



**VICTOR SANTOS LIMA**

**A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS MODULARES E  
PRÉ-FABRICADOS PARA UMA ARQUITETURA  
MAIS EFICIENTE.**

O Uso de Sistemas Modulares na Habitação a Custos Controlados.

(Versão Final)

Orientador: Professor Doutor Bernardo de Castro Norton Vaz Pinto.

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação  
Departamento de Arquitetura.**

**Lisboa, 2023.**

**VICTOR SANTOS LIMA**

**A UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS MODULARES E PRÉ-FABRICADOS PARA  
UMA ARQUITETURA MAIS EFICIENTE.**

O Uso de Sistemas Modulares na Habitação a Custos Controlados.

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura no Curso de 2º ciclo de Arquitetura e Urbanismo, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Defendida em provas públicas na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia no dia 14 de Novembro de 2024, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação de Júri nº 993/2024, composto por:

Presidente: Professor Doutor Pedro Filipe Coutinho Cabral D'Oliveira Quaresma;

Arguente: Professor Doutor Francisco Manuel Portugal e Gomes;

Orientador: Professor Doutor Bernardo de Castro Norton Vaz Pinto;

Vogal: Professora Doutora Filipa Alexandra Gomes da Silva Oliveira Antunes.

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias**

**ECATI – Departamento de Arquitetura e Urbanismo**

**Lisboa, 2023.**

## **Dedicatória.**

Dedico esta tese de mestrado a todas as pessoas que participaram do meu percurso académico e que possibilitaram a concretização deste trabalho.

Gostaria especialmente de dedicá-la à minha família, aos meus amigos e colegas de curso que compartilharam esta experiência e que me apoiaram nesta fase tão importante da minha vida, onde pude viver momentos desafiadores, mas que com certeza contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

## **Agradecimentos.**

Gostaria de agradecer imensamente a todos os que participaram direta ou indiretamente na construção desta dissertação de mestrado.

À minha família que me apoiou incondicionalmente apesar da distância física que existe entre nós, mas que nunca deixou de me apoiar e de me incentivar a crescer cada vez mais. A vocês o meu mais profundo agradecimento.

Agradeço ao meu amor, minha namorada, por ter estado comigo em momentos difíceis e por me encorajar a continuar. Ela sempre esteve presente, a motivar-me e a fazer-me acreditar no meu potencial. O teu apoio emocional foi muito importante para ultrapassar os obstáculos ao longo do percurso e sê-lo-á para o resto da vida.

Aos meus amigos, por terem proporcionado diversos momentos de descontração, motivação e principalmente contribuírem para a criação de muitas memórias que levarei para a vida.

Agradeço aos professores e especialmente ao meu orientador Bernardo Vaz Pinto pela sua dedicação, orientação e sua a disponibilidade para esclarecer dúvidas. Agradeço pelos feedbacks e críticas construtivas que foram fundamentais para a conclusão desta tese. Tenho uma enorme gratidão por tê-lo como meu orientador.

## **Resumo.**

Esta dissertação no âmbito do curso de Mestrado Integrado em Arquitetura da Universidade Lusófona pretende desenvolver um projeto arquitetónico de habitação, que investiga as possibilidades de uma arquitetura modular fortemente apoiada na pré-fabricação, e a sua repercussão na construção de uma arquitetura de qualidade e eficaz a vários níveis. Este trabalho iniciou-se em primeiro lugar com a disciplina de Métodos e Investigação, e foi depois desenvolvida no âmbito da disciplina de Projeto no 5 ano do curso acima referido.

Queremos desenvolver um projeto de arquitetura no sentido de demonstrar que a utilização de estruturas modulares, e de elementos pré-fabricados, pode resultar em ganhos significativos na qualidade da construção, nos custos de materiais, nos custos energéticos e nos prazos da obra, o que pode ainda resultar em verdadeiros ganhos energéticos e da sustentabilidade. Iremos orientar a nossa investigação para o caso específico da habitação a custos controlados.

