando pela permeabilidade entre interior e exterior.

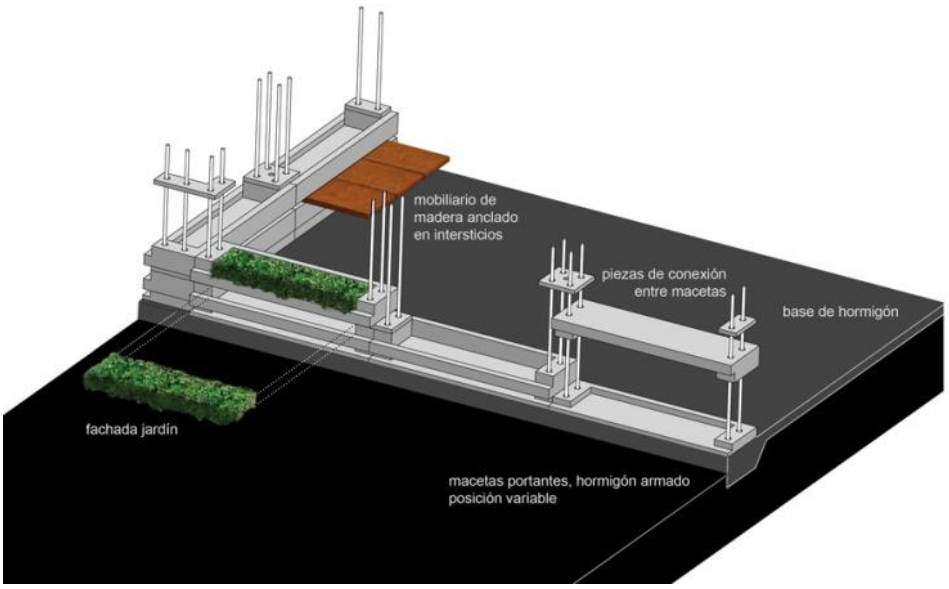
Outro ponto de muita relevância são as soluções de racionalização construtiva, encontradas na associação imediata entre materiais e agentes envolvidos. Assim, a modulação definida pela dimensão do módulo base norteia dimensões dos demais elementos utilizados na concepção da casa, de forma proporcional a fim de manter a integração entre estrutura, vazios e encaixes (Figura 3.5).

Figura 3.5: Casa Pentimento – Partido formal arquitetônico

Fonte: Sáez; Barragán, 2007.

A linguagem da casa suscita a busca pela contenção e pela simplificação do processo construtivo. Desta feita, o sistema estrutural é composto de uma plataforma de concreto que ampara a fundação, que juntamente ao módulo também de concreto, atuam como uma estrutura autoportante, e as ferragens apresentam-se junto à cola epóxi, como elementos de conexão entre um módulo e outro. As peças são inseridas em hastes de ferro, conectando-se de modo a gerar uma estrutura rígida de pequenas colunas (Figura 3.6). Desse modo, as hastes de ferro, fixadas à plataforma-fundação através de cola epóxi, operam como lintéis, adequados para áreas em declive.

Figura 3.6: Casa Pentimento – Sistema estrutural



Fonte: Sáez; Barragán, 2007.

A possibilidade de variação a partir do módulo permite o uso racional de seus elementos mediante suas dimensões, pois, ao garantir ser encaixado de quatro diferentes maneiras, permite diferentes aplicações, encaixes e tamanho dos vazios. Peças de acrílico transparente são justapostas entre os rasgos, sendo estes, capazes de suportar também mesas, prateleiras e os degraus da escada (Figura 3.7). O interior é composto de mobiliário minimalista e o exterior, uma extensão vertical do jardim. O programa de necessidades denota sua maior parte na área térrea. Entretanto, o pavimento superior possui destaque em relação aos demais ambientes por alinhar-se a altura das montanhas, exercendo o principal papel da edificação: manter o intenso vínculo entre homem e meio circundante.

Figura 3.7: Casa Pentimento – Degraus da escada

Fonte: Sáez; Barragán, 2007.

As premissas do projeto, economia, simplicidade e claridade, foram atendidas de modo a proporcionar com o “módulo base” de concreto, a racionalização e clareza projetual além da conexão entre as partes através dos rasgos concebidos entre encaixes. Com essa lógica modular, a casa apresenta concreto aparente e madeira em seu acabamento, transmitindo a verdade dos poucos materiais empregados, a fim de resultar em uma arquitetura expressiva e integrada ao local.

3.3 HIS MODULAR – METROPOLITANO ARQUITETOS, 2013

O projeto é de autoria do escritório gaúcho Metropolitano Arquitetos e recebeu o 1° lugar – Projetos Inéditos – em concurso nacional aberto de arquitetura, ocorrido em 2013, pela empresa BIM.BON. A proposta escolhida, apresenta um conjunto de casas modulares e adaptáveis (Figura 3.8), estabelecidas a partir de princípios da racionalização construtiva. A área de intervenção localiza-se no bairro Ruben Berta, limite norte da cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul.

Figura 3.8: HIS modular – Partido formal arquitetônico

Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

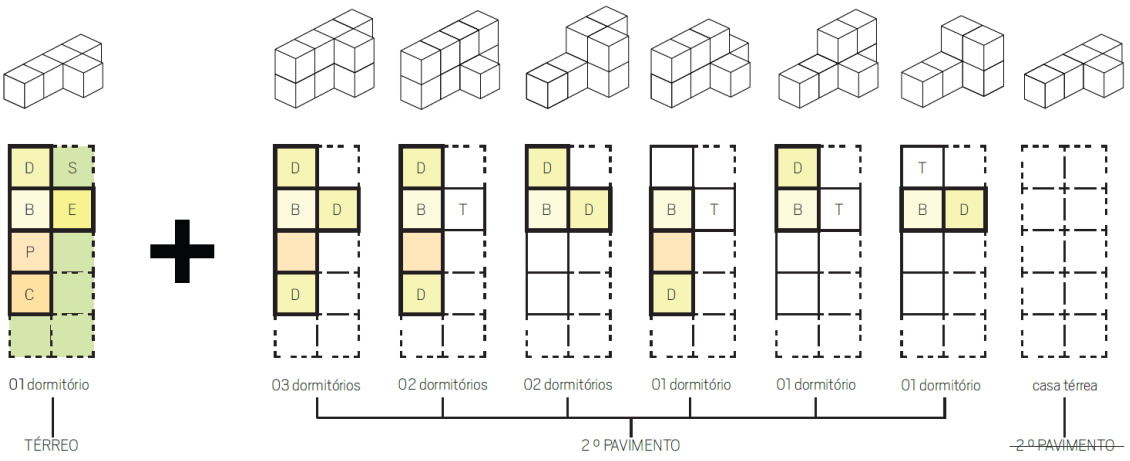
Para a implantação do conjunto edificado, faz-se necessário ressaltar uma estratégia projetual que, diferente da ‘casa solta no lote’, onde áreas externas são apenas resíduos de projeto alheio ao seu contexto, o espaçamento entre as barras edificadas definiram os pátios laterais, que por sua vez, exerceram diferentes e importantes funções, tais como: favorecer a circulação de ventos, permitir a entrada de luz natural nas moradia, estabelecer ritmo as fachadas do conjunto e proporcionar certa independência e individualidade a cada habitação. Na implantação da proposta em análise, é possível destacar uma ruptura de um modelo comumente empregado em programas de Habitação de Interesse Social, a partir do momento que ocorre um rompimento da monotonia e da impessoalidade, dinamismo de gabaritos e a relação dos cheios e vazios (Figura 3.9), referidos pelos os autores do projeto.

Figura 3.9: HIS modular – Relação dos cheios e vazios

Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

Segundo os autores do projeto, a unidade de habitação proposta foi resultado de investigação de um módulo compacto e econômico, com o objetivo de ser flexível, replicável e capaz de conciliar diferentes funções. O princípio da coordenação modular norteou a proposta tanto estruturalmente quanto espacialmente, com o valor de 9m² sobre uma malha ortogonal de 03m x 03m. Com isso, o programa foi disposto a partir da distribuição dos mesmos, de acordo com as particularidades de cada um, prevendo expansões controladas ilustradas na Figura 3.10.

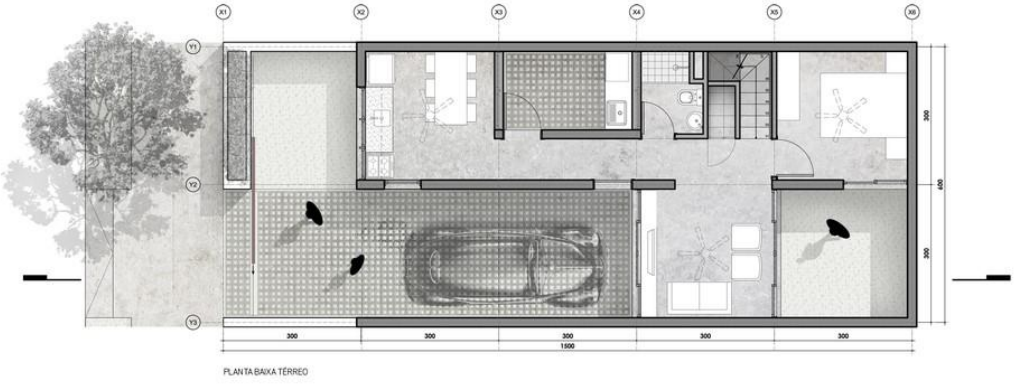
Figura 3.10: HIS modular – Coordenação modular



Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

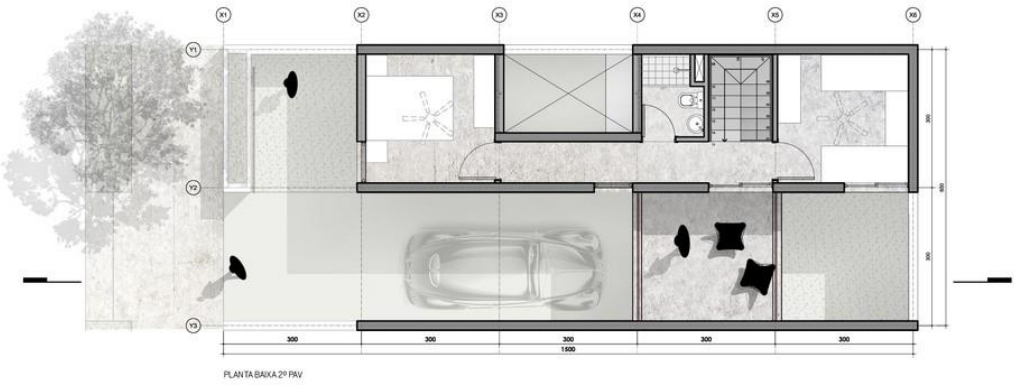
Em contrapartida, foi possível identificar algumas inconsistências relacionadas aos princípios da racionalização construtiva e economia dos materiais. A conformação das plantas em forma linear (Figuras 3.11 e 3.12), juntamente com volumes edificados mais desprendidos, aumentam o perímetro das paredes externas, visto que elevam o índice de compacidade da construção. Além disso, os banheiros foram dispostos em módulos não adjacentes ao da cozinha.

Figura 3.11: HIS modular – Planta baixa pavto. térreo



Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

Figura 3.12: HIS modular – Planta baixa pavto. superior

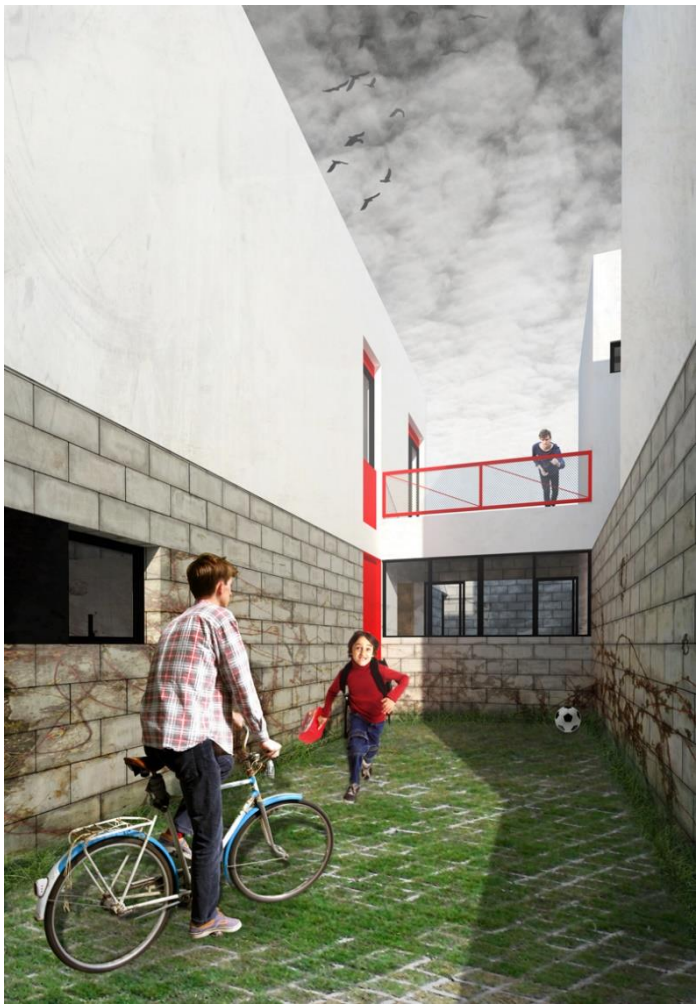


Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

O sistema construtivo estabelecido foi em alvenaria estrutural com blocos de concreto, explorados em alguns momentos de forma natural, sem acabamentos, apresentando transpasses e revelando tonalidades distintas. Este sistema, por não exigir a execução de pilares e vigas, o método proporciona o aumento significativo da produtividade e reduzem o tempo de execução da obra. Porém, a solução adotada exige mão de obra qualificada e não oferta o crescimento incremental dos cômodos internos da habitação, conforme premissa projetual descrita no memorial descritivo.

Com a adoção dos pátios laterais, as unidades habitacionais garantiram maior incidência de luz natural e ventilação cruzada, criando assim, ambientes salubres e confortáveis, com o objetivo de reduzir os gastos energéticos. No entanto, apesar de todos os ambientes da unidade serem pensados e dispostos para ter ventilação e iluminação naturais, as aberturas não apresentam elementos de sombreamento e proteção solar ilustrados na Figura 3.13.

Figura 3.13: HIS modular – Pátio lateral



Fonte: Thiesen; Valli, 2013.

3.4 VIVIENDAS SAN IGNACIO – IX2 ARQUITECTURA, 2016

O projeto é de autoria do escritório mexicano IX2 Arquitetura e está localizado a noroeste da cidade de La Barca, estado do Jalisco, México. Trata-se de dez casas geminadas destinadas ao segmento de habitação social (Figura 3.14), com área total construída de 75,97m² por unidade, em pequenos lotes de 90,00m² (6,00x15,00m).

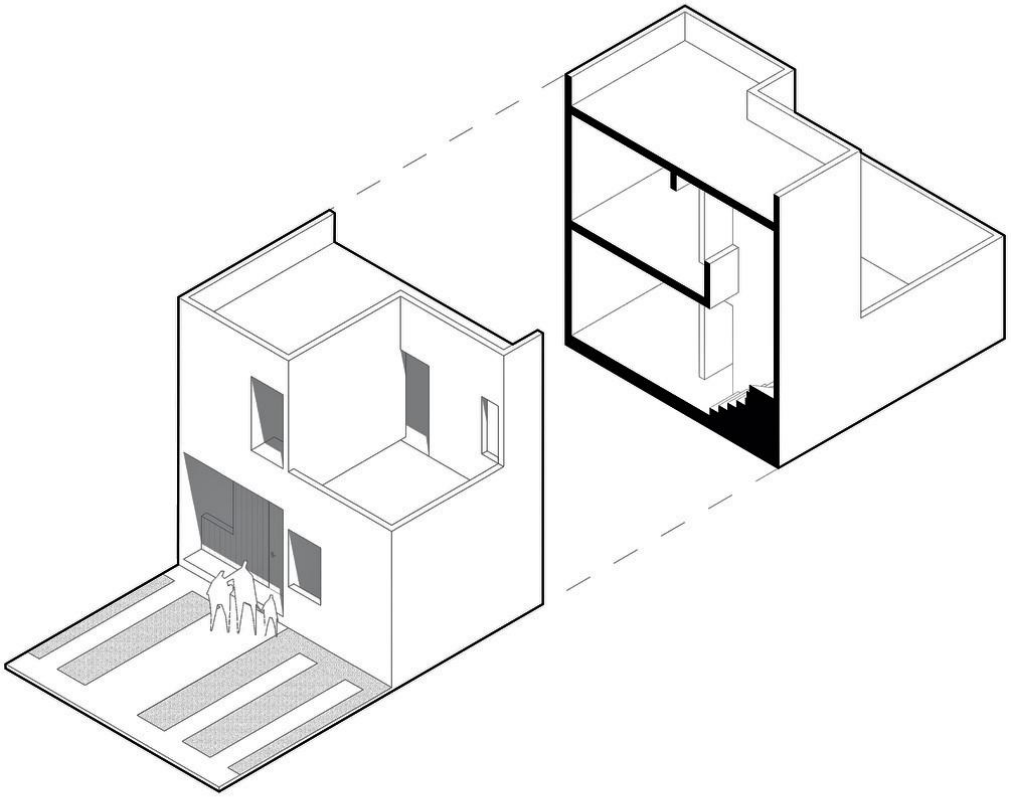
Figura 3.14: Viviendas San Inácio – Partido formal arquitetônico

Fonte: Arquitetura, 2016.

Quanto aos aspectos formais do conjunto de casas, observa-se a utilização de formas puras e linhas retas, adotando o ritmo arquitetônico como partido formal. A solução plástica é marcada por um eficiente jogo de cheios e vazios com alternâncias de materiais e acabamentos.

A tipologia sobrado geminado permitiu o melhor aproveitamento do terreno e associada à replicabilidade configuracional das residências unifamiliares do conjunto, compartilharam os fechamentos laterais e com isso, buscaram minimizar os custos e reduzir o uso de recursos humanos e tempo na execução. No recuo frontal da edificação, foram locadas duas vagas de estacionamento privativas e o percurso do acesso pedonal (Figura 3.15). No espaço resultante do recuo dos fundos, por sua vez, foi destinado um espaço para abrigar o quintal.

Figura 3.15: Viviendas San Inácio – Vista isométrica da unidade habitacional

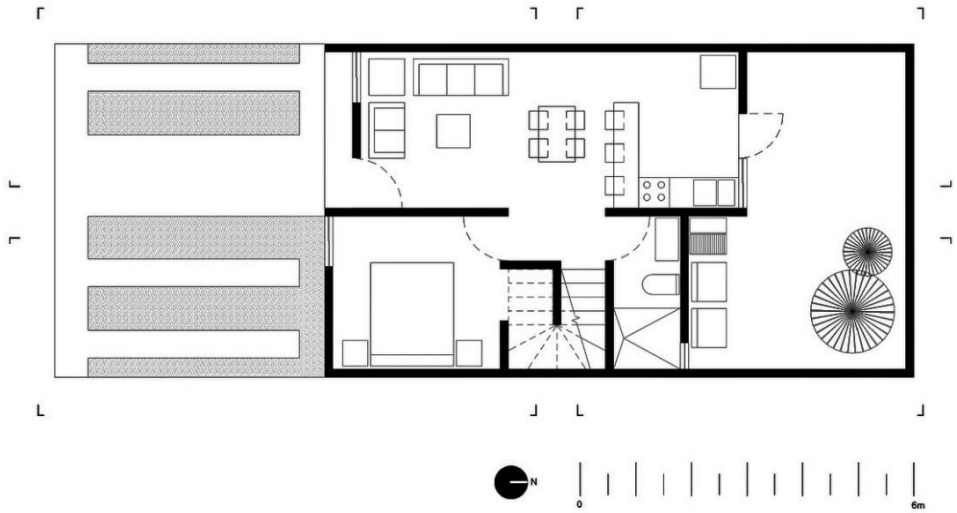


Fonte: IX2 Arquitetura, 2016.

O sistema estrutural adotado foi de pilares, vigas e lajes de concreto armado, comum e tradicional na região, em contrapartida, as lajes receberam painéis com isolamento térmico. A execução das alvenarias de vedação com blocos de concreto, viabilizou a flexibilidade espacial na configuração dos compartimentos internos. Dessa forma, as instalações hidrossanitárias foram concentradas em uma única prumada vertical e a configuração dos banheiros se repetem, ao estar sobrepostos nos dois pavimentos.

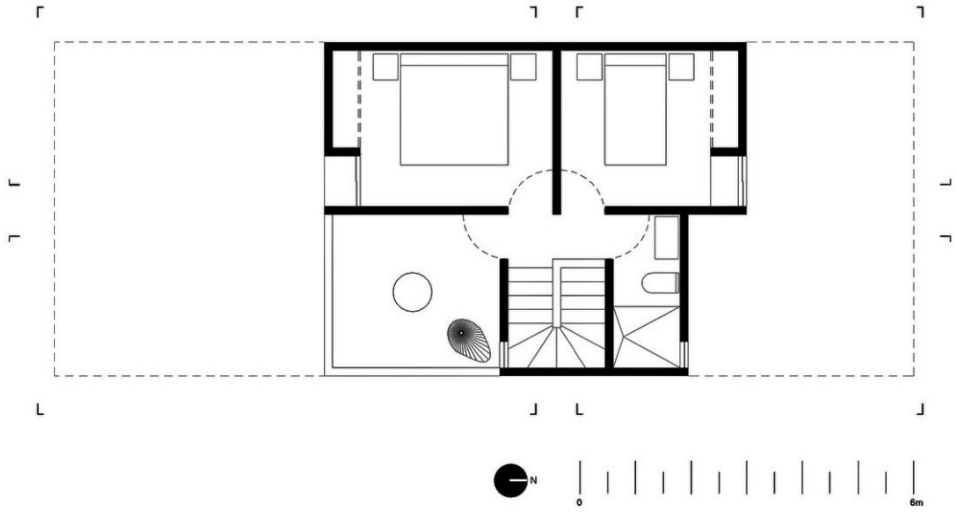
O programa foi organizado a partir da distribuição em dois níveis (Figuras 3.16 e 3.17), o pavimento térreo contempla toda a zona social com sala de estar e jantar, quarto, banheiro e a zona de serviço com uma cozinha e a lavanderia. No pavimento superior, comporta a zona íntima com dois quartos, um banheiro e um terraço aberto destinado ao convívio dos moradores e sugere ampliações futuras, com base nas habitações sociais do arquiteto Alexandro Aravena, de acordo com os autores do projeto.

Figura 3.16: Viviendas San Inácio – Planta baixa pavto. térreo



Fonte: IX2 Arquitetura, 2016.

Figura 3.17: Viviendas San Inácio – Planta baixa pavto. superior



Fonte: IX2 Arquitetura, 2016.

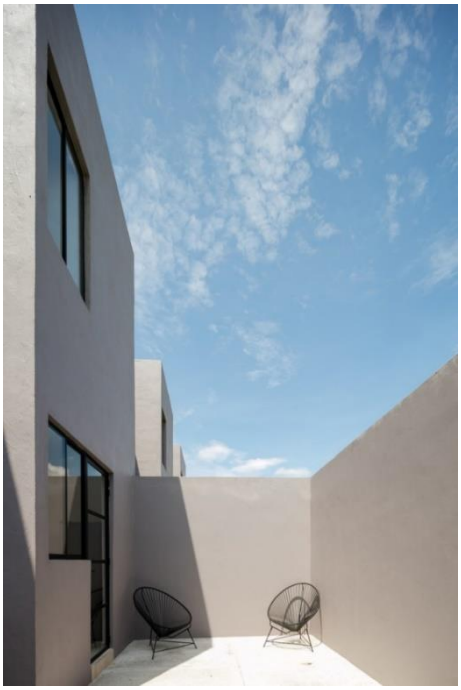
Nesse sentido, as unidades habitacionais foram implantadas com as fachadas frontais para a orientação sul e as dos fundos, para a orientação norte, favorecendo os condicionantes térmicos do conjunto edificado. Apesar do contexto árido do lugar, não foi possível visualizar elementos de proteção e sombreamento em algumas aberturas no panorama posterior do conjunto edificado, conforme Figura 3.18.