Atualmente a sociedade encontra-se perante desafios ao nível ambiental, económico e social, provocando, entre outros aspetos, enormes dificuldades por parte da população em ter acesso a habitação digna, a um preço equilibrado, especialmente em áreas que se localizam perto dos grandes aglomerados urbanos. Pensamos ser importante investigar modos paralelos e alternativos de construção aos ditos modos mais tradicionais, no caso Português falamos da construção em alvenaria de tijolo furado, no sentido de tornar a edificação mais económica e viável, mas também mais sustentável em termos da sua construção e manutenção, sem que a qualidade seja penalizada.

Iremos analisar alguns casos de estudo, como referência e exemplo das possibilidades e condicionantes ligadas a uma construção modular e, num segundo momento, desenvolver um projeto de arquitetura habitacional onde pretendemos demonstrar a viabilidade de uma resposta prática e projectual à problemática apresentada.

**Palavras-chave:** Sistemas modulares, Pré-fabricados, Flexibilidade, Arquitetura modular.

## **Abstract.**

This dissertation within the scope of the Integrated Master's in Architecture course at Universidade Lusófona aims to develop an architectural housing project, which investigates the possibilities of modular architecture heavily supported by prefabrication, and its impact on the construction of quality and effective architecture. at various levels. This work began first with the Methods and Research discipline, and was then developed within the Project discipline in the 5th year of the aforementioned course.

We want to develop an architectural project in order to demonstrate that the use of modular structures and prefabricated elements can result in significant gains in construction quality, material costs, energy costs and construction deadlines, which it can also result in true energy and sustainability gains. We will focus our investigation on the specific case of affordable housing.

Currently, society is facing challenges at an environmental, economic and social level, causing, among other aspects, enormous difficulties on the part of the population in accessing decent housing, at a balanced price, especially in areas that are located close to large agglomerations. urban. We think it is important to investigate parallel and alternative ways of construction to the so-called more traditional ways, in the Portuguese case we are talking about perforated brick masonry construction, in order to make the building more economical and viable, but also more sustainable in terms of its construction and maintenance. , without quality being penalized.

We will analyze some case studies, as a reference and example of the possibilities and constraints linked to modular construction and, secondly, develop a housing architecture project where we intend to demonstrate the feasibility of a practical and design response to the problem presented.

**Keywords:** Modular systems, Prefabricated, Flexibility, Modular architecture.

## **Abreviaturas, Acrónimos, Siglas.**

CMA: Câmara Municipal de Almada;

FCT-NOVA: Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa;

LSF: *Light Steel Framing*;

PROT-AML: Plano Regional de Ordenamento Territorial da Área Metropolitana de Lisboa;

SWOT: *Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*;

UNL: Universidade Nova de Lisboa.

## Índice Geral.

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dedicatória.....                                                              | 3  |
| Agradecimentos.....                                                           | 4  |
| Resumo.....                                                                   | 5  |
| Abstract.....                                                                 | 6  |
| Abreviaturas, Acrónimos, Siglas.....                                          | 7  |
| Índice Geral.....                                                             | 8  |
| Índice de Imagens.....                                                        | 10 |
| Introdução.....                                                               | 13 |
| Estado da Arte.....                                                           | 15 |
| Problemática.....                                                             | 18 |
| Objetivos.....                                                                | 19 |
| Metodologia de Desenvolvimento da Investigação.....                           | 20 |
| Capítulo 1 - Construção Modular e Pré Fabricação.....                         | 21 |
| 1.1 A Construção Modular.....                                                 | 21 |
| 1.2 A Pré-fabricação na Arquitetura.....                                      | 26 |
| 1.2.1 O Caso de Gropius e Le Corbusier.....                                   | 27 |
| 1.3 Identificação de Soluções Modulares atuais.....                           | 30 |
| 1.3.1 <i>MyHouse</i> – Betão armado e LSF ( <i>Light Steel Framing</i> )..... | 31 |
| 1.3.2 <i>SIT Modular</i> .....                                                | 32 |
| 1.3.3 <i>Ibermódulo</i> .....                                                 | 36 |
| Capítulo 2 - Casos de Estudos.....                                            | 40 |
| 2.1 Edifício de Habitação Social – <i>Neamausus I</i> .....                   | 40 |
| 2.2 Habitação Coletiva – <i>Eindhoven</i> , Holanda.....                      | 44 |
| Capítulo 3 – Projeto de Arquitetura.....                                      | 48 |
| 3.1 Introdução.....                                                           | 48 |
| 3.2 Localização.....                                                          | 49 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 3.3 Análise <i>SWOT</i> e <i>TOWS</i> do Local. .... | 52 |
| 3.4 O Projeto de Arquitetura. ....                   | 54 |
| 3.4.1 Organização Interna. ....                      | 56 |
| 3.4.2 A materialidade da propósta. ....              | 57 |
| 3.4.3 Peças Desenhadas. ....                         | 60 |
| Capítulo 4 - Conclusão. ....                         | 74 |
| Bibliografia. ....                                   | 75 |
| Apêndice A - Imagens da Localização e Plantas. ....  | 79 |
| Apêndice B - Trabalhos em Três Dimensões. ....       | 87 |

## Índice de Imagens.

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Processo de Montagem do Habitat 67.....                                                     | 22 |
| Figura 2 - Montagem Modulo Base e Planta Tipo.....                                                     | 23 |
| Figura 3 - Corte Parcial do Conjunto Habitacional.....                                                 | 23 |
| Figura 4 - Gráfico das Oportunidades de Economia.....                                                  | 25 |
| Figura 5 - Dom-Ino Le Corbusier 1919.....                                                              | 28 |
| Figura 6 - "Steel House" 1926.....                                                                     | 28 |
| Figura 7 - "Copper Plate House" 1931.....                                                              | 29 |
| Figura 8 - "Copper Plate House" 1931.....                                                              | 29 |
| Figura 9 - Aplicação da Solução Mista (betão e LSF) na Construção da Moradia em Famaões, Odivelas..... | 31 |
| Figura 10 - Modulo "Standart" 1 Fabricado Pela S.I.T.....                                              | 32 |
| Figura 11 - Modulo "Standart" 2 Fabricado Pela S.I.T.....                                              | 33 |
| Figura 12 - Casa Fabricada Pela S.I.T.....                                                             | 33 |
| Figura 13 - Sapatas de Apoio em Betão Armado Feita Pela S.I.T.....                                     | 34 |
| Figura 14 - Pormenor Construtivo do Sistema S.I.T.....                                                 | 34 |
| Figura 15 - Casa T2 Fabricada Pela S.I.T.....                                                          | 35 |
| Figura 16 - Casa T2 Com Maiores Dimensões Fabricada Pela S.I.T.....                                    | 35 |
| Figura 17 - Modulo Serie MO Base Iermódulo.....                                                        | 36 |
| Figura 18 - Modulo Serie ME evolução Detalhamento Construtivo.....                                     | 37 |
| Figura 19 - Exemplo do Uso dos Módulos - Escola Campo de Flores - Monte da Caparica.....               | 38 |
| Figura 20 - Vista Aérea do Projeto Neamausus.....                                                      | 40 |
| Figura 21 - Planta do Conjunto Neamausus.....                                                          | 40 |
| Figura 22 - Planta Piso tipo das Unidades Habitacionais.....                                           | 42 |
| Figura 23 - Alçados Tipo do Projeto Neamausus.....                                                     | 42 |
| Figura 24 - Plantas da Unidade do Projeto Neamausus.....                                               | 42 |
| Figura 25 - Alçado Frontal e Alçado Lateral.....                                                       | 43 |
| Figura 26 - Imagem Interna das Unidades.....                                                           | 43 |
| Figura 27 - Imagem do Projeto Neamausus concluído.....                                                 | 44 |
| Figura 28 - Residência Universitária de Eindhoven.....                                                 | 44 |
| Figura 29 - Plantas de Pisos Tipo.....                                                                 | 45 |
| Figura 30 - Diagrama de Montagem dos Componentes pré-fabricados.....                                   | 46 |
| Figura 31 - Montagem do Edifício.....                                                                  | 47 |
| Figura 32 - Montagem das Fachada do Edifício.....                                                      | 47 |
| Figura 33 - Conexões Lisboa e Local de Intervenção.....                                                | 49 |
| Figura 34 - Percurso com Transportes Públicos.....                                                     | 50 |
| Figura 35 - Linhas dos Transportes Públicos.....                                                       | 50 |
| Figura 36 - Plano Diretor Municipal.....                                                               | 52 |
| Figura 37 - Análise "SWOT e TOWS".....                                                                 | 52 |
| Figura 38 - Plano "Innovatin District".....                                                            | 53 |
| Figura 39 - Local de Intervenção.....                                                                  | 54 |
| Figura 40 - Diagrama de Implantação Topográfica.....                                                   | 54 |
| Figura 41 - Malha estrutural 1/500.....                                                                | 55 |
| Figura 42 - Diagramas de Ocupação do Terreno.....                                                      | 56 |
| Figura 43 - Detalhe Pannel Sanduiche da " Qbiss One".....                                              | 59 |
| Figura 44 - Diagrama Volumétrico da Estrutura e Circulações Verticais.....                             | 60 |