Figura 3.18: Viviendas San Inácio – Panorama posterior do conjunto edificado

Fonte: IX2 Arquitetura, 2016.

O quintal da unidade habitacional (Figura 3.19), além de cumprir suas funções de ordem programática, contribuiu para o conforto térmico das moradias, uma vez que, possibilita a ventilação cruzada nos ambientes sociais da unidade habitacional. Outro aspecto relevante do projeto em análise, é que todos os compartimentos das moradias foram projetados para disporem de ventilação e iluminação naturais.

Figura 3.19: Viviendas San Inácio – Quintal da unidade habitacional

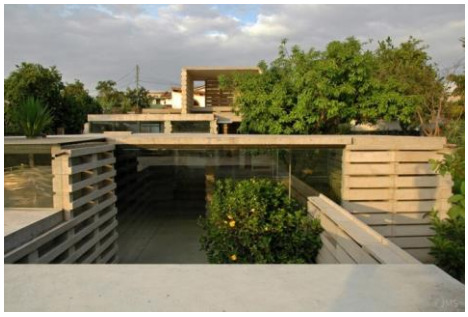


Fonte: IX2 Arquitetura, 2016.

3.5 SÍNTESE DOS ESTUDOS

O Quadro a seguir apresenta uma compilação que objetiva resumir e elencar os possíveis rebatimentos dos projetos apresentados, tanto do ponto de vista formal como pelas características técnicas dos estudos de referência escolhidos (Quadro 3.1).

Quadro 3.1: Quadro síntese

ESTUDOS DE REFERÊNCIA	REBATIMENTOS NA PROPOSTA
	FORMAS PURAS **RIGOR GEOMÉTRICO** **RITMO NA ARQUITETURA**
	**COORDENAÇÃO MODULAR** **FORMAS PURAS** **RIGOR GEOMÉTRICO**
	COORDENAÇÃO MODULAR **FORMAS PURAS** **RIGOR GEOMÉTRICO** **RITMO NA ARQUITETURA** **TIPOLOGIA HABITACIONAL**
	FORMAS PURAS **RIGOR GEOMÉTRICO** **RITMO NA ARQUITETURA** **SISTEMA CONSTRUTIVO** **TIPOLOGIA HABITACIONAL** **PROGRAMA DE NECESSIDADES**

Fonte: Acervo do autor, 2019.

PARTE II: PROPOSTA PROJETUAL

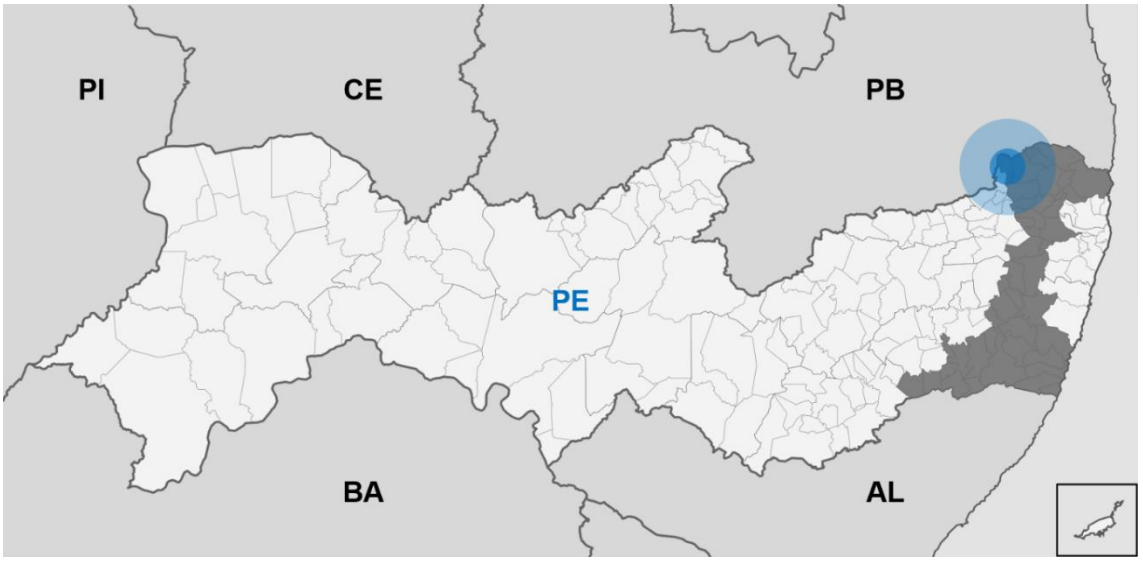
4 CONDICIONANTES PROJETUAIS

Neste capítulo serão expostos os condicionantes responsáveis pelas primeiras decisões projetuais no que concerne na análise das características da área de intervenção escolhida. Por conseguinte, serão descritos e analisados os aspectos físicos e ambientais no universo de estudo, bem como o rebatimento das prescrições legais operantes na concepção e desenvolvimento do projeto. Assim sendo, a partir da identificação do público alvo, ocorrerá a definição do programa de necessidades com base em uma demanda de projeto no atual cenário econômico do município de Macaparana-PE, em razão da hipótese construtiva da edificação a ser desenvolvida.

4.1 A ÁREA DE INTERVENÇÃO E PÚBLICO ALVO

O município de Macaparana está localizado na mesoregião da Zona da Mata e microrregião da Zona da Mata Setentrional, integrando a Região de Desenvolvimento (RD) da Mata Norte do Estado de Pernambuco (Figura 4.1). É formado pelo distrito sede e pelos povoados de Chã do Relógio, Piranhá, Poço Comprido e Nova Esperança e possui uma área territorial de aproximadamente 108,048 km². A cidade faz divisa com o estado da Paraíba e tem por limites: Salgado de São Félix e Natuba (Paraíba); São Vicente Férrer, Vicência e Timbaúba (Pernambuco).

Figura 4.1: Mapa de Pernambuco – Macaparana



Fonte: https://commons.wikimedia.org + edição autor, 2019.

Segundo último censo realizado pelo IBGE (2017), Macaparana-PE (Figura 4.2) apresentou uma população estimada de 25.214 habitantes, correspondendo a uma

média de 4,27 moradores por domicílio particular ocupado e apontou renda per capita média menor que um salário mínimo. Os indicadores socioeconômicos da Zona da Mata Pernambucana refletem uma realidade subdesenvolvida, onde a falta de recursos e de oportunidades econômicas convivem num ambiente natural. Esse cenário remonta, historicamente, à prática da monocultura da cana de açúcar, ao uso desordenado e indiscriminado dos recursos naturais da região.

Figura 4.2: Vista aérea de Macaparana-PE

Fonte: Acervo do autor, 2019.

Em 2010, foi elaborado um diagnóstico participativo pelo Plano de Investimento Municipal (PIM), relativo à infraestrutura de Macaparana, que apresentou como pontos prioritários de investimento o saneamento básico e a habitação. De acordo com o IBGE (2010), existiam 601 moradias sem banheiro no município, o que correspondia a aproximadamente 11% do total. Segundo informações fornecidas pela Secretaria de obras do local, acredita-se que atualmente esse percentual é inferior a 5%, em contraponto, aos processos construtivos voltados para habitações dessa natureza vem ocorrendo de forma contingente. Em Macaparana são encontrados basicamente quatro tipos de padrões habitacionais: A, B, C e D considerada como uma ocupação de área de risco, por população de baixa renda, conforme Figura 4.3.

Figura 4.3: Padrões habitacionais de Macaparana-PE

Fonte: Prefeitura Municipal de Macaparana, 2000.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) apontado foi de 0,609%, considerado baixo e reflete a restrita renda de grande parte da população, inferior ao do estado de Pernambuco que apresentou 0,673%. Este índice situou o município em 55º no ranking estadual e em 3927º no ranking nacional para o ano de 2010 de acordo com Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) Brasil. Nesse contexto, quanto ao perfil do público alvo, a proposta projetual a ser desenvolvida parte do pressuposto de atender às demandas pertencentes à classe média baixa, que buscam fixar residência e com previsão de 1 até 4 moradores por unidade habitacional.

Para a escolha do bairro onde o projeto será implantado, foram consideradas, dentre outras, duas importantes características: localização estratégica – preferência por uma área limítrofe do perímetro urbano municipal, devido a viabilidade econômica; prescrições legais favoráveis – possibilidade de obter o potencial construtivo máximo do terreno, à medida que há uma hipótese real de construção da proposta a ser desenvolvida. Nesse contexto, o bairro Distrito Industrial do Cirão se mostra como uma opção viável e contempla as premissas elucidadas. Situado às margens da rodovia PE-089, o bairro conta com uma vocação residencial e o terreno possui ruas asfaltadas (Figura 4.4), abastecimento de água, de energia e esgotamento sanitário.

Figura 4.4: Rua José Gomes de Andrade

Fonte: Acervo do autor, 2018.

O terreno escolhido para o desenvolvimento da proposta está localizado dentro da malha urbana, ladeado por outras casas com gabaritos que alternam de um a dois pavimentos. Sua disposição dentro da quadra é privilegiada, pois conforma esquina com a Rua José Gomes de Andrade, principal via de acesso ao bairro definido (Figura 4.5). Além disso, apresenta boa localização em relação a infraestrutura da cidade e sua maior testada revela um cenário em direção a um vale provido de vegetação circundante e está ladeado por residências unifamiliares térreas.

Figura 4.5: Vista aérea do terreno

Fonte: Acervo do autor, 2018.

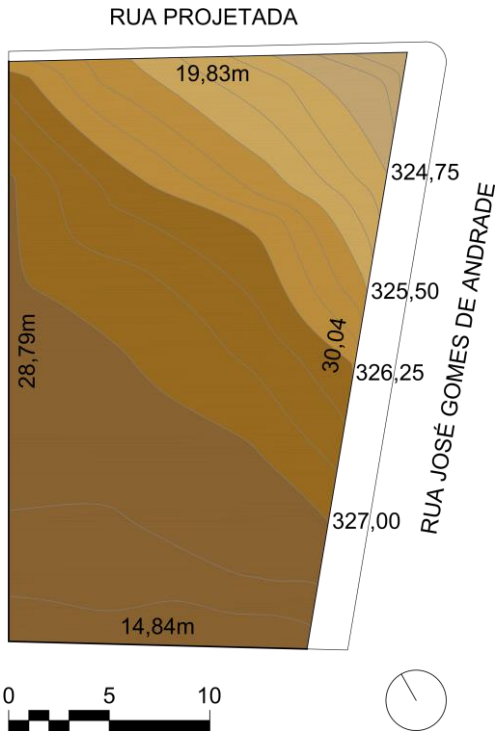
4.2 ASPECTOS FÍSICOS E AMBIENTAIS

O município está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, mais precisamente na microrregião da mata setentrional Pernambucana. Seu relevo é bem movimentado, apresenta vales profundos formados por maciços e outeiros com a ocorrência de afloramentos rochosos. A vegetação primitiva no município é do tipo Floresta Subcaducifólia ou Mata Seca, na qual expõe árvores de grande porte, muitas das quais, durante o período seco, deixam cair parte das suas folhas. A maior parte da área encontra-se ocupada com plantações de cana-de-açúcar e banana.

A vegetação primitiva no município é do tipo Floresta Subcaducifólia ou Mata Seca, a qual apresenta árvores de grande porte, latifoliadas, muitas das quais, durante o período seco, deixam cair parte das suas folhas. Está localizado a uma latitude -07°55’ Sul, e a uma longitude 35°45’ Oeste, alternando entre vários relevos tabulares, suave-ondulados e ondulados, com altitudes variadas entre 200m e 600m, conforme Climate-Data.org (2018).

De acordo com o levantamento planialtimétrico (Figura 4.6), o terreno escolhido possui área de superfície de 506,05m², com formato irregular e topografia em declive, possui desnível de aproximadamente três metros, no sentido longitudinal de projeção horizontal e curvas de nível em diagonal no eixo oeste-leste.

Figura 4.6: Levantamento Planialtimétrico do terreno

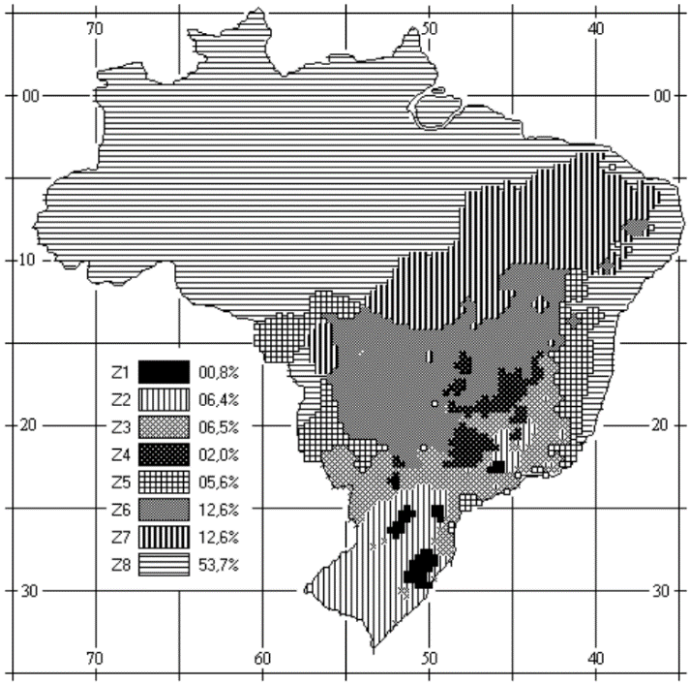


Fonte: Acervo do autor, 2018.

Cada lugar possui características próprias que necessitam ser investigadas e aprofundadas por arquitetos antes de se conceber um projeto arquitetônico. A região da Zona da Mata possui condicionantes físicos e ambientais peculiares e demanda de uma arquitetura capaz de extrair as potencialidades dos materiais e fatores climáticos, sem que os mesmos comprometam a qualidade do ambiente construído.

Para análise do clima, inicialmente, foi analisada a NBR 15220-3/2005 que trata de recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social aplicáveis na fase de projeto. Conforme apresentado na Figura 4.7, o território brasileiro foi dividido em oito zonas que se diferenciam pelas estratégiais bioclimáticas e fornecidas recomendações construtivas de condicionamento térmico passivo das edificações.

Figura 4.7: Zoneamento Bioclimático Brasileiro



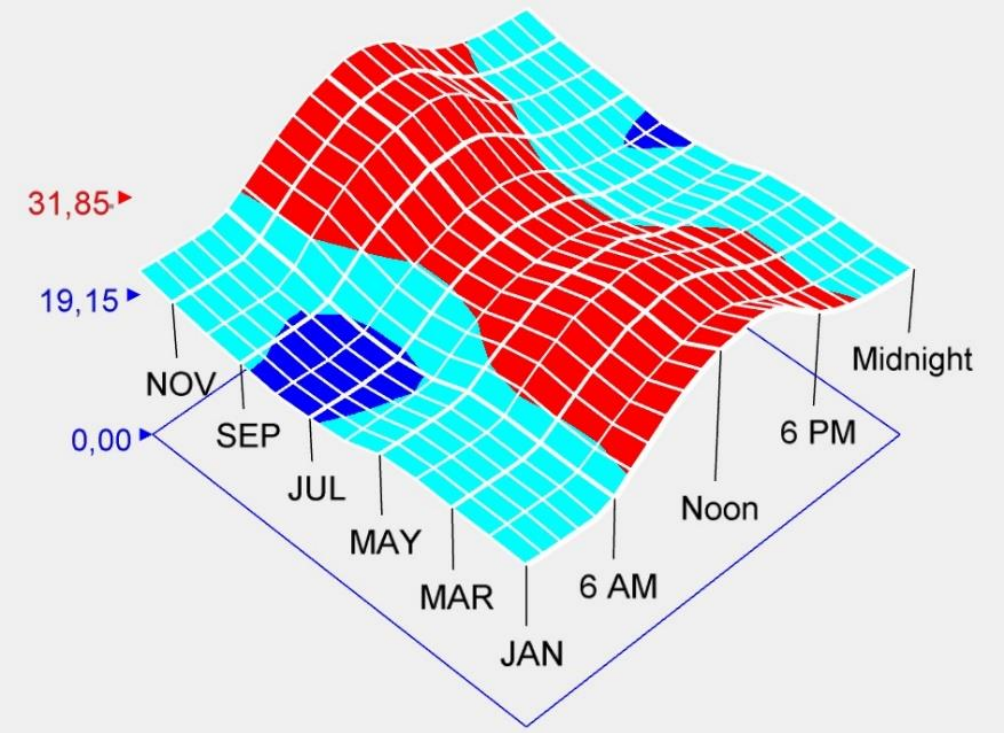
Fonte: NBR 15220-3, 2005.

Macaparana está inserida na Zona Bioclimática 8 (ZB8), que corresponde a cidades com clima quente e úmido (ABNT 2005). O zoneamento é baseado em dados climatológicos medidos em 330 cidades e estimado por interpolação para outras 5231. Para essa zona, recomenda-se alcançar estratégias e diretrizes construtivas para se alcançar o conforto no projeto, tais como: promover ventilação cruzada permanente para condicionamento passivo da edificação; dispor de aberturas com grandes áreas e sombreadas; refrigeração artificial quando necessário e a utilização de paredes e coberturas leves e refletoras.

Para um melhor entendimento dos aspectos climáticos quanto às ocorrências de conforto e desconforto térmico, foi realizada uma análise mais precisa através da Carta Psicrométrica apresentada pelo programa Climate Consultant (método gráfico indicativo no qual relaciona propriedades físicas do ar úmido). Assim, a partir de base de arquivo de extensão “epw” e considerando parâmetros de Conforto Adaptativo e ASHARE Standard 55 para o município de Surubim-PE, que foi selecionado por meio da localização geográfica mais próxima de Macaparana-PE que contém indicadores registrados pelo sistema e apresentar características climáticas semelhantes ao nosso universo de estudo.

Com isso, inicialmente foi possível verificar uma grande variação de amplitude térmica, ocasionando oscilações entre a temperatura máxima e mínima registradas de 18ºC ao longo do ano (Figura 4.8) e algumas divergências em relação aos indicadores sugeridos pela Zona Bioclimática 8.

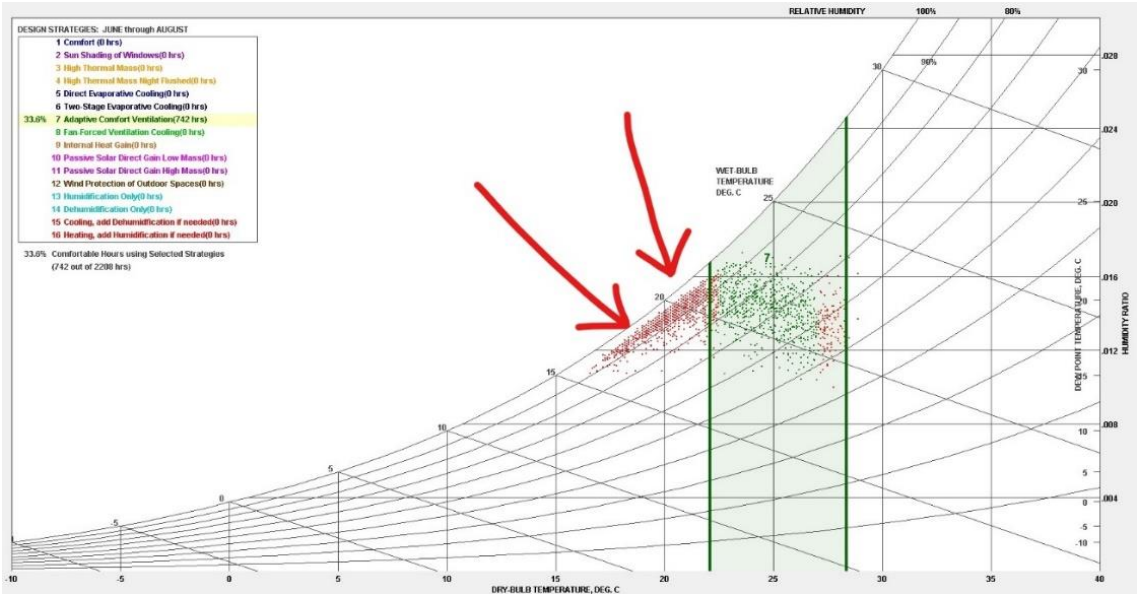
Figura 4.8: Gráfico de amplitude térmica



Fonte: Elaboração própria no software Climate Consultant (versão 6.0), 2018.

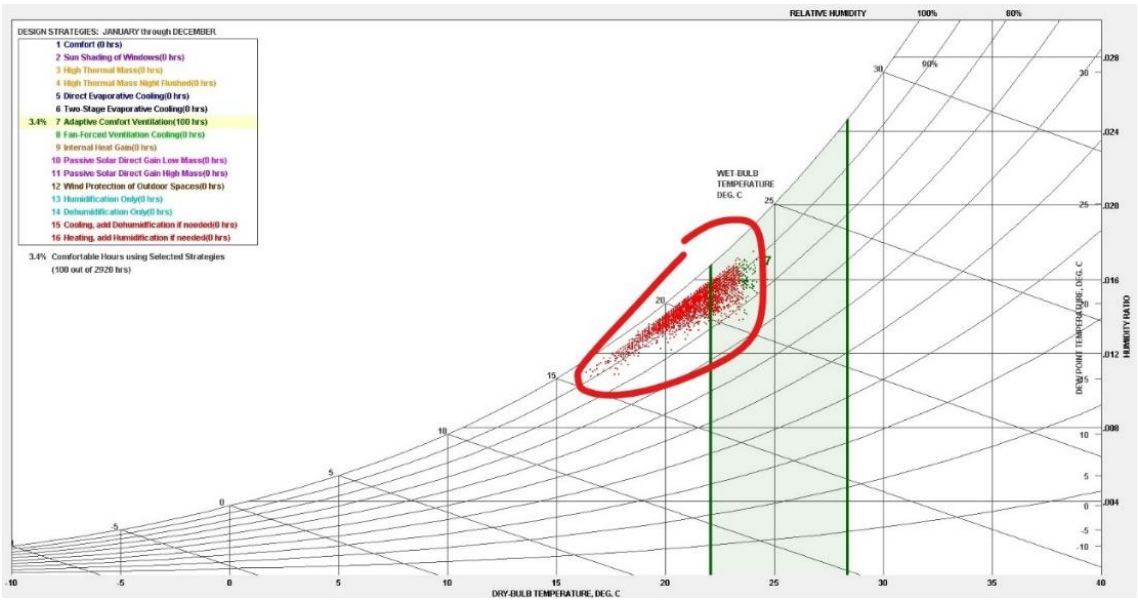
No período de inverno (Figura 4.9), que ocorre no período entre os dias 21 junho até 20 setembro e no período noturno ao longo do ano (Figura 4.10), foi possível verificar temperaturas abaixo da zona de conforto em diversos dias indicadas na cor vermelha, confirmando o questionamento referente aos indicadores anteriormente citados pela NBR 15220-3/2005.

Figura 4.9: Carta Psicrométrica para o período de inverno



Fonte: Elaboração própria no software Climate Consultant (versão 6.0), 2018.

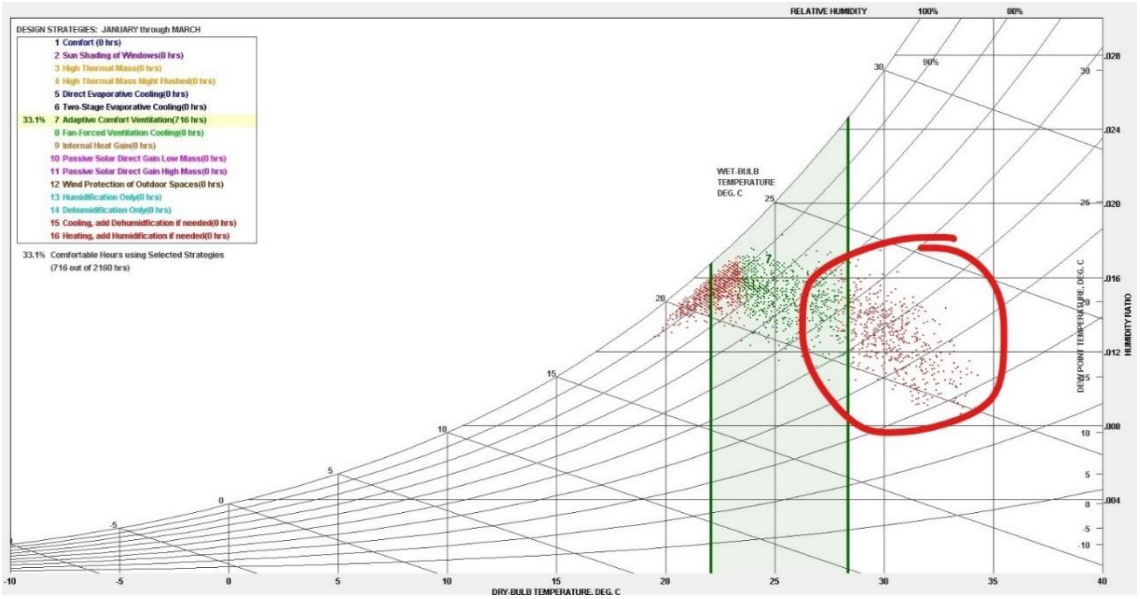
Figura 4.10: Carta Psicrométrica para o período noturno ao longo do ano



Fonte: Elaboração própria no software Climate Consultant (versão 6.0), 2018.