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 45 - Diagrama Expandido do Complexo Habitacional. ....          | 60 |
| Figura 46 – Planta de Localização 1/2000. ....                         | 61 |
| Figura 47 - Planta de Cobertura 1/500. ....                            | 61 |
| Figura 48 - Planta de Programa Funcional Térreo 1/500. ....            | 62 |
| Figura 49 - Planta Térreo 1/500. ....                                  | 62 |
| Figura 50 - Planta de Setorização das Tipologias 1/500. ....           | 63 |
| Figura 51 - Planta de Piso Tipo para Tipologias 1/500. ....            | 63 |
| Figura 52 - Componentes Base para o Módulo. ....                       | 64 |
| Figura 53 - Componentes Base para o Módulo. ....                       | 64 |
| Figura 54 - Componentes Base para o Módulo. ....                       | 65 |
| Figura 55 - Componentes Base para o Módulo. ....                       | 65 |
| Figura 56 - Componentes Base para o Módulo. ....                       | 66 |
| Figura 57 - ‘Layout’ unidade individual varanda interna. ....          | 66 |
| Figura 58 - ‘Layout’ unidade individual varanda externa. ....          | 67 |
| Figura 59 - ‘Layout’ unidade individual varanda interna. ....          | 67 |
| Figura 60 - ‘Layout’ unidades compartilhadas, varanda externa. ....    | 68 |
| Figura 61 - ‘Layout’ interno loft .....                                | 68 |
| Figura 62 - Alçado Lateral Esquerda 1/200. ....                        | 69 |
| Figura 63 - Alçado Frontal 1/200. ....                                 | 69 |
| Figura 64 - Corte Transversal 1/200. ....                              | 70 |
| Figura 65 - Corte Longitudinal 1/200. ....                             | 70 |
| Figura 66 - Corte Construtivo 1/50. ....                               | 71 |
| Figura 67 - Detalhe Construtivo 1/20. ....                             | 71 |
| Figura 68 - 3D da Estrutura e Materiais Aplicados .....                | 72 |
| Figura 69 - 3D do Complexo Habitacional. ....                          | 72 |
| Figura 70 – Simulação de Maquete Física 1/100. ....                    | 73 |
| Fígura 71 - Localização do Terreno. ....                               | 79 |
| Figura 72 - Localização do Terreno. ....                               | 79 |
| Figura 73 - Serviços e Equipamentos Existentes. ....                   | 80 |
| Fígura 74 - Mapas da Morfologia Local. ....                            | 80 |
| Figura 75 - Mapas da Morfologia Local. ....                            | 81 |
| Fígura 76 - Planta de Altimetria das Habitações Existentes 1/500. .... | 81 |
| Fígura 77 - Desenho do Percurso Público 1/500. ....                    | 82 |
| Fígura 78 - Programa Funcional 1/500. ....                             | 83 |
| Fígura 79 - Planta do Térreo 1 Bloco 1/200. ....                       | 83 |
| Fígura 80 - Planta do Térreo 2 Bloco 1/200. ....                       | 84 |
| Fígura 81 - Planta do Térreo 3 Bloco 1/200. ....                       | 84 |
| Fígura 82 - Planta do Térreo 4 Bloco 1/200. ....                       | 85 |
| Fígura 83 - Planta dos Layouts 1 e 2 das Unidades. ....                | 85 |
| Fígura 84 - Planta dos Layouts 3 e 4 das Unidades. ....                | 86 |
| Fígura 85 - Planta do Layout Loft. ....                                | 86 |
| Fígura 86 - Imagem da Praça Central. ....                              | 87 |
| Fígura 87 - Imagem da Praça Central. ....                              | 87 |
| Fígura 88 - Imagem do Edifício Frontal com Av. Timor Lorasae. ....     | 88 |
| Fígura 89 - Imagem do Edifício Frontal com Av. Tmor Lorasae. ....      | 88 |
| Fígura 90 - Imagem da Cozinha Compartilhada dos Blocos. ....           | 89 |
| Fígura 91 - Base da Maquete com o Desenho do Térreo 1/100. ....        | 89 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Fígura 92 - Base da Maquete com o Piso das Unidades 1/100..... | 90 |
| Fígura 93 - Maquete Estrutural 1/100.....                      | 90 |
| Fígura 94 - Maquete Estrutural 1/100.....                      | 91 |
| Fígura 95 - Cobertura da Maquete Estrutural 1/100.....         | 91 |
| Fígura 96 - Maquete Volumétrica 1/200.....                     | 92 |
| Fígura 97 - Maquete Volumétrica 1/200.....                     | 92 |
| Fígura 98 - Maquete Volumétrica 1/200.....                     | 93 |
| Fígura 99 - Maquete Volumétrica 1/200.....                     | 93 |