Enquanto que no verão, que ocorre no período entre os dias 21 dezembro até 20 março, apesar das temperaturas registradas ficarem acima da zona de conforto, conforme indicação circular na cor vermelha apontada pela Carta Psicométrica (Figura 4.11), abaixo da temperatura média corporal humana que costuma ser de 35º C.

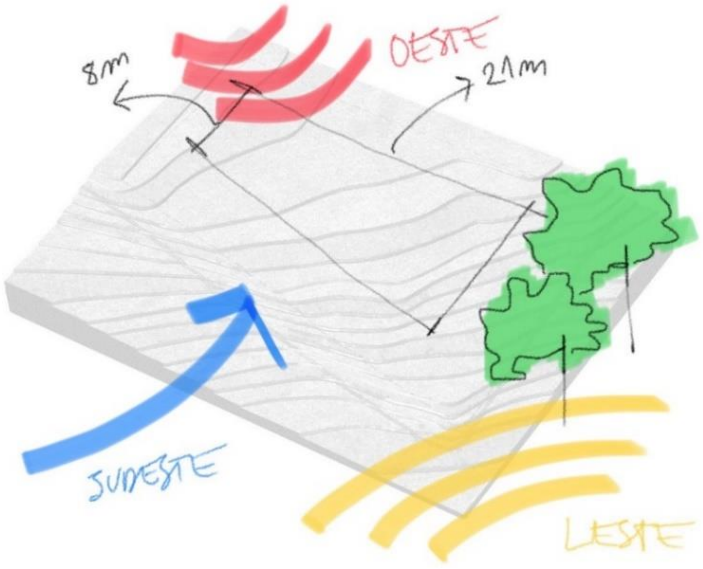
Figura 4.11: Carta Psicrométrica para o período de verão



Fonte: Elaboração própria no software Climate Consultant (versão 6.0), 2018.

O município de Macaparana-PE, apesar de estar classificado em uma zona bioclimática que sugere a ventilação cruzada permanente e a refrigeração artificial, após uma análise mais específica com os dados fornecidos da Carta Psicrométrica (2018), foi possível constatar que no período do inverno ocorrem temperaturas abaixo da zona de conforto térmico. Com esta constatação, partiremos do pressuposto de esboçar algumas estratégias bioclimáticas e arquitetônicas que possibilitem controlar a ventilação cruzada de acordo com as necessidades de cada morador na Figura 4.12.

Figura 4.12: Esboço da análise bioclimática do terreno

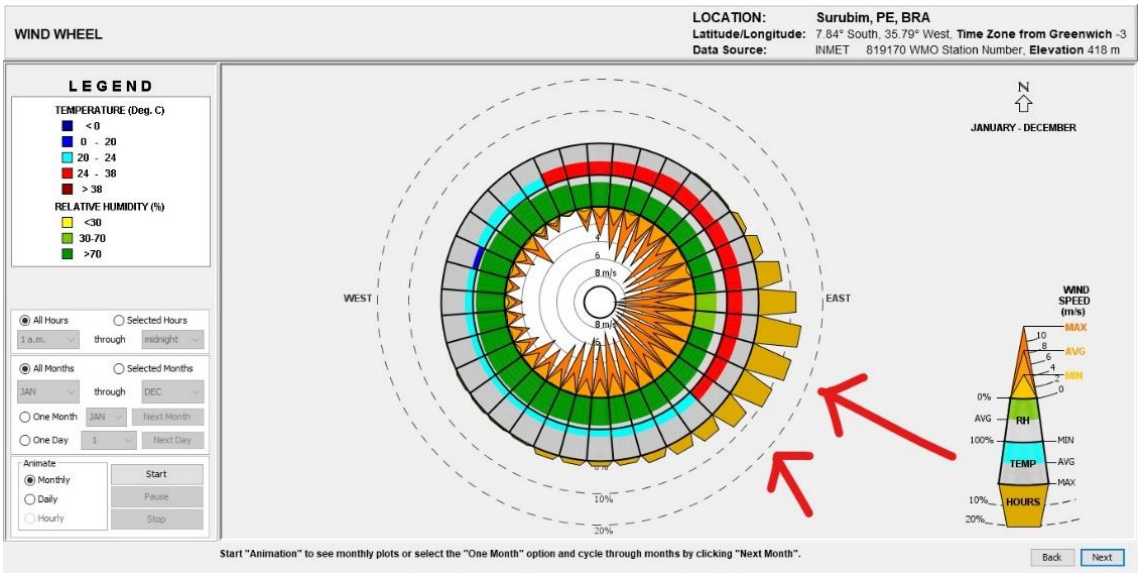


Fonte: Acervo do autor, 2018.

Em continuidade as análises e reflexões dos condicionantes climáticos, torna-se fundamental ter a certeza das orientações e velocidades dos ventos predominantes como forma de auxiliar as estratégias projetuais bioclimáticas na inserção da proposta. Nesse âmbito, o terreno em estudo é bem guarnecido, considerando o fato da sua configuração de esquina e maior testada estarem voltadas para a orientação Leste e Sudeste, enquanto sua porção posterior ao poente.

Devido as favoráveis condições geográficas e confrontantes limitadas ao baixo gabarito do entorno edificado, como dito anteriormente, serão considerados os ventos sem reais interferências do entorno edificado. Dessa forma, após algumas visitas realizadas no local de intervenção e da análise da rosa dos ventos conforme Figura 4.13, foi possível confirmar que os ventos predominantes são o Leste e o Sudeste.

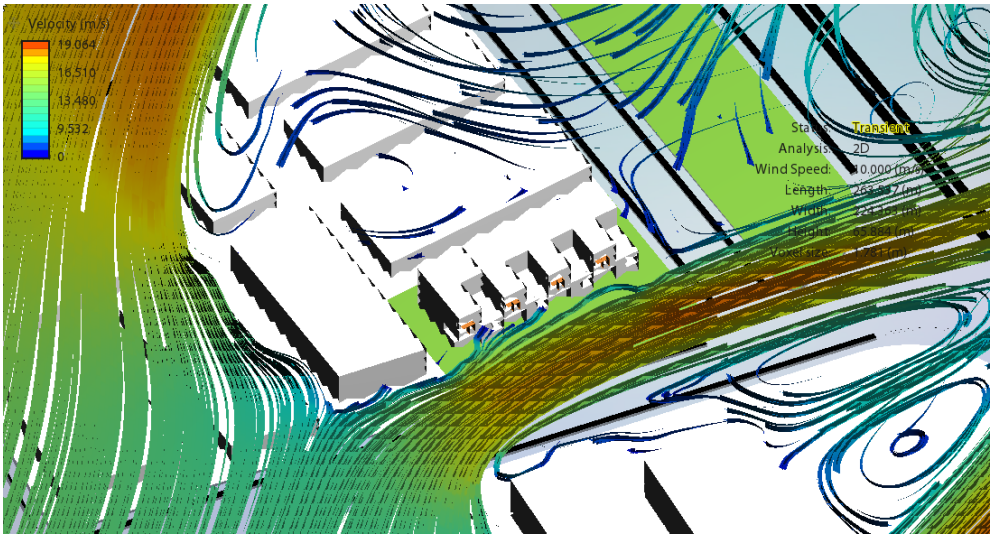
Figura 4.13: Rosa dos ventos de Surubim-PE



Fonte: Elaboração própria no software Climate Consultant (versão 6.0) + edição do autor, 2018.

Foram realizadas simulações com o programa Flow Design (Figura 4.14), com o objetivo de analisar a performance da ventilação natural incidente na edificação. Para a eficácia das estratégias bioclimáticas concernentes ao melhor proveito dos ventos, quanto às velocidades do ar ao redor da edificação e os indicadores correspondentes às diferenças de pressão. Neste cenário, foi possível averiguar a predominância dos ventos com ensaios para as três direções predominantes: Sudeste, Sul e Leste.

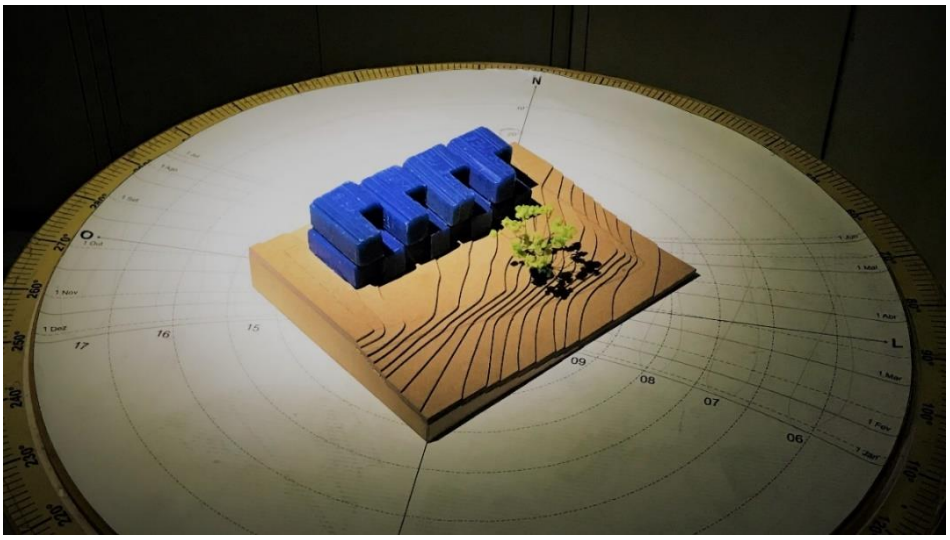
Figura 4.14: Simulações de ventilação natural para predominância dos ventos



Fonte: Elaboração própria no software Flow Design, 2018.

Tendo em vista a vital importância da análise da insolação, foram realizadas simulações com uma maquete física de um estudo volumétrico em escala. Para tal processo, o objeto de estudo desta pesquisa foi submetido ao Heliodon[8], uma vez que, trata-se de um equipamento que permite o entendimento do movimento aparente do sol no contexto do ambiente edificado. Assim, foi possível observar nas simulações, uma notória incidência solar no período da manhã, mais precisamente na face frontal da edificação proposta, ao longo de todas as estações do ano, retratado na Figura 4.15.

Figura 4.15: Simulação solar com o Heliodon



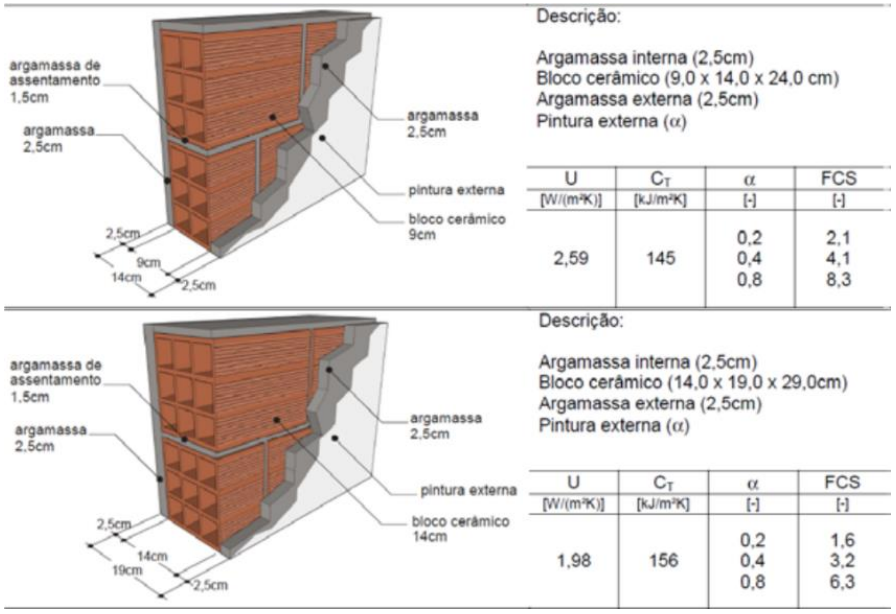
Fonte: Elaboração própria no LabCon da UFRN, 2018.

[8] **Heliodon** é um equipamento utilizado para simular o movimento aparente do Sol, em qualquer local da Terra, para ajustar o ângulo entre uma superfície plana e um feixe de luz e assim combinar o ângulo entre um plano horizontal em uma latitude específica e o feixe solar.

Com a identificação dessa forte insolação matinal mencionada anteriormente, pôde-se concluir que é imprescindível adotar uma estratégia que vai além de um elemento de proteção solar, mas sim, uma solução de aberturas que proporcionem um bloqueio solar efetivo diante de tais constatações.

Em relação a propriedade dos materiais constituintes do sistema construtivo, serão adotados tijolos cerâmicos com dimensões de 14x19x19 cm (9 furos) nas alvenarias periféricas e compatilhadas entre unidades habitacionais, e também, blocos cerâmicos como elementos de enchimento nas lajes de concreto treliçadas. Essas escolhas foram realizadas com o intuido de proporcionar maior conforto térmico e acústico, devido as propriedades de transmitância térmica, fator de calor solar, absortância térmica, capacidade térmica e atraso térmico, conforme Figura 4.16.

Figura 4.16: Propriedades de transmitância térmica dos blocos de vedação



Fonte: LabCon da UFRN, 2017.

4.3 ASPECTOS LEGAIS

Para elaboração desta pesquisa, os aspectos legais vigentes utilizados como norteadores do projeto, foram aqueles comumente utilizados para o licenciamento de edificações em Macaparana: o Plano Diretor juntamente com o Código de Obras do Município de Macaparana (2006), além da NBR 9050 (ABNT, 2015). Inserido em uma zona de urbanização preferencial, possui limitação de gabarito a dois pavimentos ou seis metros de altura, conforme descrito no plano diretor do município, o que possibilita explorar o máximo potencial construtivo do terreno. É exigida uma taxa de solo natural mínima equivalente a 30% da área total do terreno, não apresentando coeficiente máximo construtivo.

5 CONCEPÇÃO E PROCESSO PROJETUAL

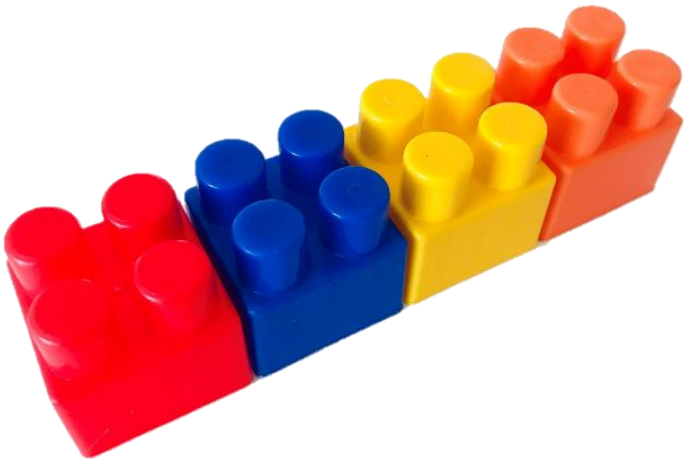
Neste capítulo, será relatado à descrição do processo projetual que teve como fatores determinantes o referencial teórico pesquisado e a análise dos condicionantes físicos e ambientais, amparada nos estudos de referência. A justificativa do processo e o passo a passo das soluções, se apoiam na definição e aplicação das estratégias projetuais evidenciadas através de croquis e imagens. Com base nesses princípios, Manenti (2014) descreve que “se, por um lado, uma obra de arquitetura é composta por elementos, que vêm da tradição, para que se obtenha um todo coeso é preciso o estabelecimento de critérios que regrem as relações entre estes.”

5.1 CONCEITO DO PROJETO

A definição do conceito no projeto arquitetônico, de acordo com Leupen (2004), expressa a ideia subjacente ao desenho e conduz as decisões projetuais em uma determinada direção, organizando e excluindo as variantes. Na perspectiva de Maciel (2003), trata-se da competência do arquiteto de compreender, interpretar, transformar informações pré-existentes ao problema arquitetônico em fundamentos e agir como elemento indutor do processo de projeto.

Na busca de determinar um conceito para o trabalho aqui exposto, cuja ênfase discorre sobre princípios da racionalização construtiva e da coordenação modular, foram realizadas investigações e reflexões sobre algo que analogamente buscasse sintetizar e guiar uma ideia embrião da proposta a ser desenvolvida, desde o registro dos primeiros passos até as soluções finais. Nesse contexto, o conceito que norteou o projeto, em uma materialização simbólica foram os brinquedos de encaixar peças modulares, ilustrado na Figura 5.1.

Figura 5.1: Brinquedo modular



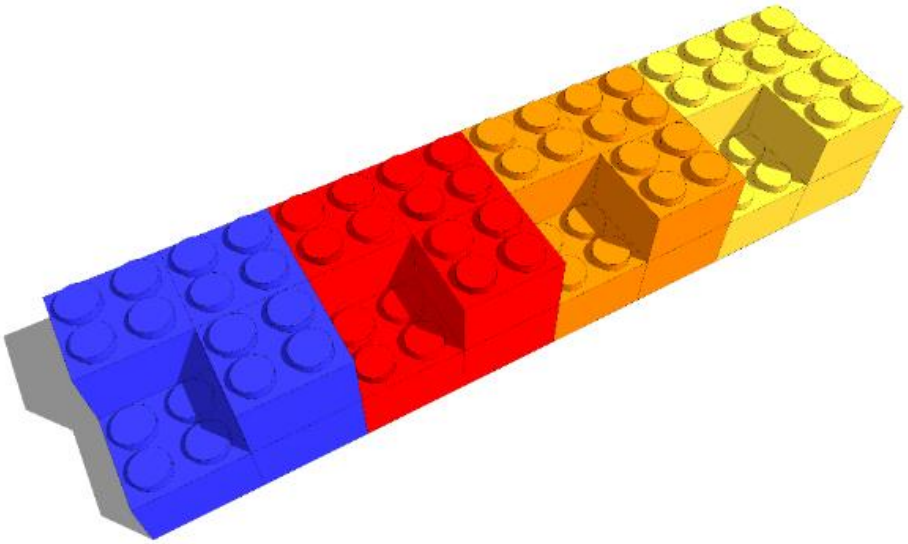
Fonte: Acervo do autor, 2018.

Construir a partir de módulos e encaixes sucede uma das brincadeiras mais recorrentes na infância para crianças, cujo desafio assimila inúmeras possibilidades combinatórias e, a partir delas, constituir os mais variados objetos ou elementos. A temática do brinquedo modular constitui em desenvolver a criatividade sistemática dos usuários, cuja competência inicial implica conhecer o conjunto de peças modulares e suas possibilidades de encaixe, ao promover o raciocínio espacial em evidenciar o alcance no domínio de proporções, frações e divisões.

Quando se constrói uma casa ou uma ponte, o usuário exercita o pensamento em três dimensões distintas: peso, equilíbrio e apoios. Para que essas construções reproduzam diferentes combinatórias desejadas, a promoção da manipulação em diferentes módulos assegura a viabilidade estrutural desejada. Nessa perspectiva, são desenvolvidas certas habilidades cognitivas construtivas e compositivas, mesmo sem perceber, comumente no ato de encaixar e empilhar peças.

A lógica do brinquedo aflora como pressuposto do processo projetual, ao definir a essência do raciocínio conceitual do trabalho. Ensejando de forma análoga com a temática do brinquedo, o conceito do projeto advém da definição de um módulo padrão – peça, com geometria capaz de abrigar qualquer cômodo interno do programa de necessidades. Em seguida, se impõe à edificação a ser projetada eficientes e precisos agrupamentos modulares (Figura 5.2) – encaixes. E por último, reside na etapa de estruturação dos blocos – fixação, em associação ao sistema construtivo compatível com a proposta de racionalização construtiva.

Figura 5.2: Agrupamentos modulares



Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.2 IMPLANTAÇÃO E ESTRATÉGIAS PROJETUAIS

Por se tratar de um terreno urbano compacto de esquina, com área aproximada de 500m², e com sua maior testada voltada para a orientação Sudeste, as variáveis ficaram bem objetivas para a implantação da edificação. Apesar do plano diretor do município não estabelecer um coeficiente máximo construtivo, tampouco, uma taxa de ocupação máxima, por se tratar de uma zona de urbanização preferencial, a limitação do gabarito em até dois pavimentos em concomitância com a aplicação dos recuos frontais e laterais, foram fatores substanciais também para definir um primeiro esboço do macrozoneamento da edificação, apresentado na Figura 5.3.

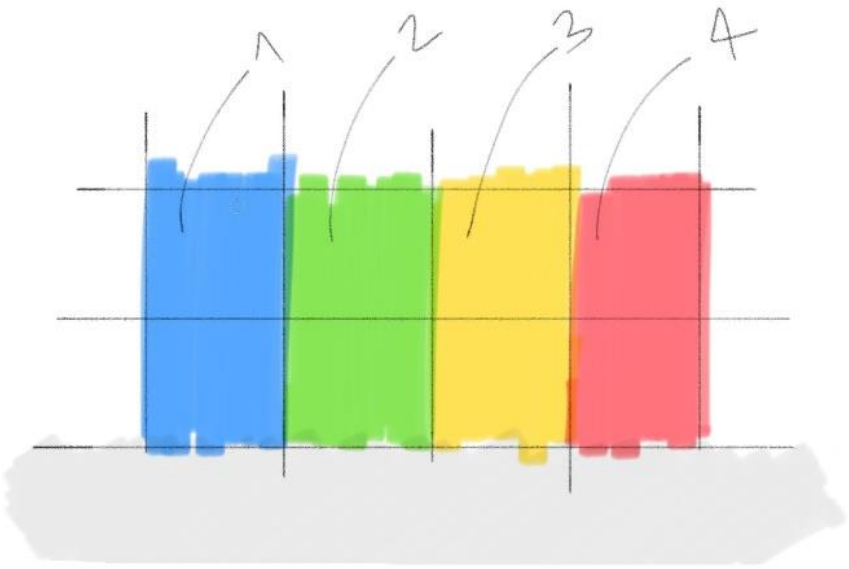
Figura 5.3: Macrozoneamento das unidades habitacionais

Fonte: Acervo do autor, 2018.

O enfoque da racionalização construtiva em paralelo com a opção por um programa reduzido, conduziu ao arranjo do conjunto se organizar de forma linear, a partir da implantação de unidades habitacionais paralelas e geminadas umas às outras. Essa configuração, permite unificar e compartilhar entre as moradias adjacentes, parte da estrutura e das alvenarias laterais periféricas. Trata-se de uma decisão passível e pertinente de ser adotada, uma vez que se obtém uma economia significativa no quantitativo geral de insumos e no tempo de construção, a fim de reduzir os custos da obra. Dessa forma, a disposição ortogonal pragmática nos fundos do terreno, favorece prosseguir o rigor geométrico como estratégia projetual no desenvolvimento do partido arquitetônico.

A verticalização do projeto em dois pavimentos foi uma resposta imediata para o melhor proveito do terreno, em consonância com as limitações legais e construtivas. Nesse contexto, a tipologia sobrado (Figura 5.4) se apresenta de forma assertiva diante dos condicionantes identificados, à medida que estabelece a sobreposição de dois pavimentos pertencentes a mesma unidade habitacional, e fixada principalmente por dois fatores. Inicialmente, apontada por questões culturais de apropriação e contato direto com a terra por cada morador, produz uma atmosfera de moradia térrea e favorece que sejam mantidos hábitos pertencentes em habitações autônomas, ao repousar de forma independente sobre o próprio território. Posteriormente, relativo aos condicionantes acústicos e normativos, por não apresentarem vizinhos em andares superiores ou inferiores.

Figura 5.4: Esboço da tipologia sobrado geminado



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Por outro lado, dada as restrições citadas anteriormente, inerentes aos critérios de economicidade, da racionalização construtiva e da falta de mão de obra qualificada, incitaram questionamentos a respeito dos principais dilemas em contraponto as metas projetuais. A complexidade do processo projetual é expressa, dentre outras variáveis, pelo seu caráter racional e tectônico. As premissas apontadas a seguir, mesmo que ainda embrionárias, objetivam compreender as tomadas de decisões e auxiliar nos primeiros passos estruturadores no desenvolvimento da proposta. Corroborando por fim, o desafio de explorar estratégias racionais pertinentes à temática, no intuito de suscitar e pautar o partido arquitetônico, resultaram o quadro 5.1 abaixo:

Quadro 5.1: Dilemas x Metas Projetuais

DILEMAS PROJETUAIS	METAS PROJETUAIS
RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA X RECURSOS NATURAIS E DE MÃO DE OBRA LOCAIS	FORMAS PURAS SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONAL NA REGIÃO
COORDENAÇÃO MODULAR X MONOTONIA PLÁSTICA	RIGOR GEOMÉTRICO RITMO ARQUITETÔNICO
FLEXIBILIDADE X HABITAÇÃO COMPACTA	SISTEMA CONSTRUTIVO COMPATÍVEL COORDENAÇÃO MODULAR
TERRENO URBANO X COEFICIENTE CONSTRUTIVO	TIPOLOGIA SOBRADO HABITAÇÕES COMPACTAS

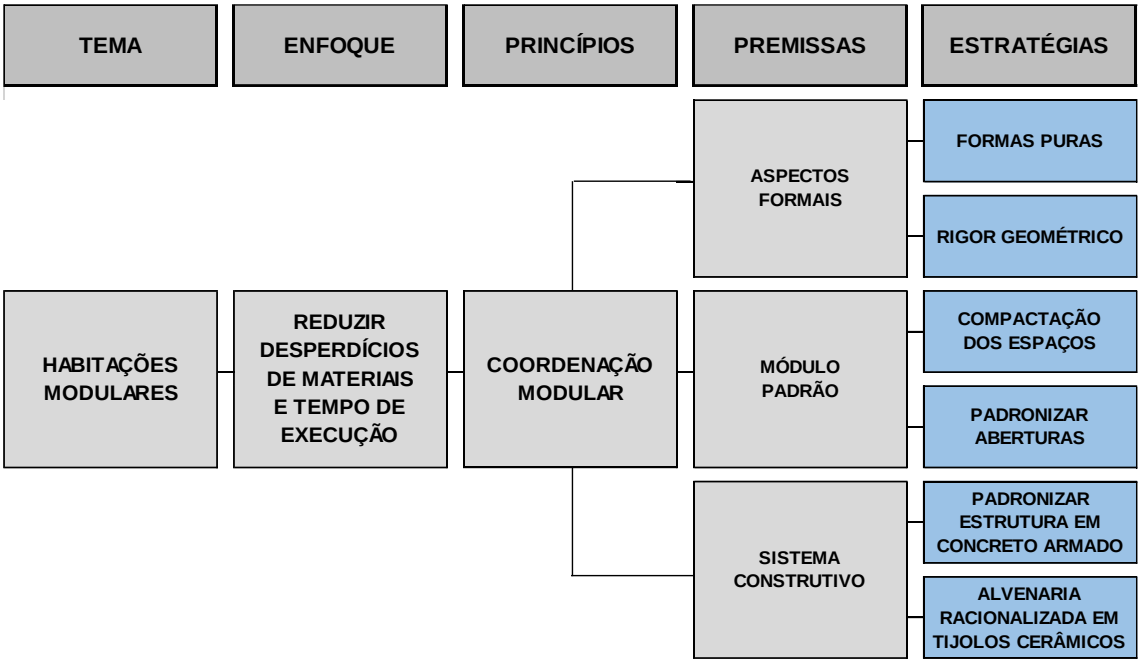
Fonte: Acervo do autor, 2018.

O processo investigativo para a concepção e desenvolvimento desta proposta, visa integrar a conceituação temática, os referenciais teóricos, a demanda do local e o sistema construtivo escolhido para a sua execução. Por essa razão, delineamos um rigoroso raciocínio técnico com a adoção do princípio chave da coordenação modular expressa através de procedimentos desde a fase de concepção, até a realização da obra a ser desenvolvida.

É nessa fase de concepção do projeto arquitetônico que são esboçados e traçados os principais aspectos formais do objeto construído. Nesse processo, a manipulação formal do partido edilício com ênfase no *rigor geométrico* ao unir-se a configuração de *formas puras*, promovem a simplificação do processo construtivo. Dessa forma, as estratégias obtidas em consonância com a identificação e adoção de um módulo padrão, rigorosamente estudado, ao *compactar os espaços* por sua vez, possibilitam a *padronização das aberturas* objetivando a otimização dos custos na racionalização construtiva. Após a definição do sistema construtivo tradicional na região, a proposta buscou *padronizar a estrutura em concreto armado* juntamente com a aplicação da *alvenaria racionalizada em tijolos cerâmicos* de modo expressivo a reduzir os desperdícios de materiais e diminuir o tempo de execução da obra.

Estas reflexões críticas acerca da problemática em enfoque, resultaram em premissas que formularam o quadro 5.2 abaixo:

Quadro 5.2: Estratégias Projetuais



Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.3 PROGRAMA ARQUITETÔNICO

Conforme destaca Maciel (2003), ao definir um programa, surge a necessidade de prever o dimensionamento dos espaços a fim de adaptar-se as diversas atividades propostas para o edifício, não estando apenas relacionada as questões pertinentes às proporções da forma, como também, para definição de hierarquias e demarcação de diferenciações claras entre os espaços de naturezas distintas (públicos e privados). À vista disso, a formulação do programa de necessidade do projeto foi compreendida com base nos seguintes critérios: revisão da literatura especializada sobre o tema; as características culturais da região; normas; legislações e condicionantes associados ao conforto ambiental; o perfil dos usuários e a partir dos conhecimentos acumulados com a prática profissional e vivência que o autor possui na região.

Dessa forma, o programa de necessidades foi desenvolvido concatenado com as premissas projetuais influenciadas pela racionalização construtiva arquitetônica. A base de dados fornecida pelo aporte teórico, derivou na elucidação do programa e serviu de suporte nas interpretações nas configurações espaciais internas e externas a serem propostas. Na conformação compactas dos ambientes, a definição de suas respectivas áreas e pré-dimensionamentos, serão fixadas posteriormente através da adoção dos módulos com o objetivo de propiciar a implementação do sistema de coordenação modular. Em resumo, o quadro 5.3 apresenta os ambientes previstos nas unidades habitacionais e suas respectivas premissas projetuais:

Quadro 5.3: Programa de necessidades + Premissas Projetuais

PROGRAMA DE NECESSIDADES – AMBIENTES	
PAVIMENTO TÉRREO	**PREMISSAS PROJETUAIS**
GARAGEM	RECUO FRONTAL [DESCOBERTA] – 01 VEÍCULO
SALAS	AMPLITUDE ESPACIAL [ESPAÇOS CONTÍNUOS]
COZINHA	INTEGRAÇÃO ESPACIAL [SALA/SERVIÇO]
ÁREA DE SERVIÇO	RECUO DOS FUNDOS [DESCOBERTO] – QUINTAL [HORTA VERTICAL]
QUARTO 01	FLEXIBILIDADE ESPACIAL [INCORPORAR PARA SALA]
BANHEIRO	03 PEÇAS SANITÁRIAS [CONFIGURAÇÃO LINEAR]
ESCADA	COMPACTA [PRÉ FABRICADA DE CONCRETO OU METÁLICA]
PAVIMENTO SUPERIOR	**PREMISSAS PROJETUAIS**
ESCADA	COMPACTA [PRÉ FABRICADA DE CONCRETO OU METÁLICA]
QUARTO 02	LAYOUT COM DUAS CAMAS DE SOLTEIRO
SUÍTE	LAYOUT COM CAMA DE CASAL
TERRAÇO*	**ESPAÇO POLIVANTE [DESCOBERTO] – AMPLIAÇÕES FUTURAS***

Fonte: Acervo do autor, 2018.

5.4 PARTIDO FORMAL ARQUITETÔNICO

> [...] O Partido Arquitetônico é a idéia inicial de um projeto, que a sua formulação é uma criação autoral e inventiva com base na coerência e na lógica funcional, e que, o partido, sendo uma prefiguração do projeto, faz da projetação um processo que vai do todo em direção à parte. [...] (BISELLI, 2014).

Lemos (2003) descreve o partido arquitetônico como uma consequência formal proveniente de uma sequência de condicionantes ou de determinantes compositivos, o que designa o resultado físico da intervenção sugerida. Dessa maneira, para que se obtenha um todo coeso faz-se indispensável estabelecer critérios, bem como suas influências na razão compositiva. Em uma análise sistemática, o autor fundamenta os critérios a serem adotados:

- A técnica construtiva, segundo os recursos locais, tanto humanos, como materiais, que inclui aquela intenção plástica, às vezes, subordinada aos estilos arquitetônicos;
- O clima;
- As condições físicas e topográficas do sítio onde se intervém;
- O programa das necessidades, segundo os usos, costumes populares ou conveniências do empreendedor;
- As condições financeiras do empreendedor dentro do quadro econômico da sociedade;
- Legislação regulamentadora e/ou as normas sociais e/ou as regras da funcionalidade.

No que se refere à interpenetração de conhecimentos no campo expandido em diferentes áreas, o termo forma é bastante abrangente e ao longo do tempo, foram atribuídos diversos conceitos e significados. Sua etimologia vem do latim *forma*, que significa os limites exteriores da matéria de que é constituído um corpo, e que conferem a este um feitio, uma configuração específica, um aspecto particular. Adrian Forty (2000) afirma que a palavra forma carrega em si uma ambiguidade substancial para a capacidade de cognição do ser humano, ao mesmo tempo em que se refere ao perfil ou feitio dos entes concretos e materiais, ainda se refere, as diferentes ideias e as possibilidades de compreender os sentidos que permeiam o universo da percepção humana.

Por outro lado, Nascimento (2013) identifica que na origem do termo, constituía o resultado da ação de certa quantidade de entes sobre outros. Na modernidade, ficou associado as ações de pessoas sobre outras pessoas, adquirindo uma conotação de

fato social, que posteriormente veio a refletir em uma interpretação concebida pela arquitetura moderna, ao responder em princípio às necessidades de realização de atos pelos usuários dos edifícios ou pode ser definida como uma “configuração, feitio, feição externa, manifestação, estado, estrutura, arranjo e estilo em composição literária, musical ou plástica” (BUENO, 1975).

A investigação sobre a gênese da forma, dentro de um universo geométrico, recebeu no início do século XX um grande impulso com o artista plástico Paul Klee, estudos referente a “natureza” da forma que exploravam a sua gênese a partir de um ponto que se move e dá origem a uma reta, a reta em deslocamento gera o plano, elemento bidimensional. O movimento e o encontro dos planos no espaço, gera uma forma tridimensional. Dessa forma, “Uma síntese de energias cinéticas que movem o ponto convertendo-o em reta, a reta convertendo-a em plano e o plano convertendo-o em uma dimensão espacial” (KLEE, 1961 apud CHING, 1998).

Ao consultar os dicionários não especializados em conceituar a palavra forma, de uma maneira geral enfatizam à aparência externa, aos limites exteriores, ao contorno do objeto, sem procurar necessariamente as razões que expliquem ou interpretem as formas em relação as estratégiais projetuais aplicadas ao universo da racionalização cosntrutiva. Já nos dicionários especializados, a terminologia da forma evidencia o “aspecto externo e estrutura de algo, que se distinguem de sua substância ou matéria” (CHING, 1998).

Para um melhor entendimento da forma na arquitetura, faz-se necessário antes de tudo, esclarecer a diferença entre forma e um termo semelhante, o formato. Para o autor Wong (1998), “formas apresentam alguma profundidade e algum volume – características associadas a figuras tridimensionais, enquanto formatos são formas mostradas de determinados ângulos, de determinadas distâncias”, ou seja, o formato está associado aos diferentes aspectos sob os quais a forma possa se apresentar visualmente. Entretanto, Gomes Filho (2008), explica que a forma possui propriedades que a consubstanciam, por si mesmo ou por inteira. Sendo assim, a forma pode constituir-se em um único ponto (Singular), numa linha (sucessão de pontos), ou num plano (sucessão de linhas), ou em um volume, contemplando todas as propriedades citadas.

Segundo Ching (1998), as propriedades visuais da forma são o contorno (que determina seu aspecto), o tamanho, a cor, a textura, a posição em relação a seu campo de visão, a orientação em relação ao seu plano de sustentação, e a inércia visual, já o contorno nos remete à questão do formato. Ao partir dessa abordagem múltipla, Wong (2001) alerta para o fato de que formato e forma são constantemente utilizados como

sinônimos, embora tenham significados diferentes, assim o formato se apresenta como a área contida em um contorno.

Colin (2000) afirma que a forma arquitetônica é constituída pela tríade: volume, espaço e superfície. Referindo-se às formas volumétricas, formas espaciais e murais. A forma volumétrica é aquela que vemos a partir do exterior da edificação, levando-se em conta sua relação direta com o entorno, o meio ambiente, sua silhueta e sua composição de massas. Isto corresponde ao contorno externo, o perfil, o formato, a silhueta da forma que é "estabelecida pelos formatos e inter-relações dos planos que descrevem as fronteiras do volume" (CHING, 1998).

Nascimento (2013), descreve que a forma deve ser compreendida como os elementos materiais que podem ser caracterizados por propriedades físicas naturais (volume, superfície, delimitação espacial, percepções sensoriais) ou por uma possível associação dessas propriedades a outros significados de determinada cultura que os compreende e identifica, atribuindo o caráter de elementos de comunicação simbólica de forma mais imediata do objeto arquitetônico com o indivíduo. A forma dos edifícios varia em cada época e lugar em função de um contexto sócio cultural e ideológico, influenciado e modificado por diversos fatores físicos, tecnológicos e econômicos e até de natureza legal.

O desenvolvimento do objeto arquitetônico é iniciado com a definição preliminar da volumetria, o volume é um dos atributos da forma definido por Mahfuz (1995) como algo independente, capaz de ser visto externamente e costuma ser determinado pelo seu grau de concentração. A fim de se obter um domínio da compreensão plástica, os sólidos geométricos primários originam-se através de um processo de associação volumétrica, para equacionar todos esses fatores, suas partes ofertam múltiplas possibilidades de combinações e interações como: adição, subtração, justaposição e escavação.

Para o melhor entendimento e definição da forma do edifício a ser desenvolvido, inicialmente é imprescindível compreender questões importantes além da geometria projetada do conjunto e quais são as partes que formam o todo compositivo deste objeto arquitetônico, ao investigar como estas estão dispostas em relação ao todo em sua essência. Desta forma, ciente de mitigar eventuais movimentações de terra, pois costumam onerar significativamente os custos da obra, a estratégia projetual auferida reside em apreender previamente e considerar a conformação da topografia natural do terreno, para implantar e acomodar a edificação ao declive existente (Figura 5.5).

Figura 5.5: Vista isométrica do terreno

Fonte: Acervo do autor, 2018.

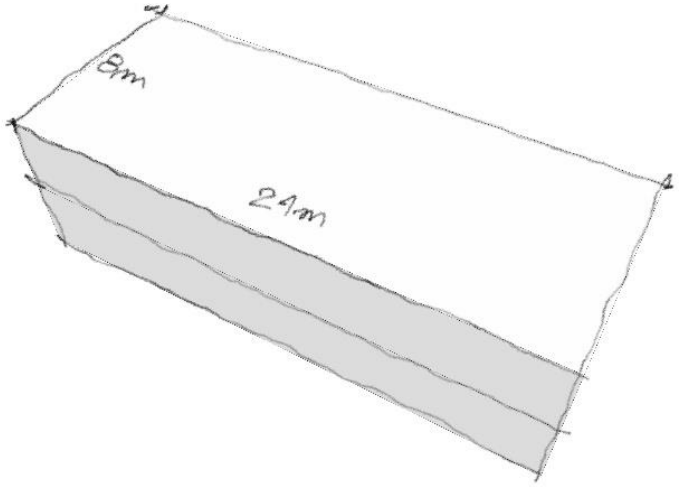
Para construção de um método aqui proposto, julga-se necessária a adoção de alguns procedimentos para compreensão da forma externa da edificação a partir destas relações de cunho plástico e compositivo formal, utilizando-se de premissas fundamentadas pelo rigor geométrico. Nesse âmbito, o desenvolvimento do partido formal será delineado por meio de procedimentos sequenciais e complementares, cuja as estratégias projetuais a serem adotadas são identificadas a partir de uma razão teórico-metodológica.

A solução formal do objeto arquitetônico a ser desenvolvido será composta por partes – ou unidades formais – distintas e fruto de condicionantes que se comportam em relação ao todo edificado, refletindo diretamente na aparência externa do artefato arquitetônico. Tendo em vista o enfoque deste trabalho, busca-se refletir e apresentar as formas quanto a seus elementos, percepções e propriedades visuais, em seguida com a investigação das propriedades geométricas frente a racionalização construtiva, enquanto estratégias a partir da proposição de operações de arranjo, manipulação e articulações da forma.

Assim, o partido é iniciado através de um prisma regular monolítico (Figura 5.6), um corpo edificado bruto e uniforme decorrente dos condicionantes legais obrigatórios (afastamentos e gabarito). O resultado volumétrico alcançado imediato é um prisma retangular com uma lâmina com 168m² de área ocupada, e com a possibilidade de

verticalizar a construção em até dois pavimentos objetivando atingir o coeficiente máximo de aproveitamento do terreno.

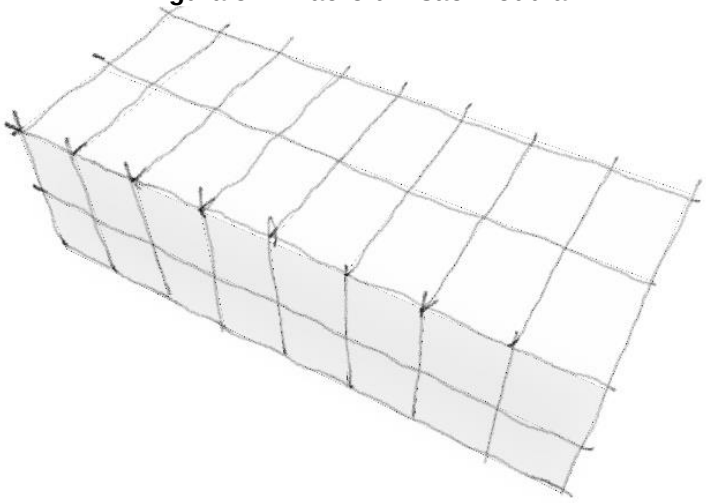
Figura 5.6: Prisma regular monolítico



Fonte: Acervo do autor, 2018.

A partir da volumetria resultante, foi riscada uma subdivisão modular preliminar em primas proporcionalmente menores com áreas equivalentes a 10m², passíveis de abrigar qualquer uso estabelecido pelo programa de necessidades. Assim, respeitou um traçado regulador que definiu uma proporção entre as partes na Figura 5.7.

Figura 5.7: Macro divisão modular

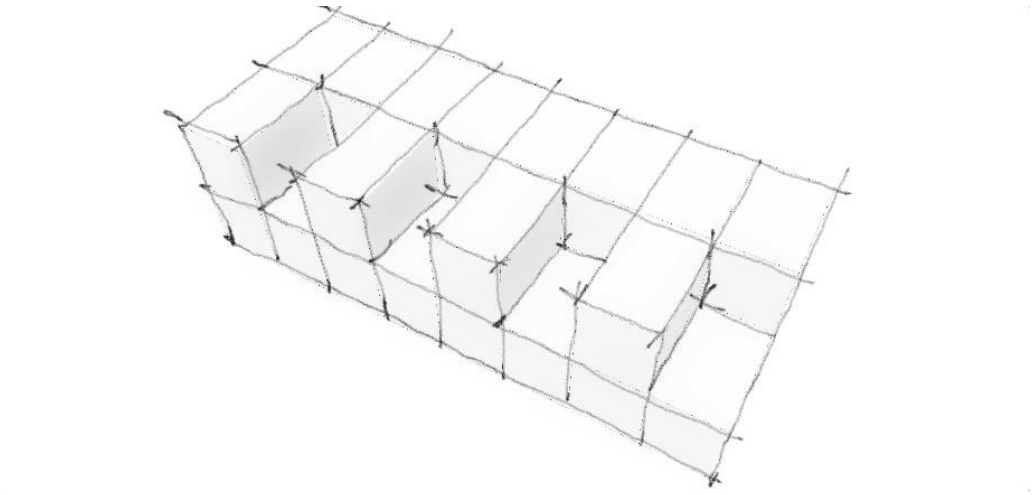


Fonte: Acervo do autor, 2018.

Na sequência, para quebrar a rigidez monolítica da volumetria decorrente, são realizadas subtrações modulares no prisma (Figura 5.8). Dessa forma, uma dinâmica regular possibilitou explorar um apreensível jogo equilibrado de cheios e vazios, que imprimiu um caráter rítmico. Como resultado, o projeto explora as possibilidades ao

assegurar a desmaterialização da massa edificada através da fixação de relações entre as partes, proporciona uma certa fragmentação na intensão de torná-lo poroso.

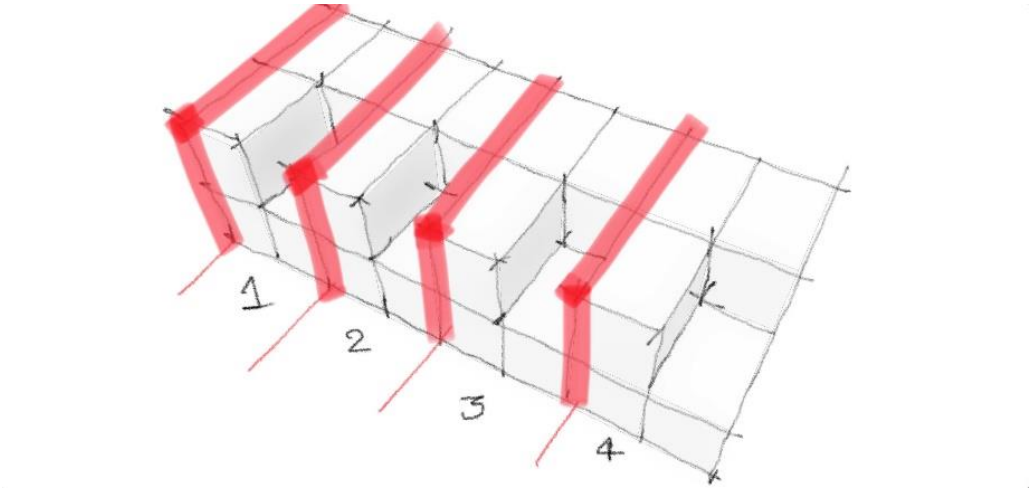
Figura 5.8: Subtrações modulares



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Em seguida, uma divisão pragmática em blocos é traçada em busca de conciliar critérios de economicidade em sólidos geométricos, inerentes as formas puras e linhas retas, ao compartilhar os fechamentos laterais adjacentes as unidades habitacionais e reforçar o desenho de quatro unidades com tipologia geminada na Figura 5.9.