## Introdução.

*“A industrialização na fabricação permite ganhos de eficiência e limita o desperdício a um mínimo. Portanto, trata-se de uma solução mais sustentável, tanto do ponto de vista ambiental, como económico, com uma abordagem de pré-fabricação sistematizada por forma a conseguirmos aumentar a produtividade, utilizando o mínimo de recursos e, ao mesmo tempo, minimizando as emissões de CO2”.<sup>1</sup>*

Nesta dissertação, inserida no curso de Mestrado Integrado em Arquitetura da Universidade Lusófona de Lisboa, iremos argumentar que a construção arquitetónica com recurso a sistemas modulares e pré-fabricados permite-nos garantir o controlo de qualidade no produto final, ao mesmo tempo que podemos ser mais eficazes e sustentáveis durante o percurso. A qualidade advém de a construção poder ser em parte produzida em ambiente industrial mais controlado. A redução de custos e a própria sustentabilidade pode ser ganha na repetição de peças e na obtenção de economias de escala.

Pensamos também que a produção e a utilização de elementos modulares e repetidos conseguem melhorar a versatilidade e flexibilidade das construções, quer ao nível dos “layouts” quer ao nível das fachadas e coberturas, tornando a obra mais permeável às necessidades de transformação que a sociedade contemporânea exige.