Figura 5.9: Subdivisão modular

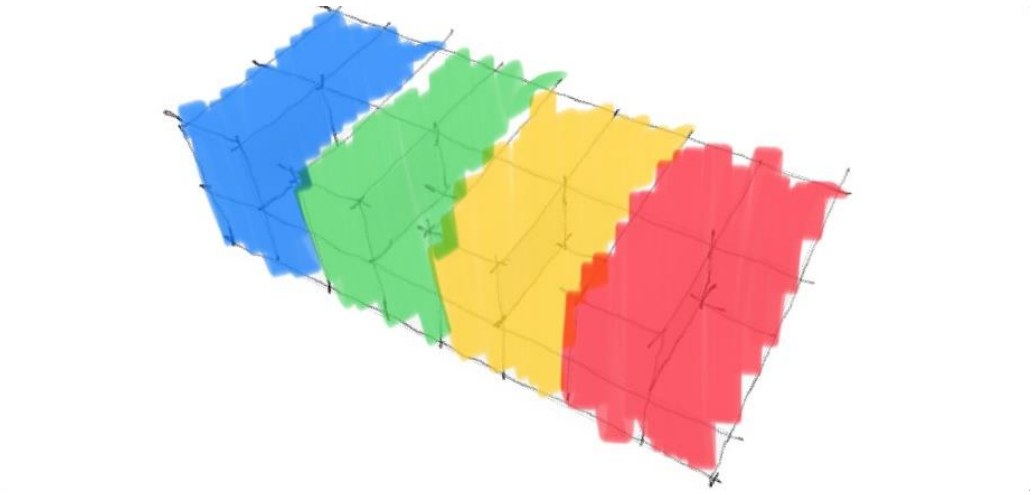


Fonte: Acervo do autor, 2018.

A fim de reforçar o sentimento de pertencimento e garantir a identificação visual para cada unidade habitacional, optou-se por aplicar o cromatismo nas fachadas como elemento responsável por conferir uma percepção e uma relação de ordem ocular que compõe e define os contornos do volume (Figura 5.10). Posteriormente, uma assertiva

paleta de cores nas faces dos volumes advém da necessidade de humanização e a consequente apropriação dos moradores mesmo que por meio de materiais.

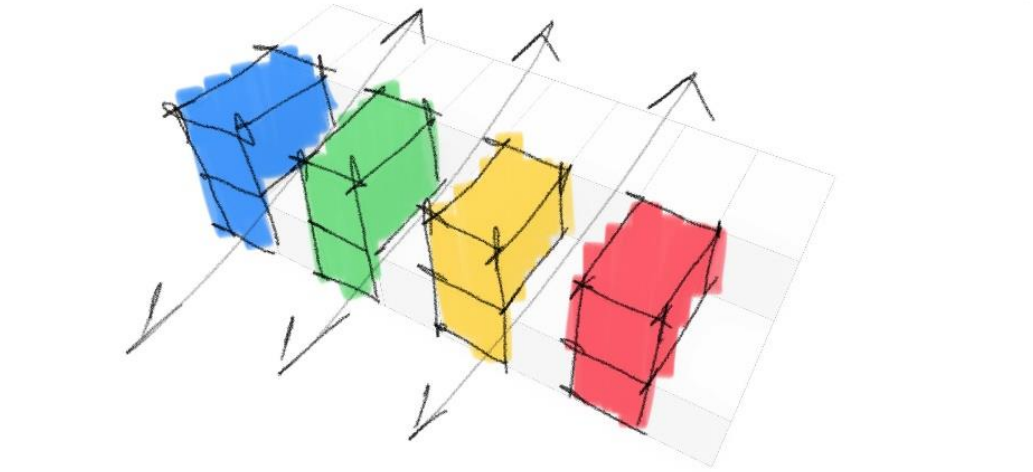
Figura 5.10: Cromatismo nas fachadas



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Para atender os requisitos da NBR 15575:2013 que trata do desempenho de edificações habitacionais, adotamos como premissa de projeto a independência das áreas íntimas visando melhorar o conforto acústico, as lacunas dos vazios alternados possibilitarão separar a conformação dos módulos de dormitórios (Figura 5.11).

Figura 5.11: Dormitórios unidades habitacionais



Fonte: Acervo do autor, 2018.

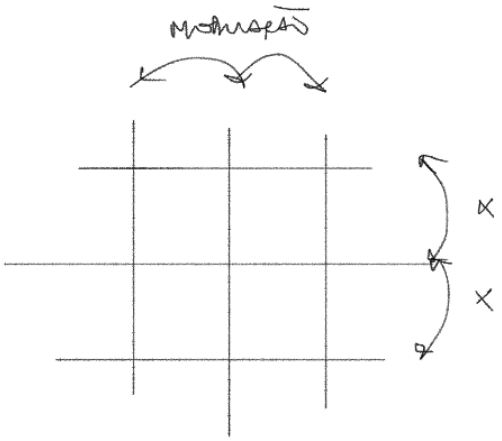
5.5 APLICAÇÃO DO SISTEMA DE COORDENAÇÃO MODULAR

> [...] A composição arquitetônica é geométrica. É, antes de mais nada, um acontecimento de ordem visual; é um acontecimento que implica julgamentos de quantidades, relações, apreciação de proporções [...] (LE CORBUSIER, 2004, p.136).

Inicialmente, a aplicação tem como ponto de partida a apreensão e a definição de um módulo compacto e preciso. Um mínimo múltiplo comum de todas as razões dimensionais envolvidas, com 10 m² de área, conforme subdivisão modular preliminar resultante do partido formal exposto no capítulo anterior. Assim, este módulo fixado irá permitir obter a conformação entre os planos do sistema de referência, juntamente com os componentes que designaram as demarcações de um forte arrojo técnico.

Em síntese, o processo projetual inicia de uma rigorosa modulação que visa coordenar e exercer uma função métrica para o desenho todas as dimensões das partes do conjunto edificado. Para isso, é prevista uma quadricular que abrange o todo construído, compatível com o sistema construtivo a fim de prever uma correlação satisfatória entre todas as dimensões modulares dos componentes da obra. Foram prerrogativas importantes para alcançar o beneficiamento de uma base geométrica, capaz de ordenar o procedimento da coordenação modular ilustrado na Figura 5.12.

Figura 5.12: Definição do módulo

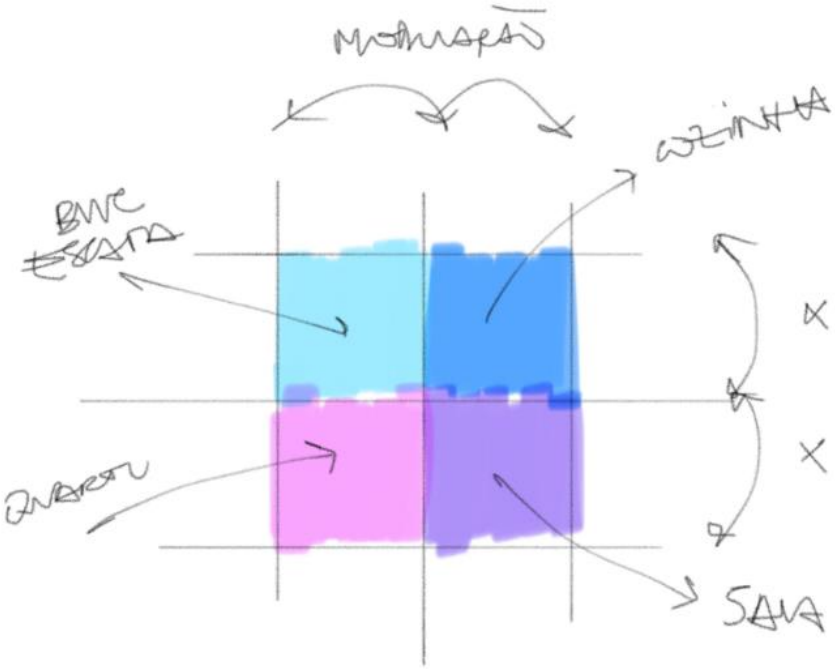


Fonte: Acervo do autor, 2018.

Dada a importância, essa relação é ainda mais acentuada proporcionando a racionalidade no consumo de materiais, a um jogo de equilíbrio entre razões de ordem econômica e construtiva, ao conjugar velocidade de construção pelo fato de diminuir os desperdícios de materiais na obra evitando os cortes nas peças.

Ainda que preliminar, um arranjo espacial na organização dos compartimentos é traçado com a finalidade de distribuir quatro módulos iguais por pavimento de cada unidade habitacional. Com tudo, a orientação foi determinante para a localização dos ambientes no projeto que distingue claramente as áreas funcionais através da malha estrutural. Em paralelo, o programa de necessidades das moradias se conforma e ordena a distribuição dos compartimentos através de um plano hermético de quatro quadrantes por pavimento. Essa regularidade estrutural apoia-se no zoneamento modular decorrente da compactação da tipologia sobrado geminado, em consonância com os aspectos climáticos ao direcionar a zona social e íntima para a frente de orientação Sudeste, traçado na Figura 5.13.

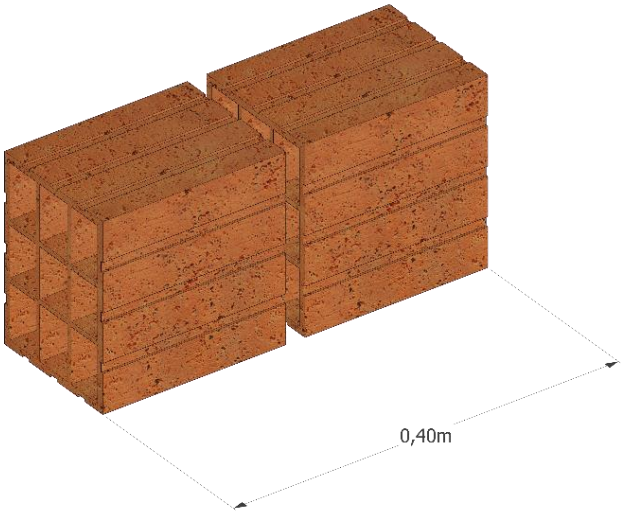
Figura 5.13: Zoneamento modular da unidade habitacional



Fonte: Acervo do autor, 2018.

O elemento condicionador para a definição inicial dos eixos e das coordenadas modulares do projeto, foi a dimensão do tijolo cerâmico de vedação (Figura 14). Dada esta escolha por se tratar do material que comumente representa os maiores índices de perdas e maiores quantitativos unitários empregados desse sistema construtivo. Além disso, Barros (1998) reforça que os tijolos cerâmicos constituintes nas alvenarias de vedação, são responsáveis de 20% a 40% do custo total de uma construção, bem como deter uma relação direta com revestimentos, instalações, impermeabilizações, esquadrias e estrutura.

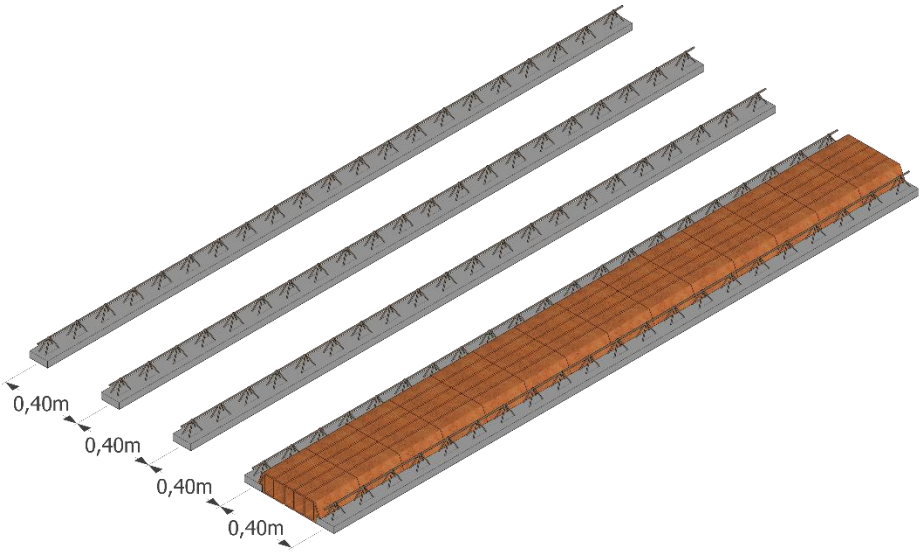
Figura 5.14: Tijolos cerâmicos



Fonte: Acervo do autor, 2019.

À vista disto, após a realização de algumas tentativas e simulações de caráter investigativo, para identificar a dimensão capaz de atender por totalidade o sistema construtivo, pôde-se identificar e aplicar a modulação básica fixada em coordenadas simétricas a cada 0.40m em todos os eixos concernentes aos planos de referência. A medida estabelecida, segue em concordância com as lajes que serão armadas com treliças de concreto pré-moldado e com o enchimento previsto em lajotas cerâmicas (Figura 5.15). Por conseguinte, em razão da compatibilização geral destes elementos constituintes no sistema construtivo previsto para o conjunto edificado, tendo como submúltiplo o módulo padrão universal de 0.1m.

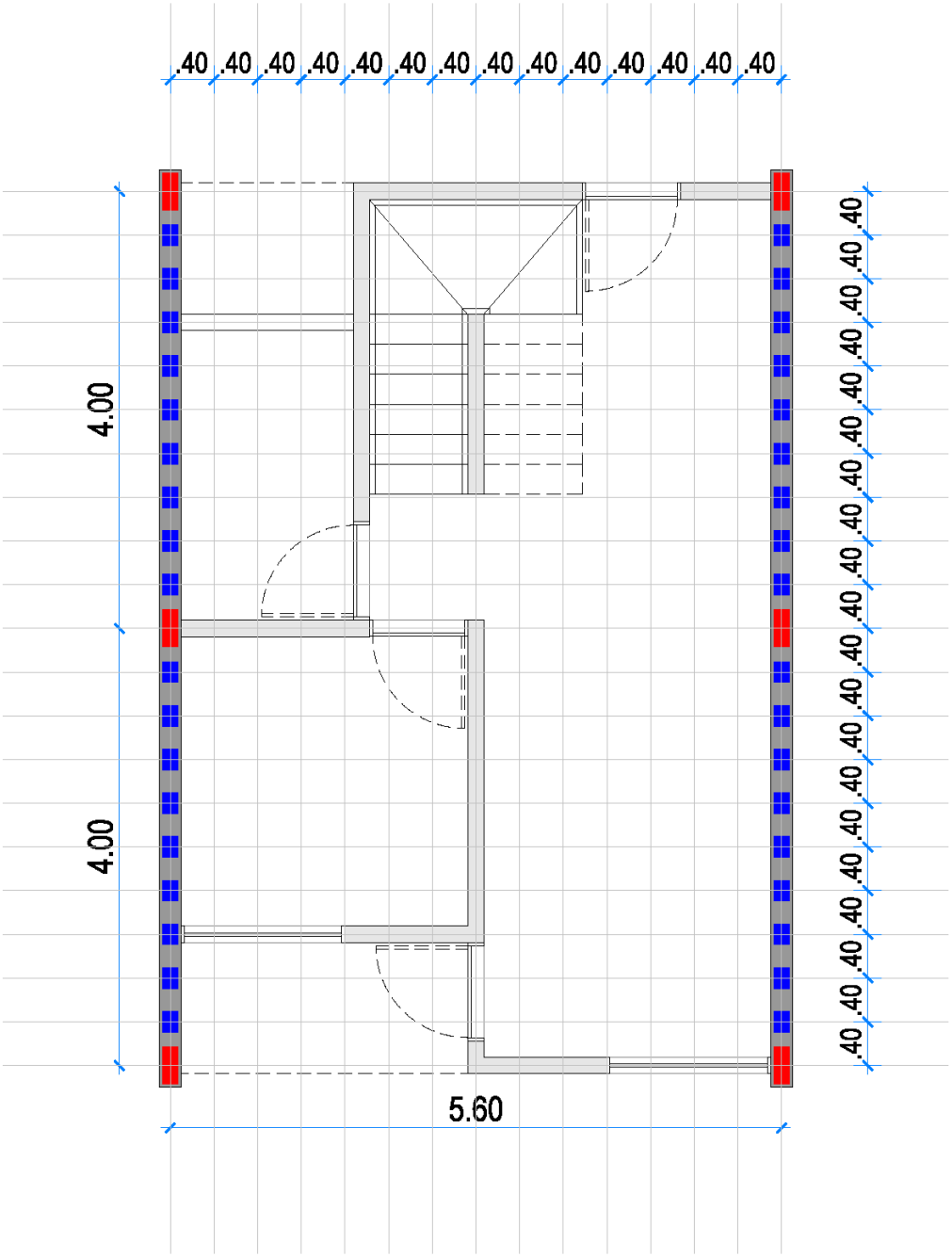
Figura 5.15: Dimensão modular das treliças unidirecionais + Lajotas cerâmicas



Fonte: Acervo do autor, 2019.

A malha é traçada através de quadrículas modulares em um conjunto de linhas paralelas regularmente espaçadas que se entrecruzam. A malha resultante, configura uma trama que norteia a aplicação do sistema de coordenação modular, durante a definição de todas as medidas dos componentes do projeto. Quando projetada em terceira dimensão, determina uma rede espacial de linhas de referência na Figura 5.16.

Figura 5.16: Coordenação modular – Unidade habitacional

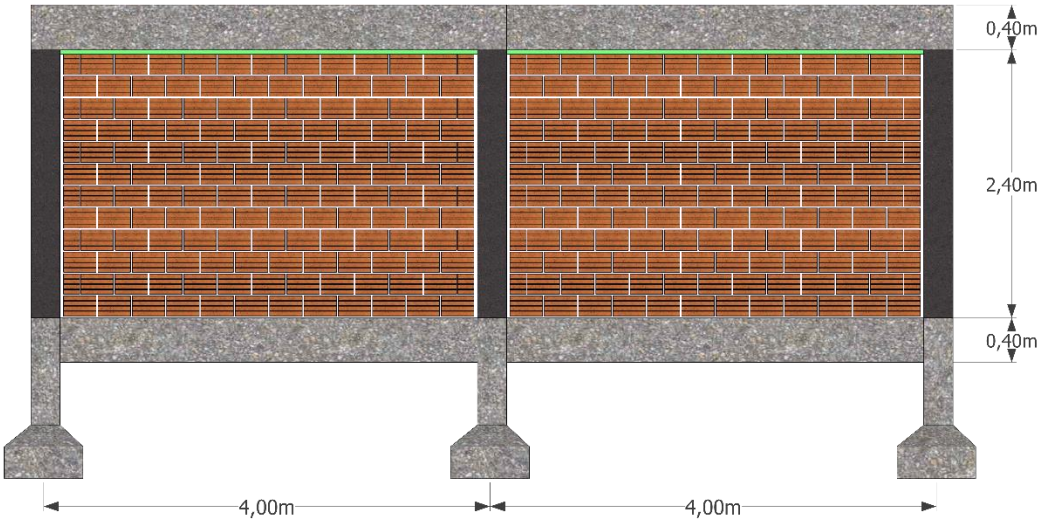


Fonte: Acervo do autor, 2019.

Dentro desta estrutura modular prognosticada, qualquer componente atinente ao sistema construtivo pode ser visualmente organizado, desde o piso a padronização das aberturas. Em relação as esquadrias, esse rigor é aplicado com o mesmo critério. O projeto buscou contemplar dois tamanhos distintos, porém, múltiplos do módulo padrão estabelecido no sistema métrico. Essa peculiaridade apresentada, reflete-se no dimensionamento delas respectivamente ao corresponder as dimensões de 1.60m e a outra com 0.40m de largura em consonância da coordenação modular.

A modulação visa coordenar todas as dimensões das partes de uma edificação. Nessa linha de pensamento, a definição das alturas são obtidas nos planos verticais do sistema construtivo, por meio da compatibilização dimensional que possibilitou regrar o assentamento da alvenaria cerâmica de vedação racionalizada (Figura 5.17). Aliada a soma precisa das dimensões dos tijolos cerâmicos que compõem o rigor no transpasse, com a grandeza vertical dos pilares e das vigas de concreto armado.

Figura 5.17: Alvenaria cerâmica de vedação racionalizada

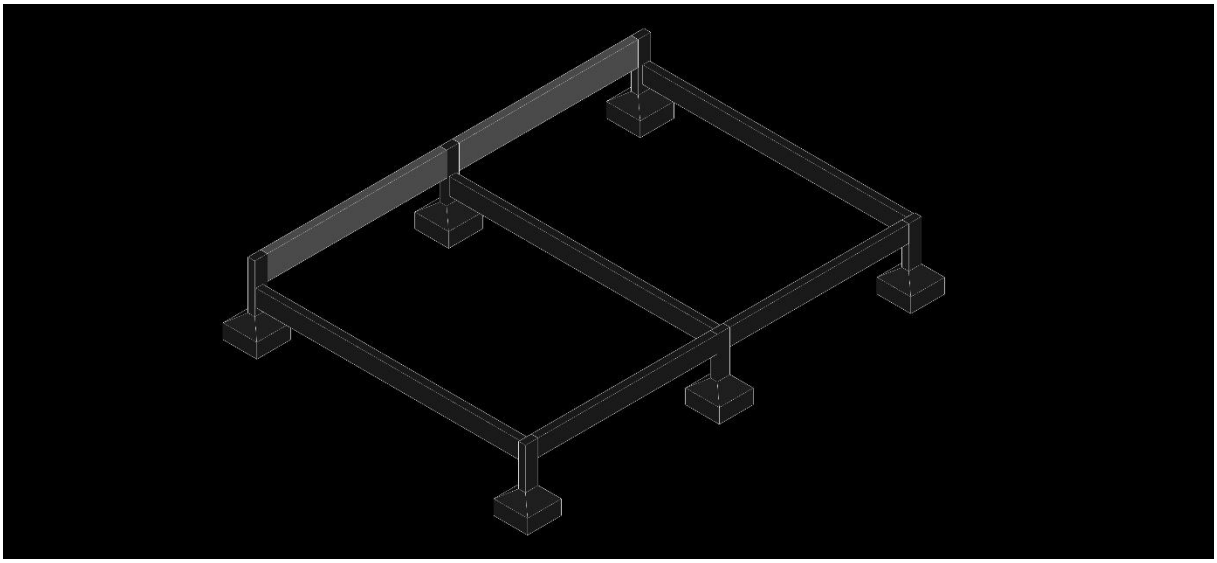


Fonte: Acervo do autor, 2019.

Essa busca incessante de uma lógica estrutural, tornou possível organizar o processo mental da concepção ao implantar a edificação de forma leve e inteligente, condigno de uma simplicidade estrutural, sem necessitar de grandes esforços para sustentar a construção. Diante desta premissa, o projeto buscou idealizar a concepção estrutural de forma sucinta e econômica, em tornar a obra mais ágil do ponto de vista da execução com a padronização dos elementos, o que permite reduzir o tempo de execução da obra.

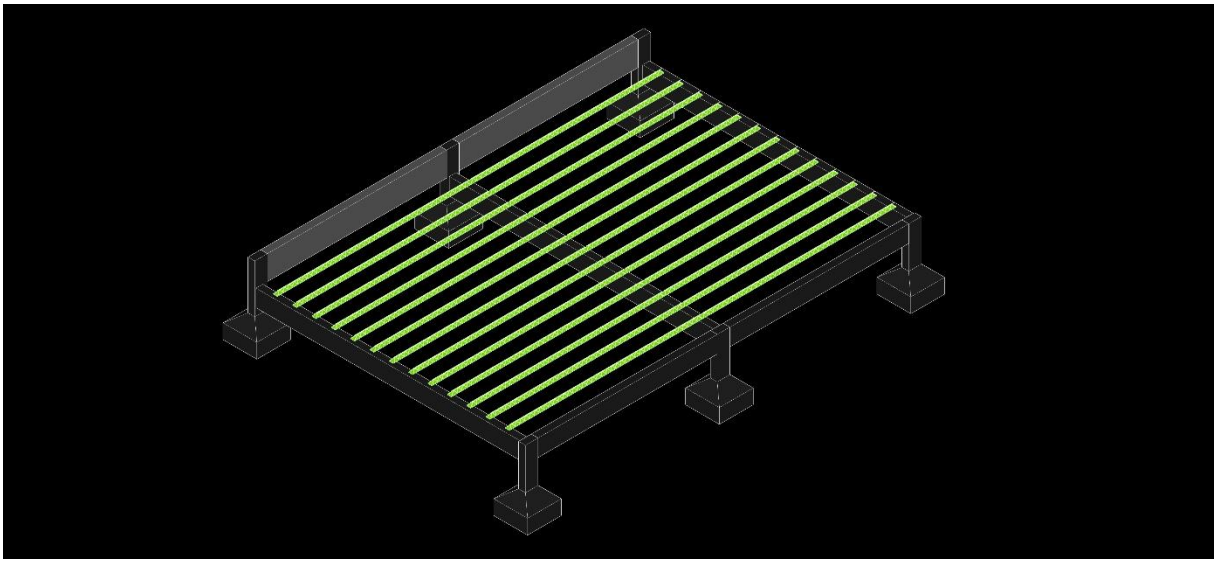
As fundações consistem em sapadas isoladas que, ligadas entre si por cintas de concreto, proporcionam um volume uniforme nas dimensões dos blocos, conforme Figura 18. Para tanto, todas as lajes, incluindo as do andar térreo, foram alicerçadas na estrutura prevista para as vedações periféricas das habitações. Então, a partir da compatibilização com o tamanho das treliças pré-moldadas, as lajes foram armadas no sentido transversal (menor) dos vãos para melhor aproveitamento das treliças (Figura 5.19), de maneira a reduzir potenciais desperdícios (cortes), pois são facilmente encontradas no mercado local e com isso, favorecem a economia do empreendimento.

Figura 5.18: Habitação modular – Fundações



Fonte: Acervo do autor, 2019.

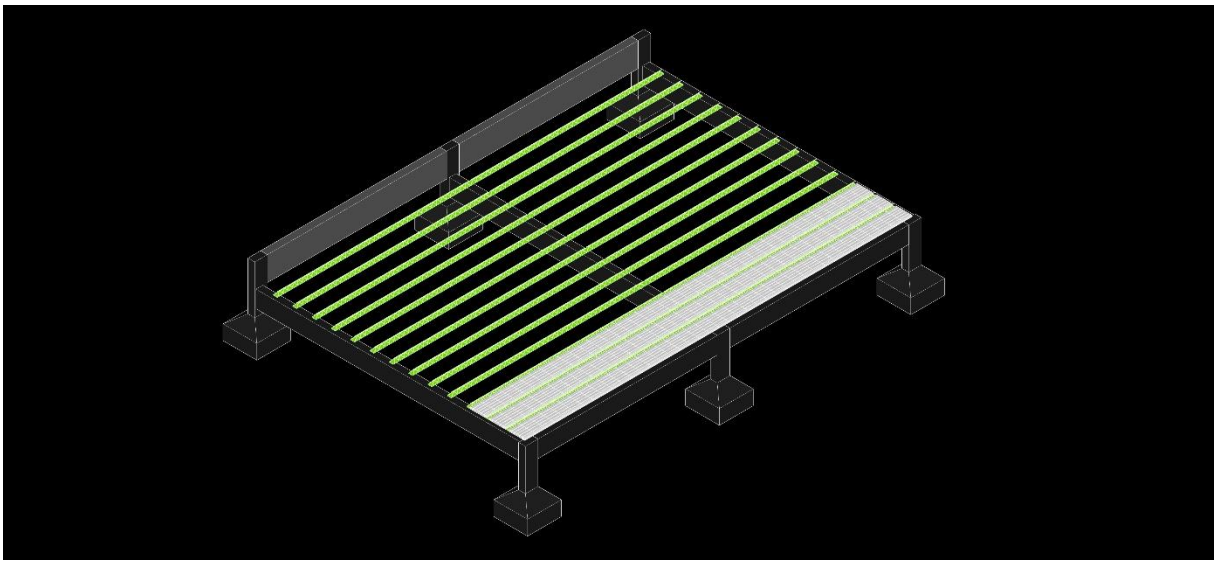
Figura 5.19: Habitação modular – Armação das treliças unidirecionais em concreto



Fonte: Acervo do autor, 2019.

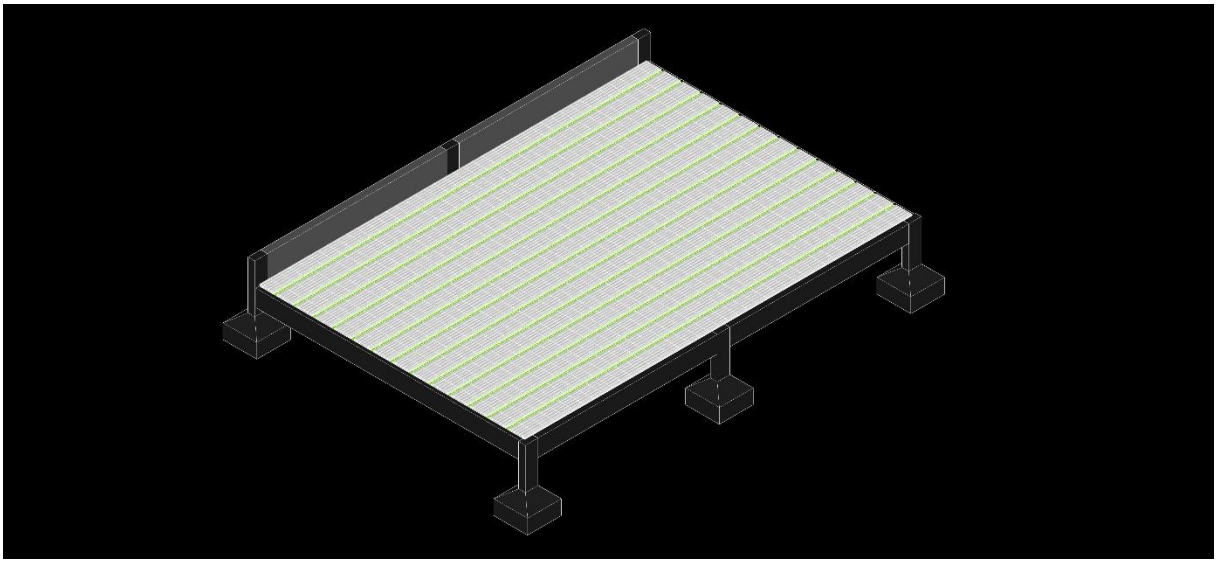
A admissão deste esqueleto estrutural independente para as moradias, tratou-se de um atributo crucial para o desenvolvimento da planta livre, devido ao princípio geométrico da amplitude espacial, que condicionou a flexibilidade do edifício. Solução esta que propicia suporte estrutural e favorece peças mais delgadas que foram apoiadas nas vigas ao seguir o sistema modular. A partir desta lógica, a distribuição e locação dos pilares e vigas de concreto armado na periferia dos compartimentos internos, provém da fluidez na implantação ao denotar um sistema construtivo esbelto mais leve e dúctil na conformação das lajes, conforme Figuras 5.20 e 5.21.

Figura 5.20: Habitação modular – Armação das treliças em concreto + Lajotas cerâmicas



Fonte: Acervo do autor, 2019.

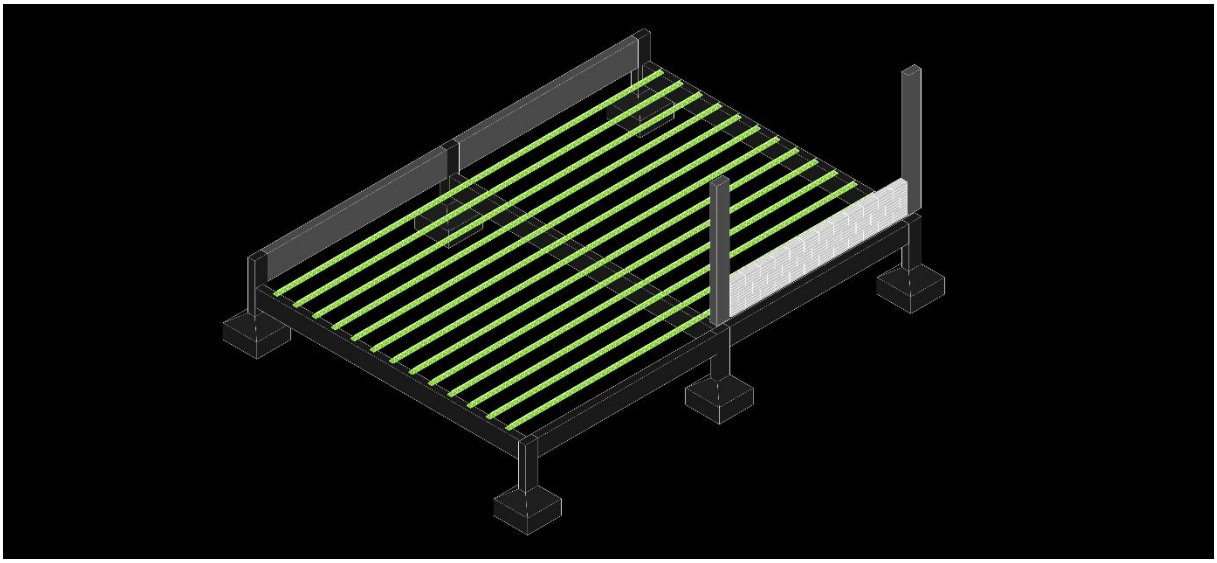
Figura 5.21: Habitação modular – Conformação das lajes



Fonte: Acervo do autor, 2019.

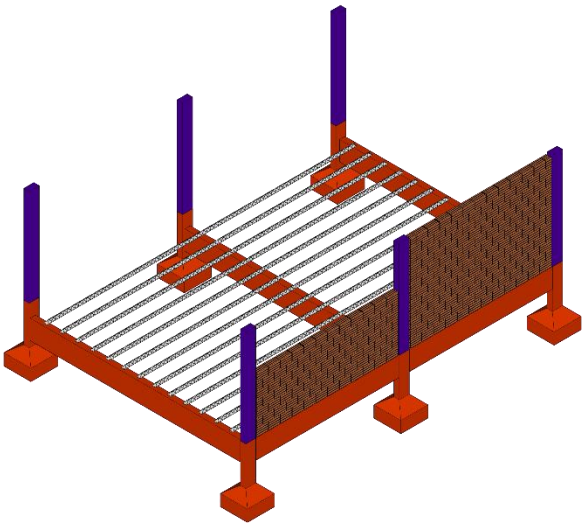
No âmbito de ordem estrutural, a adoção de uma rigorosa modulação permitiu reduzir o número de pilares devido ao eficaz aproveitamento da modulação oriunda da tipologia sobrado geminado como um todo. As vigas de concreto armado cruzam o espaço e apoiam-se em pilares embutidos nas paredes laterais, que servem para isolar as unidades umas das outras de modo a configurar os espaço internos. Para a implantação das alvenarias racionalizadas, se faz imprescindível a elevação de cada parede com o objetivo de distribuir e quantificar os tijolos cerâmicos em sua totalidade, de forma eficaz, sem perdas ou cortes, ilustrados nas Figuras 5.22 e 5.23.

Figura 5.22: Habitação modular – Assentamento das alvenarias racionalizadas



Fonte: Acervo do autor, 2019.

Figura 5.23: Habitação modular – Alvenaria racionalizada

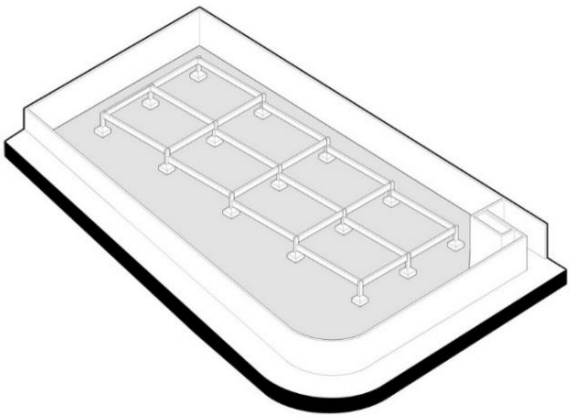


Fonte: Acervo do autor, 2019.

5.6 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Tendo em vista o declive natural do terreno, juntamente com a racionalização construtiva, foi proposto um desnível de 0,50 m para o embasamento de cada unidade habitacional, mantendo o alinhamento estrutural. Para isso, a fundação foi ordenada em sapatas isoladas com cintas de amarração entre as mesmas (Figura 5.24).

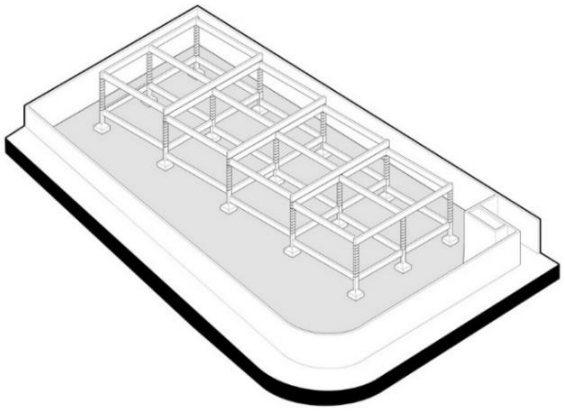
Figura 5.24: Sistema estrutural – Fundações



Fonte: Acervo do autor, 2019.

A conformação geminada em paralelo com a disposição ortogonal das quatro unidades habitacionais, propiciou compactar o quantitativo e distribuir apenas quinze pilares periféricos que, através da adoção de sistemas *porticados*, estruturam todo conjunto edificado e permitem a flexibilidade espacial dos compartimentos (Figura 5.25).

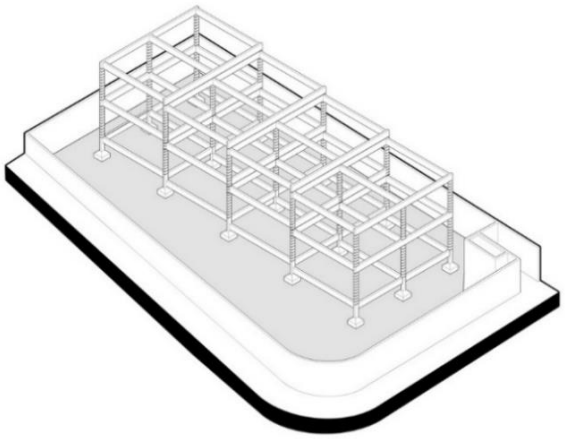
Figura 5.25: Sistema estrutural – Pilares



Fonte: Acervo do autor, 2019.

A concepção estrutural não se dá de maneira casual, a modulação estrutural resultou em vãos reduzidos inferiores a 6 metros, no intuito de compactar e uniformizar a seção de todos os pilares e vigas, e consequentemente, na agilidade de montagem das fôrmas. Esse raciocínio estrutural, tem por efeito otimizar o custo e o tempo de execução atendendo os princípios da racionalização construtiva (Figura 5.26).

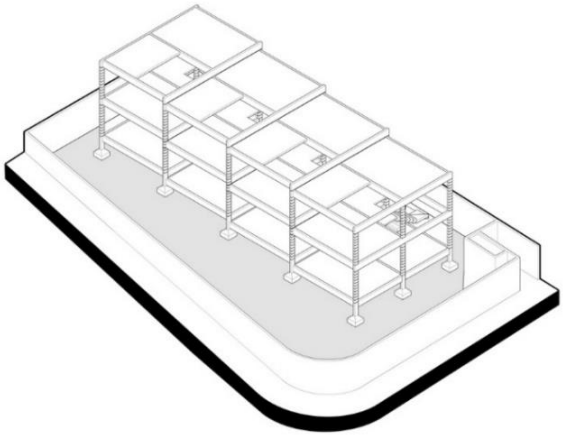
Figura 5.26: Sistema estrutural – Vigas



Fonte: Acervo do autor, 2019.

Quanto à sua construção, a estratégia condizente para confecção das lajes foi dispor e armar as treliças unidirecionais no sentido transversal, tornando a execução das lajes mais simples, rápida e econômica, pois reduzem a necessidade de fôrmas e escoras e, consequentemente, a mão de obra de carpintaria (Figura 5.27).

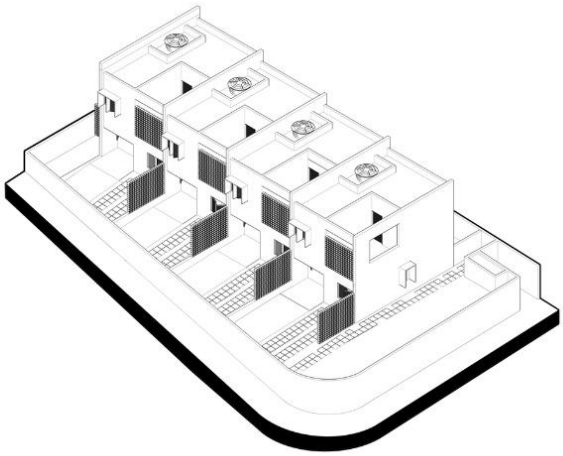
Figura 5.27: Sistema estrutural – Lajes



Fonte: Acervo do autor, 2019.

No que se refere à questão plástica obtida, a edificação se manifesta de forma vital e franca com aspectos majoritários formais da racionalização construtiva. Uma homogeneidade volumétrica é revelada a partir de uma linguagem simples que resulta das manipulações de módulos, e equilibra a dimensão técnica com a representacional compositiva que formaliza a plástica do conjunto edificado (Figura 5.28).

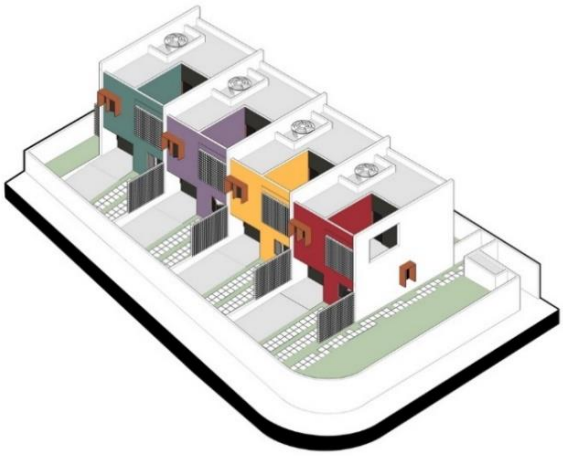
Figura 5.28: Plástica – Conjunto edificado



Fonte: Acervo do autor, 2019.

Os elementos de composição e a materialidade são pensados com o objetivo de contemplar os aspectos físicos e ambientais locais, apreendidos no capítulo já exposto. O cromatismo sugestivo no invólucro transmite ao habitante a identificação da sua posição relativa e precisa no lugar habitável (Figura 5.29).

Figura 5.29: Materialização – Conjunto edificado



Fonte: Acervo do autor, 2019.

6 DETALHAMENTO DA PROPOSTA FINAL

A proposta arquitetônica final deste trabalho, é exposta em nível de anteprojeto e objetiva maximizar as potencialidades de demandas e condicionantes comuns. Ao reafirmar a relevância do processo projetual, a partir de uma visão racional construtiva, presume que uma arquitetura de qualidade, independe de restrições econômicas e técnicas para existir. Dessa forma, este trabalho de depuração assume uma proposta de responsabilidade sustentável nas aplicações de soluções projetuais simples e de baixo custo, ao reforçar a prática de adequar o projeto a realidade local.

6.1 ANTEPROJETO

O conjunto edificado recua em relação à fachada urbana descrita, conforme os afastamentos prescritos no código de obras, e cria um espaço semiprivado destinado a guarda dos veículos em frente a cada unidade habitacional que também possui acesso independente à rua, isto permite maior privacidade e redução significativa no volume da área construída, que ocasiona a economia nos custos e tempo de execução da obra. Do mesmo modo, essa solução permitiu acolher árvores nativas e conformar verdadeiros espaços de fruição com o logradouro verde resultante afim de torná-lo interessante e convidativo.

Nos terraços abertos locados no pavimento superior das moradias, de vocação mais intimista, foram acomodados cobogós modulares de concreto. A solução foi dada por questões de privacidade e controle na passagem dos ventos e da radiação solar direta diluída, ao mesmo tempo, proporciona certa privacidade por meio da superfície vazada às áreas contíguas. Uma expressão plástica arquitetônica singela, simples, que define os planos contínuos das fachadas, interrompidos apenas por marcações verticais escalonadas que destinam romper a horizontalidade da edificação.

A orientação solar sudeste da testada frontal edificada, demandou a criação de elementos de proteção, afim de combater a incidência direta do sol nas aberturas, que foram dispostas de forma a tirar proveito e se beneficiar da luz natural em toda sua amplitude. A busca por iluminação e ventilação naturais condicionou a ênfase uma estratégia no posicionamento dos ambientes das moradias permitiu que todos os cômodos estejam providos de iluminação e ventilação natural.

Ao dotar de grandes aberturas, as unidades habitacionais garantem uma maior incidência de luz natural e ventilação para os ambientes de maior permanência, além de todas as portas serem dotadas de bandeiras na parte superior, o que ocasiona um maior conforto térmico, evitando assim o uso de meios artificiais e promovendo racionalização dos recursos naturais.

Apesar dos custos reduzidos, para uma região de clima quente e úmido, é importante o projeto adotar grandes aberturas padronizadas pois exercerem um fator importante na eficiência energética, promovendo a ventilação natural efetiva, mesmo durante períodos de chuva, a partir do momento que favorecem a entrada de luz e ventilação natural.

Por outro lado, a interface entre o conjunto edificado e a rua carrega consigo um caráter aberto ao preservar uma relação permeável onde o jardim se faz presente. Em contraponto à economia dos recursos aplicada nos módulos construídos, os espaços de permanência tornam-se oportunidades de usos e atividades coletivas, além de resgatar as relações de vizinhança com o convívio social entre os moradores.

Para o recuo dos fundos do terreno, são destinados pequenos quintais, que por sua vez, garantem melhor ambiência e usufruto cotidiano das unidades habitacionais. Concomitante, é assegurada a essência ligada a sensação de fortes laços afetivos do seus moradores e até mesmo, colocar as roupas para secar. Já na fachada posterior, orientada para poente, há uma massiva presença de cobogós que transportam a luz e oferecem amplitude espacial para os dois pisos.

No piso térreo, o programa foi distribuído em dois setores. Na zona social estão concentrados os espaços de convívio, a interpretação da organização espacial é clara em propiciar o diálogo entre a cozinha e sala de estar livres de fechamentos verticais, ao configurar um espaço único no usufruto dos moradores. Relaciona o caráter social do piso térreo com a funções mais intimista das moradias no primeiro piso.

O desenho dos compartimentos internos foi minuciosamente traçados em virtude das intenções buscadas em cada espaço, sem áreas excessivas, uma vez que acomodam o restrito programa e cumprem sua finalidade por motivos econômicos e funcionais. As moradias adquirem configuração compacta com medidas precisas, mas compensa as suas reduzidas dimensões conectando os espaços, ao oferecer novas perspectivas e relações visuais com o exterior. No que tange ao arranjo das plantas baixas das habitações, resultaram de uma configuração ortogonal e fluida que buscou evidenciar a funcionalidade, conforme as Figuras 6.1, 6.2 e 6.3.