Sabendo que o tema da modularidade e da pré-fabricação é muito extenso e complexo, e a fim de encaminhar este estudo, o foco da investigação escolhido foi a habitação a custos controlados através de sistemas modulares e elementos pré-fabricados. A tipologia arquitetónica escolhida orienta-se para uma camada mais jovem, onde se podem incluir estudantes, nómadas digitais, e outros perfis de utilizadores que possam usufruir deste tipo de habitação.

O projeto de arquitetura final que iremos apresentar consiste na utilização de um sistema modular, com o uso de elementos pré-fabricados, para elaboração de um edifício de habitação

---

<sup>1</sup> Cardoso, F. (2006, 26 de junho) – Sistema CREE traz propostas de edificios híbridos a Portugal. Edifícios e Energia.

coletiva a custos controlados, para a camada mais jovem da população. Deste modo, a presente investigação faz uma abordagem a soluções viáveis para a construção em edifícios de habitação coletiva modulares, utilizando recursos industrializados, pré-fabricados e moldados, com o intuito de responder às necessidades atuais e futuras dos indivíduos e da sociedade.

No decorrer da investigação estudaram-se referências e exemplos de sistemas construtivos em habitações coletivas com base em sistemas modulares moldados e pré-fabricados, onde foram analisados tendo em conta a sua estrutura, construção, custos e organização. Os casos de estudos selecionados foram a residência universitária de *Eindhoven*, na Holanda, projetado pelo atelier *Office Winhov*, e o edifício *Nemausus 1* do arquiteto Jean Nouvel, em Nimes, na França. Ambos os casos representam habitações modulares com elementos pré-fabricados, que podem ser considerados exemplos positivos na temática apresentada nesta dissertação.

## Estado da Arte.

A construção modular já provou ser confiável e promissora para a arquitetura, pois tem uma ótima aptidão para conseguir solucionar grande parte das necessidades atuais da construção e da população. Evoluindo cada vez mais nas técnicas construtivas e na produção e tratamento dos materiais, provocando transformações, sobretudo na economia e na sociedade, este sistema construtivo é um caminho aberto para a criatividade, justificada pelas múltiplas abordagens dos arquitetos e dos profissionais da construção. Apresentamos de seguida alguns dos autores que foram importantes para o desenvolvimento desta investigação.

Segundo Patinha, S. (2011) a origem da construção modular manifesta-se desde os tempos primitivos e podem ser analisadas em três etapas cronológicas:

- “Dos primórdios da humanidade até ao início do século dezoito;
- Durante o período da Revolução Industrial (início do século dezoito até à primeira metade do século dezanove);
- Da segunda metade do século dezanove até à atualidade.”

O sistema da construção modular tem vindo a evoluir e muitas destas evoluções devem-se ao aumento da qualidade e inovação dos materiais, dos equipamentos e ferramentas de apoio (como são exemplo a cofragem modular, a pré-fabricação de portas, janelas, caixilharias e os sistemas de painéis modulares), mas também à maior interação entre as fábricas, os projetistas, os arquitetos e as restantes entidades envolvidas no processo.

Segundo Gonçalves, C. (2013) <sup>2</sup>“A construção modular pode ser considerada uma unidade pré-fabricada que é construída em fábrica e transportada depois para o local de construção. Estas unidades podem ser usadas individualmente ou podem ser adicionadas formando construções maiores. Este tipo de construção apresenta um vasto leque de vantagens, entre elas uma construção ecológica e rápida, o que pode levar a que num futuro próximo este método de construção se possa sobrepor à construção tradicional”.

De forma similar, Walter Gropius (1935)<sup>3</sup>, refere que “todas as partes feitas à máquina e produzidas sob normas industriais padronizadas se ajustam à risca, torna-se possível empregar

---

<sup>2</sup> Carlos Gonçalves – Construção Modular, Análise comparativa de diversas soluções.