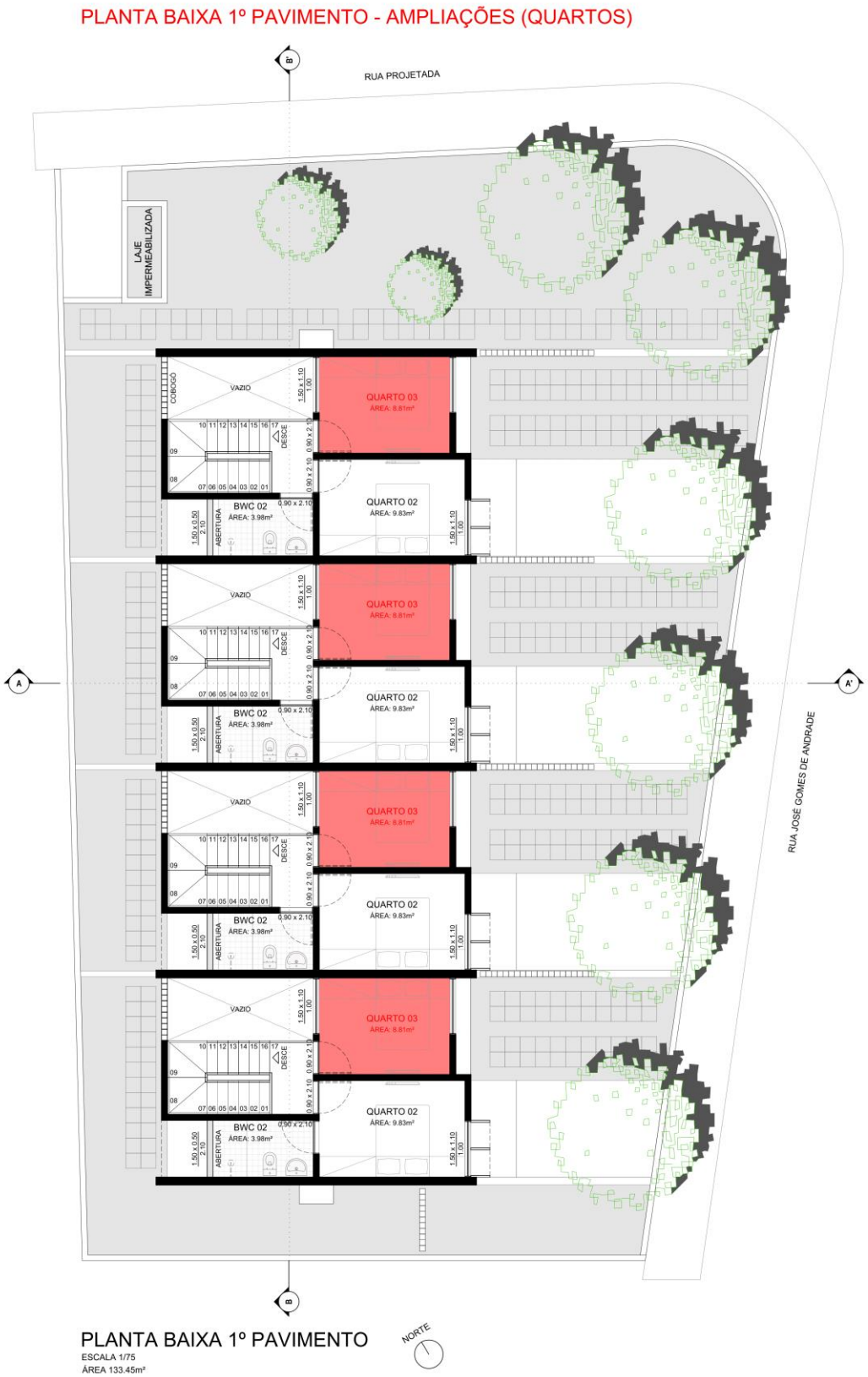
Figura 6.1: Proposta Projetual – Planta baixa pavto. térreo

Fonte: Acervo do autor, 2019.

Figura 6.2: Proposta Projetual – Planta baixa 1º pavimento

Fonte: Acervo do autor, 2019.

Figura 6.3: Proposta Projetual – Planta baixa 1º pavimento (ampliações)



Fonte: Acervo do autor, 2019.

6.2 PERSPECTIVAS

A gama de sensações das cores se expande com a presença irradiante da luz, em um jogo peculiar de superfícies cromáticas oriundas do contraste, em acentuar ou atenuar certas reentrâncias e saliências ao romper a monotonia das fachadas de forma mimética (Figura 6.4). Na medida que a forma atinge a visão por intermédio das suas cores com a multiplicação das percepções, a apropriação do sítio é dada através de uma sequência rítmica na fruição ofertada pelos espaços abertos e integralizados na conformação da paisagem urbana circundante de Macaparana-PE.

Figura 6.4: Proposta final – Partido formal edificado

Fonte: Acervo do autor, 2019.

Numa compreensão de caráter racionalista, a simplicidade e iconicidade de seus traços se instituem de forma contínua e sequencial, ao dialogar entre si e revelar um verdadeiro cenário diante da maior testada da edificação. Dentre outras razões, ter fixado como partido uma sequência de espaços abertos, atribuiu melhor ambiência em consonância com o território afetivo. Outro atributo estético notório a salientar na linguagem plástica do projeto, trata-se das sombras designadas por um conjunto de cobogós de concreto natural dispostos em diferentes arranjos, solucionando assim, questões evidenciadas de privacidade e controle na passagem da ventilação e da iluminação contida através da superfície vazada dos componentes modulares.

Buscou apresentar soluções conceituais e espaciais intimamente atreladas a um rigoroso tratamento técnico, ao contribuir para reiterar a relevância do tema no ato de projetar e assegurar as qualidades estético-funcionais essenciais, em evidenciar a tenacidade de uma arquitetura racional.

A harmonia formal apropriada, pressupõe assumir uma linguagem arquitetônica genuína pela discrição de seu desenho com o rigor geométrico somado as cores nas fachadas, dotadas de tons primários e secundários. Lancaster (1996) revela que as cores quando empregadas em fachadas edilícias apresentam aspectos cromáticos, assim, afetam a percepção positiva de bem-estar aos moradores e contribuem para a qualidade estética visual de ambientes urbanos.

À medida que a edificação conforma a esquina (Figura 6.5), seus volumes puros e levemente escalonados encetam a se difundir por meio de uma relação geométrica de espaços vazios. Com isso, porções internas do volume construtivo resultante são removidos para conceber terraços externos. Estes espaços atraem os residentes que expõem um uso ativo para as fachadas geometricamente traçadas no projeto, por possuírem relações físicas que lhe conferem uma vocação a encontros e ao convívio social. Tal entendimento obteve como premissas conferir significados relevantes e singulares à atmosfera urbana.

Figura 6.5: Proposta final – Conformação da esquina

Fonte: Acervo do autor, 2019.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do mestrado profissional em Arquitetura da UFRN, as disciplinas ofertadas pelo curso promoveram importantes reflexões teórico-metodológicas e rebatimentos na prática de métodos e técnicas de projetação. Dada uma ênfase na ampliação da habilidade de resolução de problemas oriundos da prática profissional do autor, com base nos suportes conceituais e instrumentais oferecidos. Ao capacitar e aprofundar a formação acadêmica com a aplicação objetiva na trajetória do profissional, a partir da experiência vivenciada, transferiu diversas e significativas reflexões teóricas e analíticas para o campo expandido da prática, com o propósito de obter diretrizes e soluções com aplicação simultânea de seu conteúdo.

Dessa forma, contribuiu na formação e no conhecimento técnico ampliando o potencial de conceber projetos racionais, ao fornecer uma maior autonomia a partir da utilização de conteúdos adquiridos e pesquisas existentes associadas aos processos projetuais. Neste cenário, o trabalho final aqui apresentado se beneficiou de diversas abordagens e procedimentos trabalhados ao longo de todas as disciplinas cursadas. Assim, intensificou a aplicabilidade prática os princípios que fundamentam o desafio de projetação com a interdisciplinaridade e a interação de conteúdos, ao contribuir para o aprofundamento no discernimento crítico acerca de consubstanciar estratégias racionais como algo intrínseco à arquitetura.

Dado o exposto ao decorrer do desenvolvimento deste trabalho, esta proposta projetual buscou contribuir com a identificação e aplicação de estratégias projetuais com ênfase na racionalização construtiva em uma pequena edificação residencial no município de Macaparana em Pernambuco. Dessarte, a Identificação das limitações técnicas da mão de obra local foi fundamental para determinar o sistema construtivo mais condizente com a proposta, de modo a reduzir os desperdícios significativos de materiais e com isso, diminuir o tempo de execução da obra, conforme os objetivos traçados e rebatidos no resultado final apresentado.

Ademais, cabe ressaltar ainda que, dissertou sobre a importância e relevância da racionalização construtiva enquanto processo projetual, não apenas a elucidação do conhecimento técnico por si, mas de seu aporte técnico e justificativa para a formulação de estratégias projetuais no desenvolvimento atrelado às questões da arquitetura enquanto arte e espaço num trabalho em paralelo conforme uma lógica estruturada na construção do fazer arquitetônico.

Após definir e aplicar estratégias projetuais ao processo de concepção a partir de princípios da racionalização construtiva, a clarificação da sua condição racional é corporificada após a aplicação do sistema de coordenação modular. Em síntese, o sistema foi implementado à risca e norteou a concepção arquitetônica que seguindo um

raciocínio estrutural, integrando ao processo construtivo uma postura consciente de projetar em que as soluções técnicas, se fundem às intenções plásticas do fazer arquitetônico para o melhor proveito e preservação dos insumos, incluindo aspectos mais amplos referentes a sustentabilidade ambiental.

Afim de tornar o sistema construtivo mais eficiente, o partido estrutural procurou expressar uma relação franca e direta com o traçado regulador preciso das plantas ao seguir expressamente uma divisão programática e modular na disposição compacta dos espaços. Desta forma, os conceitos estudados e aplicados no presente trabalho foram transformados em premissas projetuais, a fim de conceder estratégias racionais em aprimoramentos no sistema construtivo comumente empregado no local, mesmo com certas limitações e dicotomias, em busca de apresentar soluções econômicas e eficientes ao exaltar a expressão técnica no processo projetual.

Em seguida, o partido formal edificado foi concebido por um conjunto racional de módulos que estabeleceram precisas regras de composição e articulação entre si, o que evidenciaram um jogo constante de associação dos volumes das partes com o todo. Esta verdade construtiva, manifestada por um forte rigor geométrico, delineou linhas retas que evidenciaram volumes puros na busca em conceder identidade à proposta.

Ao exigir do projeto alçar novas relações e ressignificar que é possível a arquitetura despir-se das temporalidades superficiais formais, por parte da produção contemporânea, assumiu revelar uma forte essência racionalista construtiva em sua integridade franca e direta ao partido formal arquitetônico obtido.

A partir desse certame, os parâmetros construtivos aos quais nos propusemos traçar com suas particularidades, advém do pensamento de disseminar e fomentar discursões ao associar o processo projetual, frente à racionalização construtiva. Em suma, mais do que fornecer dados ou até mesmo constatações, o aporte teórico foi sistematizado em consolidar o método de pesquisa científica e de reflexão crítica ao ato de projetar. Neste sentido, ao preconizar a temática de habitações compactas com o instrumento da coordenação modular, designada como uma expressão matriz, de forma natural e inerente à própria essência, adquiriu significado em aliar racionalidade construtiva em uma linguagem arquitetônica genuína.

Nessa conjectura, sob a luz técnica da racionalização construtiva, acredita-se que o enfoque da coordenação modular ensejou e otimizou todo o processo projetual. O trabalho aqui exposto, para atingir os objetivos da pesquisa ora traçados, coadunou conceber uma arquitetura sutil ao mimetizar a materialização de estratégias projetuais passíveis de serem incorporadas por arquitetos, engenheiros e projetistas, bem como fomentar discursões, produzir artigos e publicações sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: Desempenho técnico das edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 15575:2013: Desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. **NBR 15873:2010: Coordenação modular para edificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 5706: Coordenação Modular da Construção – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1977.

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

ARQUITETURA, Ix2. **San Ignacio Homes.** 2016. Disponível em: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/796048/viviendas-san-ignacio-ix2-arquitectura>. Acesso em: 10 set. 2018.

Casa de Caixa. Disponível em: <https://www.yurivital.com.br/boxh>. Acesso em :17 out. 2018.

BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura de. **O processo de produção das alvenarias racionalizadas.** In: Seminário Vedações Verticais, 1. Anais. São Paulo: GEPE TGP, 1998. p. 21-48.

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à implementação da Coordenação Modular no Brasil**. 2004. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2014.

BENEVOLO, Leonardo. **História da cidade**. In: História da cidade. 1983.

BISELLI, Mario. **Teoria e prática do partido arquitetônico**. 2014. 333f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

BORSOI, Acácio Gil. Arquitetura é construção: o projeto é apenas um meio para se chegar ao produto (entrevista). **Revista Projeto Design**, São Paulo, v. 257, p.8-10, jul. 2001.

BRAGA, Alfredo Manuel Gonçalves Silva; ROCHETA, Vera Lúcia da Silva. A construção em terra e a sustentabilidade. In: **5º SEMINÁRIO DE ARQUITECTURA EM TERRA EM PORTUGAL**, 2007, Aveiro. Seminário. Faro: Aveiro, 2008. p. 1 - 8.

BRITTO, Fernanda. **Clássicos da Arquitetura: Nakagin Capsule Tower / Kisho Kurokawa**. 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-36195/classicos-da-arquitetura-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa>. Acesso em: 02 nov. 2018.

BUENO, Francisco da Silveira. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: FENAME, 1975.

CAMARGO, Mônica Junqueira de. **Racionalismo e tectônica na produção contemporânea paulista**. 2008, Artigo. Disponível em: <https://www.archplus.net/home/news/7,1-4914,1,0.html?tk=1&referer=109>. Acesso em: 01 abr. 2018.

CAMPBELL, James W.P.; PRYCE, Will. **História Universal do Tijolo.** Lisboa: Caleidoscópio, 2005.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light Steel Framing:** uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. 2014. 196 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CARNEIRO, Alex Pires; CASSA, José Clodoaldo Silva; BRUM, Irineu Antônio Schadach. **Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais de Construção**. Projeto entulho bom. EDUFBA; Caixa Econômica Federal. Salvador. 312 p. 1ª edição. 2001.

CARLSON-REDDIG, Kelly. Students Consider Architecture's Materiality. **Journal of Architectural Education**, v. 51, n. 2, p. 96-104, 1997.

CARVALHO, Antonio Pedro Alves de; TAVARES, Ígor de Góes. **Modulação no Projeto Arquitetônico de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde:** o caso dos Hospitais Sarah. In: III Fórum de Tecnologia Aplicada à Saúde, 2002, Salvador. III Fórum de Tecnologia Aplicada à Saúde, Anais. Salvador: Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Multgraf, 2002.

CHING, Francis D. K. **Arquitectura: forma, espacio y orden.** México: GG, 1998.

CIRQUEIRA, Clarissa Belle de Rezende Pimentel. **A coordenação modular como ferramenta de projeto de arquitetura e levantamento de componentes normatizados no mercado da construção civil do Distrito Federal**. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

COLIN, Silvio. **Uma introdução a arquitetura**. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2000.

LE CORBUSIER, Fondation. **Le Modulor**. 1945. Disponível em: <http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=7837&sysLanguage=enen&itemPos=82&itemCount=215&sysParentId=65&sysParentName=home>. Acesso em: 03 abr. 2019.

CRUZ, Francisco José Ribeiro da. **Utilização de cinza de aveloz de fornos cerâmicos para produção de tijolos e telhas.** 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2012.

DAMASCENO, Gabriela; MARCON, Guilherme. Estudo para a implementação da coordenação modular na construção no Brasil. **Revista Thêma Et Scientia**, Paraná, v. 2, n. 4, p.22-35, dez. 2014.

DELATORRE, Vivian; TORRESCANA, Carlos Eduardo Nunes. **Integração de projeto de arquitetura e estrutura:** estudo para as disciplinas de projeto arquitetônico. Seminário, Universidade Comunitária de Chapecó. [S.l.]: [s.n.]. 2011.

DEPLAZES, Andrea. **Constructing Architecture:** Materials-Processes-Structures. A Handbook. Basel: Birkhauser, 2005.

ENGEL, Heino. **Sistemas estruturais**. Barcelona: GG, 2009.

ESPÍNDOLA, Luciana da; MORAES, Poliana Dias de. **Coordenação Modular em Sistemas Leves de Madeira e Sistemas Mistos.** 2008. Artigo. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1716.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2018.

FLORENZANO, Luciana da Silva. **Conservação de tijolo cerâmico em alvenarias históricas:** Subsídios para restauração do sítio histórico de santa Leopoldina-ES. 2016. 231 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

FRAMPTON, Kenneth. Rappel à l'ordre, argumento em favor de uma Tectônica. In: NESBITT, Kate. **Uma nova agenda para a Arquitetura**. São Paulo: Cosac & Naify, 2006.

FRANCO, Luiz Sérgio. **Racionalização construtiva**. São Paulo: Departamento Engenharia Construção Civil da EPUSP, sem data. Artigo.

FREIRE, Andréa Maria Valverde. **Coordenação modular de projetos como ferramenta para a racionalização da construção.** 2006. 139 f. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FORTY, Adrian. **Words and buildings:** a vocabulary of modern architecture. New York: Thames and Hudson, 2000.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil:** uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

GOMES FILHO, João. **Gestalt do objeto:** sistema de leitura visual da forma. São Paulo: Escrituras Editora, 2008.

HOLANDA, Armando de. **Roteiro para Construir no Nordeste**. Recife: UFPE, 1976.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/macaparana.html?>. Acesso em: 30 ago. 2018.

JORGE, Liziane de Oliveira. **Estratégias de Flexibilidade na arquitetura residencial multifamiliar**. 2012. 511f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KOWALTOWSKI, Dóris C.C. K; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R.D.; FABRÍCIO, Márcio M. **O processo de projeto em arquitetura:** da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KENCHIAN, Alexandre. **Qualidade funcional no programa e projeto da habitação**. 2011. 541f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LANCASTER, Michael. **Colourscape**. Londres: Academy Editions, 1996.

LE CORBUSIER. **Precisões.** São Paulo: Cosac & Naif, 2004.

LEMOS, Carlos. **O que é arquitetura**. São Paulo: Brasiliense, 2003.

LEUPEN, Bernard. **Proyecto y análisis** - Evolución de los princípios en la arquitetura. Barcelona: Publisher Gustavo Gilli, 2004.

LOPES, João Marcos; BOGÉA, Marta; REBELLO, Yopanan. **Arquiteturas da engenharia ou engenharias da arquitetura**. Mandarin, 2006.

LUCINI, Hugo Camilo. **Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias**. Pini, 2001.

MACIEL, Carlos Alberto. **Arquitetura, projeto e conceito.** 2003. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.043/633>. Acesso em: 19 jan. 2019.

MANENTI, Leandro. **Repensando Vitrúvio:** reflexão acerca de princípios e procedimentos de projeto. 240 f.2014.Tese (Doutorado em Arquitetura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva:** uma investigação sobre a natureza das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica. Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MASCARÓ, Juan Luis. **O custo das Decisões Arquitetônicas**. 5. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MASCARÓ, Lúcia Elvira Raffo de. Coordinación Modular? Que és? Summa, Buenos Aires, v. 103, 1976.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NASCIMENTO, Cristiano Felipe Borba do. **O edifício Gadget -** Da relação entre função, espaço e forma em tipos arquitetônicos contemporâneos globais: o caso dos estádios de futebol. 2013. 342f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

NAKANISHI, Tatiana Midori. **Arquitetura e domínio técnico:** a prática de Marcos Acayaba. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

NESBITT, Kate. (org.). **Uma nova agenda para a arquitetura:** Antologia teórica 1965-1995. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

PALERMO, Carolina; MORAIS, Gabriela; COSTA, Marianne, FELIPE Carolina. C. HABITAÇÃO SOCIAL: UMA VISÃO PROJETUAL. In: **IV COLÓQUIO DE PESQUISAS EM HABITAÇÃO**, 4, 2007, Florianópolis. Colóquio. Florianópolis: UFMG, 2007. p. 1 - 11.

PALIARI, José Carlos; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Sistema Gesconmat:** A redução das perdas de blocos. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2546-55, Florianópolis/SC, 2006. Anais. São Paulo: PUC-SP, 2006.

PENTEADO, Adilson Franco. **Coordenação modular.** 1980. 301f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

PINHO, Suenne Andressa Correia; LORDSLEEM JR, Alberto Casado. O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2009.

RESENDE, Camila Cavalcanti. **A concepção estrutural no processo de aprendizagem do projeto de arquitetura:** uma análise a partir de duas experiências de ensino de projeto (UFRN e UFPE). 2016. 213 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

_____. **Teoria e prática da Coordenação Modular**. São Paulo: FAUUSP, 1976.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos –** Formulação e Aplicação de uma Metodologia. 1989. 321 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SÁEZ, Jose Maria; BARRAGÁN, David. **Casa Pentimento**. 2007. Disponível em: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-4279/casa-pentimento-jose-maria-saez-david-barragan>. Acesso em: 19 jan. 2019.

SARAMAGO, Rita de Cássia Pereira. **Ensino de estruturas nas escolas de arquitetura do Brasil**. 2011. 436f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SEKLER, Eduard Franz. Structure, Construction, Tectonics. In: KEPES, Gyorgy (org.). **Structure in Art and in Science**. Londres: Studio Vista, 1965.

THIESEN, Camila; VALLI, Lucas. **Prêmio Bim.Bon - Concurso Nacional de Arquitetura**. 2013. Disponível em: <http://www.metropolitano.arq.br/#/bimbon/>. Acesso em: 14 nov. 2018.

TOPALIAN, Alan. **The management of design projects**. Associated Business Press, 1980.

VELOSO, Maísa; ELALI, Gleice Azambuja. **Ensinando (novas) Rezas a (velhos) Vigários: a integração de saberes e fazeres no atelier de projeto do mestrado profissional.** *In* Anais do Projetar 2011, V Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura, Belo Horizonte, 2011.

VITAL, Yuri. **Casa de Caixa**. 2006. Disponível em: <https://www.yurivital.com.br/boxh>. Acesso em: 17 out. 2018.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Martins Fontes, 1998

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

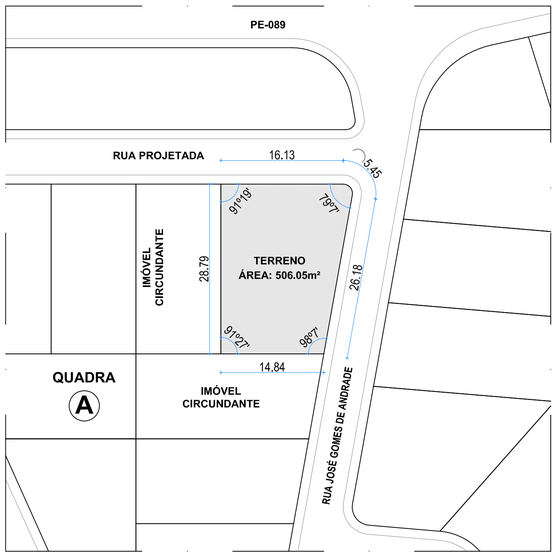
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

VOLUME II

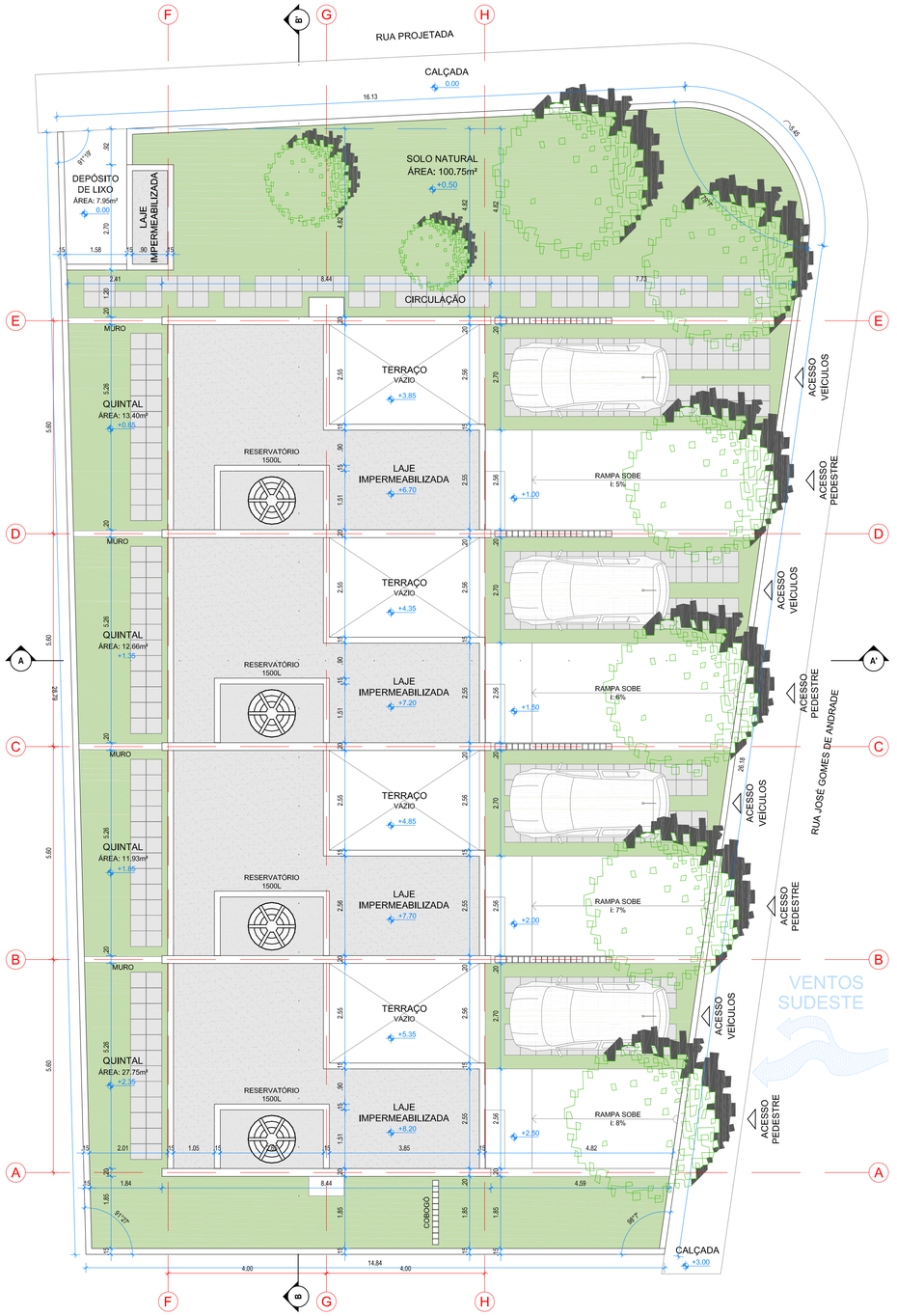
Natal, Julho de 2019



PLANTA DE SITUAÇÃO

ESCALA 1/500

QUADRO DE ÁREAS
TERRENO: 506.05m²
CONSTRUÇÃO: 312.46m²
TÉRREO: 179.01m²
1º PAVIMENTO: 133.45m²
COBERTA: 140.56m²
SOLO NATURAL: 235.14m² (46%)



PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA

ESCALA 1/75

ÁREA 179.92m²

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:

A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

DISCENTE:
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

DOCENTE:
GLAUCE LILIAN ALVES DE ALBUQUERQUE

TRABALHO:
ANTEPROJETO PARA HABITAÇÕES MODULARES

ENDEREÇO:
RUA JOSÉ GOMES DE ANDRADE, S/N, BAIRRO DISTRITO INDUSTRIAL DO CIRÃO, MACAPARANA-PE.

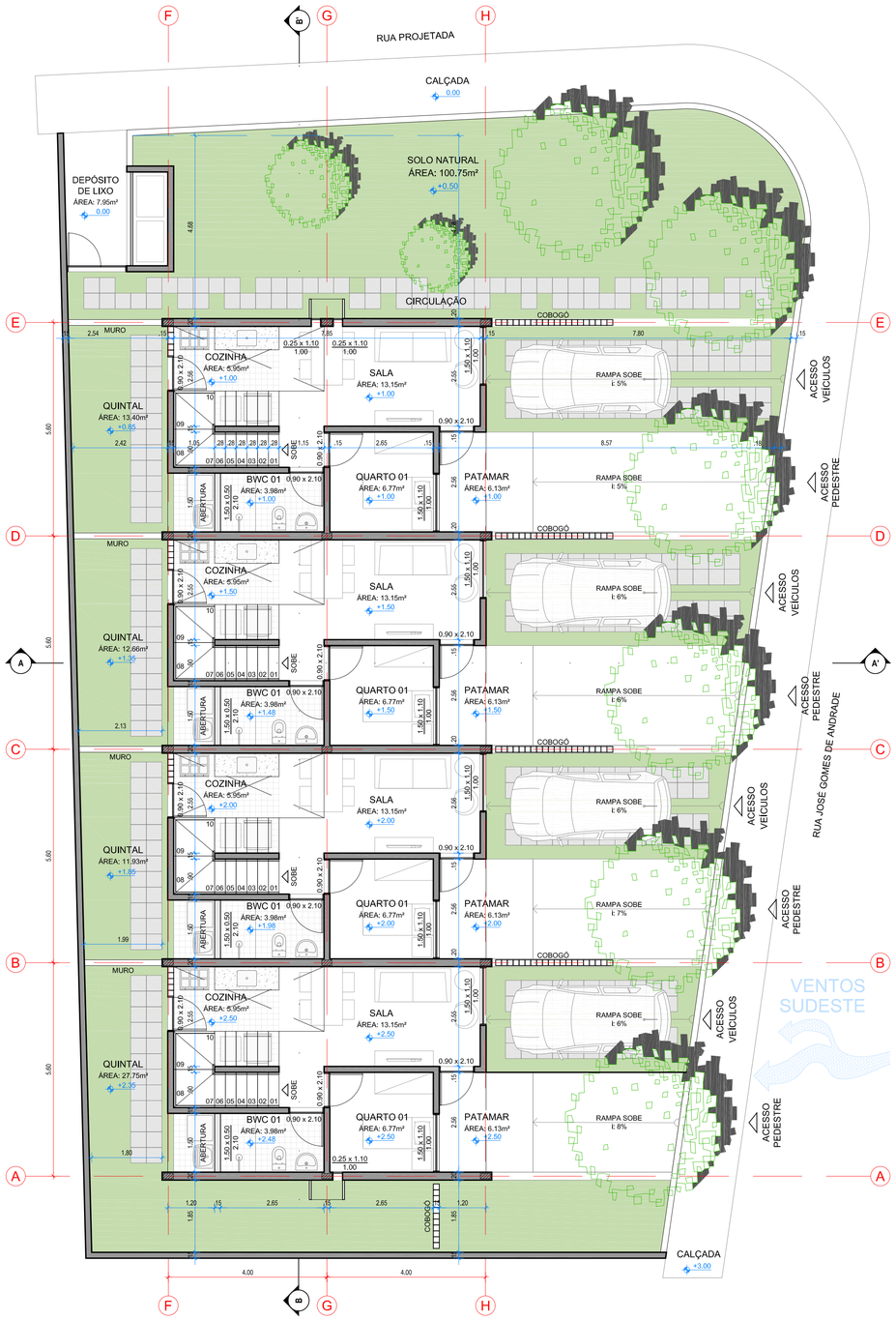
CONTEÚDO:
PLANTA DE SITUAÇÃO
PLANTA DE LOCAÇÃO E COBERTA

DATA: JUNHO/2019

ESCALAS: 1/75 1/500

PRANCHA: **01**/05

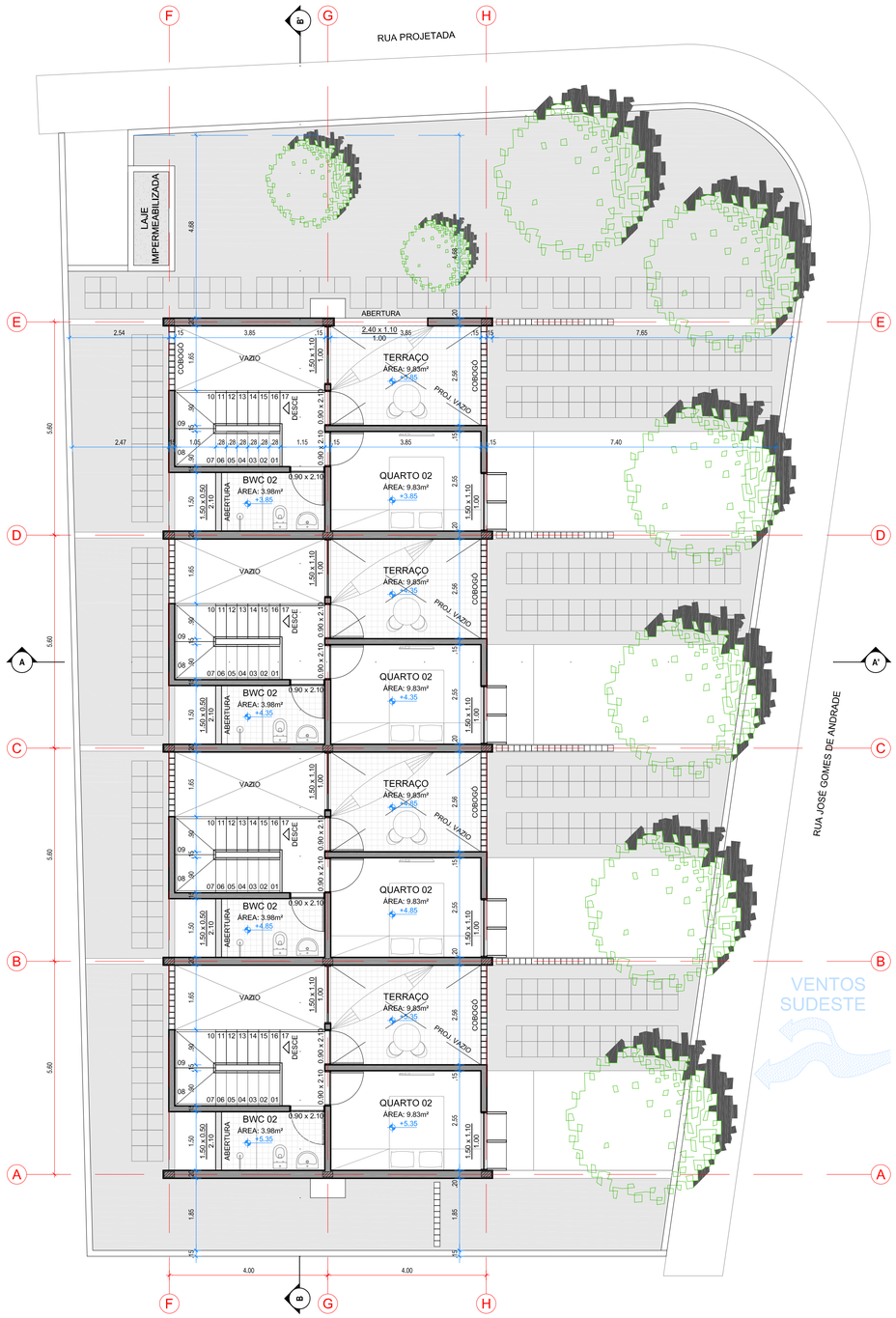
DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME ARTIGO 184 DO CÓDIGO PENAL, LEI 5988 DO CÓDIGO CIVIL E RESOLUÇÃO CONFEA 205/71



PLANTA BAIXA TÉRREO

ESCALA 1/75

ÁREA 179.01m²



PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO

ESCALA 1/75

ÁREA 133.45m²

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:
A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

DISCENTE:
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

DOCENTE:
GLAUCE LILIAN ALVES DE ALBUQUERQUE

TRABALHO:
ANTEPROJETO PARA HABITAÇÕES MODULARES

ENDEREÇO:
RUA JOSÉ GOMES DE ANDRADE, S/N, BAIRRO DISTRITO INDUSTRIAL DO CIRÃO, MACAPARANA-PE.

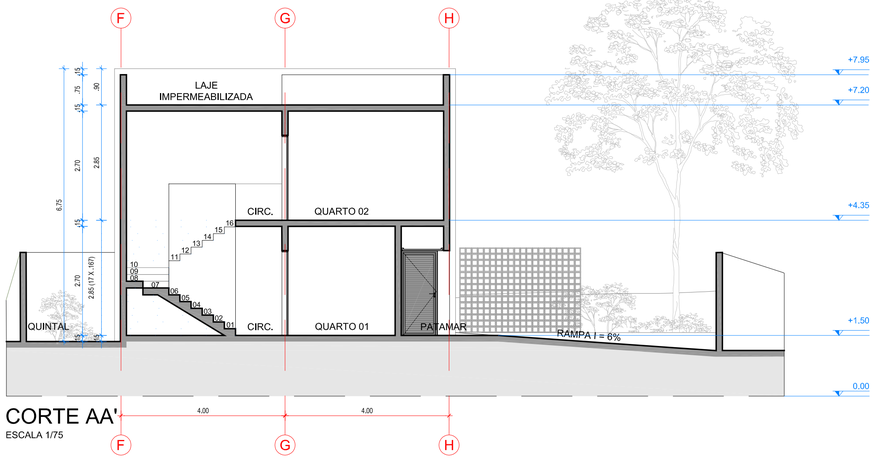
CONTEÚDO:
PLANTA BAIXA TÉRREO
PLANTA BAIXA 1ºPAVIMENTO

DATA: JUNHO/2019

ESCALAS: 1/75

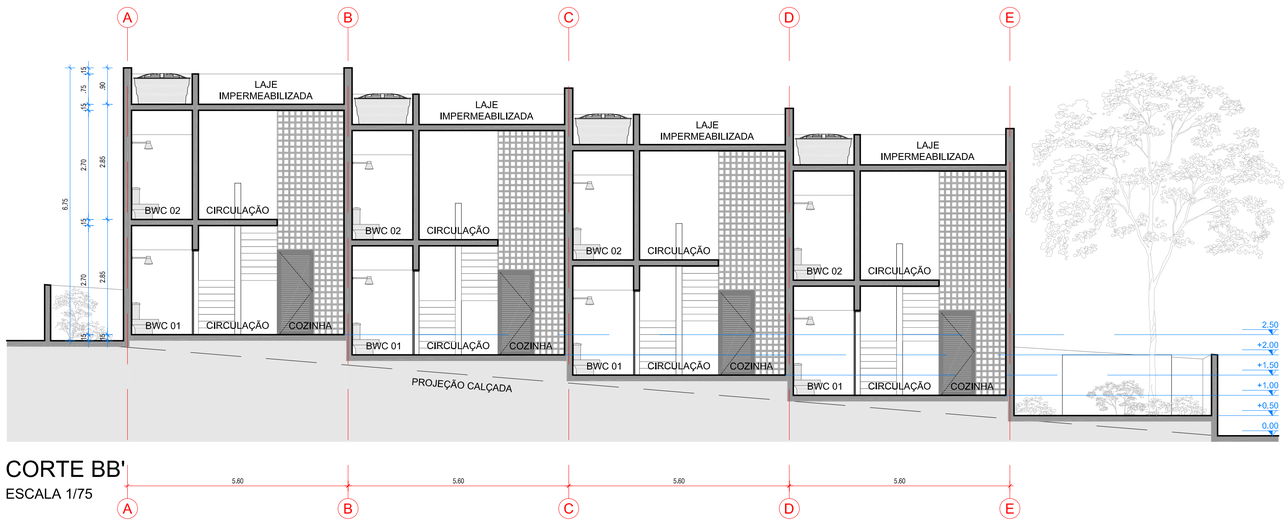
PRANCHA: **02**/05

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME ARTIGO 184 DO CÓDIGO PENAL, LEI 5988 DO CÓDIGO CIVIL E RESOLUÇÃO CONFEA 205/71



CORTE AA'

ESCALA 1/75



CORTE BB'

ESCALA 1/75

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:
A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

DISCENTE:
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

DOCENTE:
GLAUCE LILIAN ALVES DE ALBUQUERQUE

TRABALHO:
ANTEPROJETO PARA HABITAÇÕES MODULARES

ENDEREÇO:
RUA JOSÉ GOMES DE ANDRADE, S/N, BAIRRO DISTRITO INDUSTRIAL DO CIRÃO, MACAPARANA-PE.

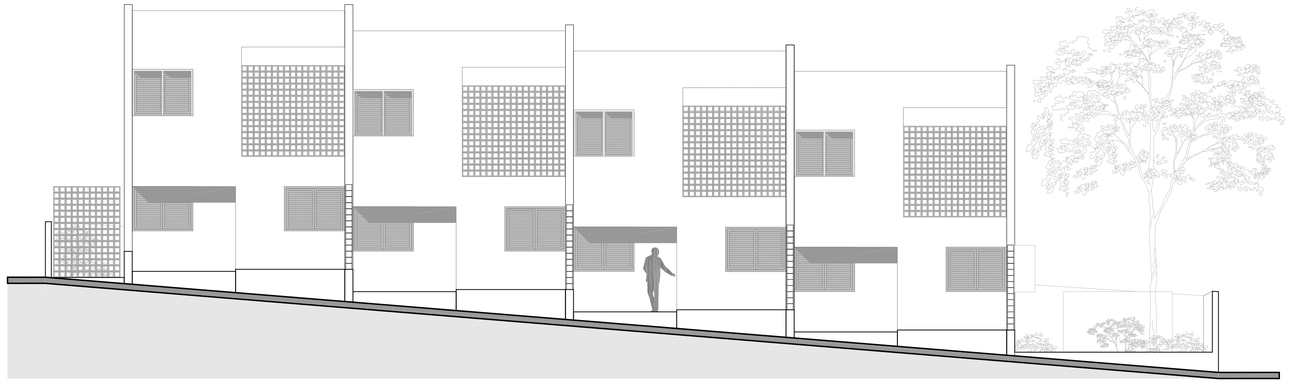
CONTEÚDO:
CORTE AA'
CORTE BB'

DATA:
JUNHO/2019

ESCALA:
1/75

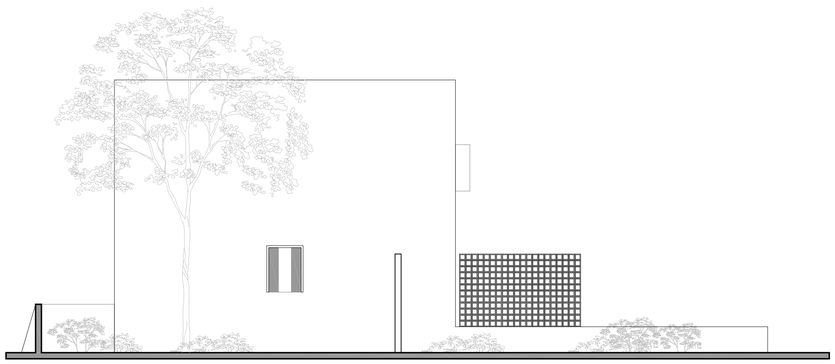
PRANCHA:
03/05

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME ARTIGO 184 DO CÓDIGO PENAL, LEI 5988 DO CÓDIGO CIVIL E RESOLUÇÃO CONFEA 205/71

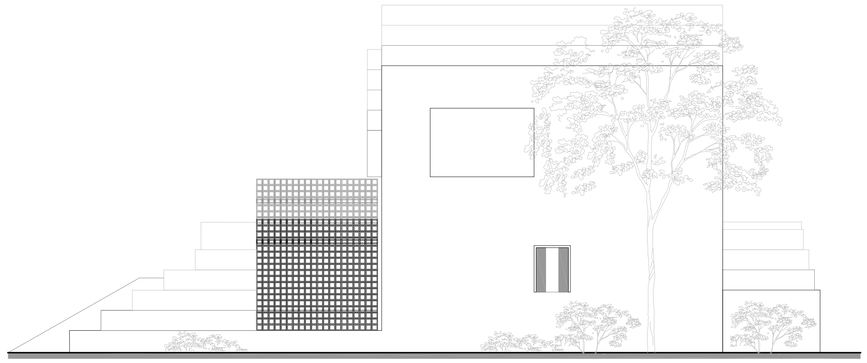


FACHADA SUDESTE
ESCALA 1/75

FACHADA NOROESTE
ESCALA 1/75



FACHADA SUDOESTE
ESCALA 1/75



FACHADA NORDESTE
ESCALA 1/75

UFRN UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:
A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

DISCENTE:
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

DOCENTE:
GLAUCE LILIAN ALVES DE ALBUQUERQUE

TRABALHO:
ANTEPROJETO PARA HABITAÇÕES MODULARES

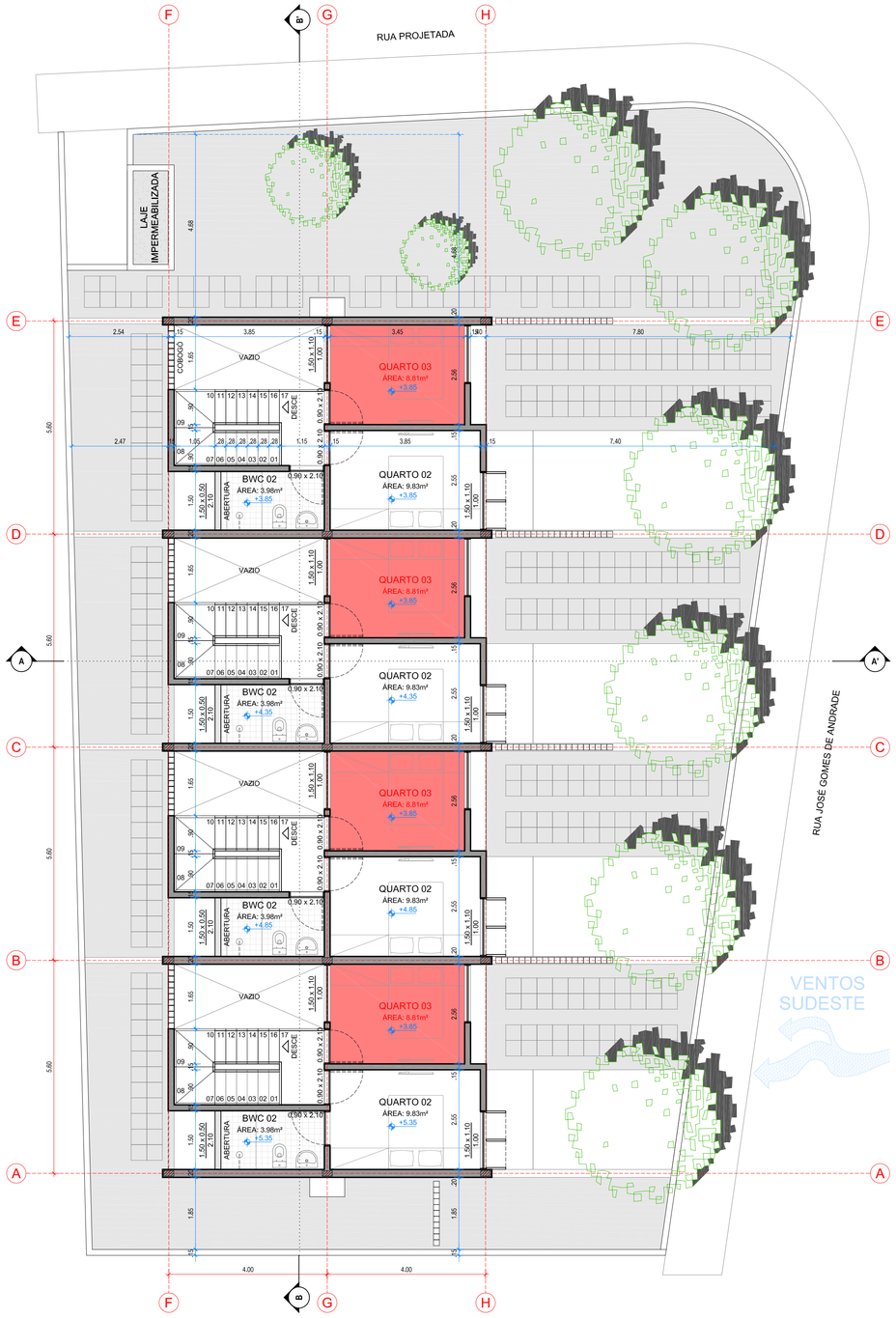
ENDEREÇO:
RUA JOSÉ GOMES DE ANDRADE, S/N, BAIRRO DISTRITO INDUSTRIAL DO CIRÃO, MACAPARANA-PE.

CONTEÚDO:
FACHADA SUDESTE
FACHADA NORDESTE

DATA:	ESCALA:	PRANCHA:
JUNHO/2019	1/75	**04**/05

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME ARTIGO 184 DO CÓDIGO PENAL, LEI 5988 DO CÓDIGO CIVIL E RESOLUÇÃO CONFEA 205/71

PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO - AMPLIAÇÕES (QUARTOS)



PLANTA BAIXA 1º PAVIMENTO

ESCALA 1/75

ÁREA 133.45m²

NORTE

PROPOSTA ARQUITETÔNICA DE HABITAÇÕES MODULARES COM ÊNFASE NA RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA:
A COORDENAÇÃO MODULAR NO PROCESSO PROJETUAL

DISCENTE:
EDSON MUNIZ DE MELO NETO

DOCENTE:
GLAUCE LILIAN ALVES DE ALBUQUERQUE

TRABALHO:
ANTEPROJETO PARA HABITAÇÕES MODULARES

ENDEREÇO:
RUA JOSÉ GOMES DE ANDRADE, S/N, BAIRRO DISTRITO INDUSTRIAL DO CIRÃO, MACAPARANA-PE.

CONTEÚDO:
PLANTA BAIXA 1ºPAVIMENTO (AMPLIAÇÕES)

DATA:	ESCALA:	PRANCHA:
JUNHO/2019	1/75	05/05

DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS CONFORME ARTIGO 184 DO CÓDIGO PENAL, LEI 5988 DO CODIGO CIVIL E RESOLUÇÃO CONFEA 205/71