<sup>3</sup> Walter Groupis – Bauhaus, Uma nova arquitetura.

esquemas de armação executados exatamente no canteiro de obra e efetuar a montagem rápida com baixo custo de mão-de-obra, inclusive com trabalhadores desqualificados e em qualquer tempo e estação. Acima de tudo, podem ser evitadas as numerosas e desagradáveis surpresas e acidentes, inevitáveis quando associamos aos antigos métodos de construção”.

“Em vez disso, teríamos um ajuste absoluto das peças de encaixe produzidas pela máquina, preços mais fixos e prazos mais curtos e mais certos, sob garantia”.

No seu estudo sobre as estruturas metálicas Pinheiro, R. (1999)<sup>4</sup> diz que, “Devido ao baixo peso por m<sup>2</sup> de construção, inclusive da estrutura ao aumento da área útil da edificação (cerca de 10% conforme informações do sistema construtivo “WALL”), aliados à possibilidade de reaproveitamento dos materiais em caso de desmontagem, ao baixo custo propiciado através de produção seriada (economia de escala), e ao uso de materiais racionalizados não gerando entulhos e portanto com perdas mínimas, os sistemas construtivos industrializados permitem além da rapidez de execução um rigoroso controle da qualidade do produto final, assegurando o cumprimento de cronogramas físico-financeiros, tornando-se assim mais económicos do que os sistemas tradicionais. O uso de novos materiais permite hoje o desenvolvimento de cronogramas de maneira que a obra fique pronta em um menor tempo, e apresente uma substancial economia no orçamento de modo geral da construção”. Ainda para o mesmo autor “A estrutura metálica adapta-se bem a vários outros tipos de materiais, o que permite uma gama de opções muito grande com relação aos materiais a serem utilizados para o fecho dos painéis de paredes, lajes, coberturas, forros e acabamentos de um modo geral. Hoje, com o desenvolvimento de materiais e de processos relacionados à construção industrializada, a adoção da estrutura metálica combinada com novos sistemas construtivos pode ser considerada uma parceria ideal na construção civil moderna. A flexibilidade também se apresenta para este tipo de estrutura ou construção, através da facilidade de desmonte, transporte e reutilização das peças em outro local sem grandes perdas”.

Os sistemas modulares e a pré-fabricação podem proporcionar benefícios logísticos e financeiros, sendo possível a reciclagem dos materiais utilizados na obra, promovendo uma arquitetura mais limpa e um processo construtivo menos agressivo quanto à natureza.

Para Pinheiro, R. (1999), “a eficiência construtiva de um sistema modular e de pré-fabricação é obtida em função de processos construtivos modernos e simples, sem o uso de

---

<sup>4</sup> Pinheiro, R. (1999), Sistemas construtivos em Estrutura em Aço Aplicados a Moradias em Encostas.

equipamentos mais sofisticados, onde utilizando-se técnicas industriais se consegue uma melhor remuneração dos insumos e da mão de obra investidos. A fabricação da estrutura é executada paralelamente à execução das fundações e outros serviços preliminares, e ainda, com a simplificação do escoramento, a dispensa de formas, a facilidade do uso concomitante de elementos pré-moldados ou pré-fabricados, ou ainda a realização rápida de várias lajes, consegue-se rapidez na montagem dos pavimentos de uma obra, tendo-se a possibilidade de abertura de várias frentes de serviço com consequente diminuição do tempo de fechamento e maior retorno da relação custo/benefício”.

## Problemática.

*“A política nacional em matéria de habitação deve ... (ter por objetivo) proporcionar a todos os trabalhadores e suas famílias uma habitação suficiente e condigna e um meio habitacional adequado. Deve ser concedida uma certa prioridade às pessoas com necessidades prementes.” (Ministério Público, 2002, O Direito Humano a uma Habitação Condigna, p.11)*

Esta dissertação pretende investigar as possibilidades dos sistemas construtivos paralelos aos chamados convencionais, analisando diferentes sistemas construtivos modulares que possam responder às preocupações da construção na atualidade no que diz respeito aos custos da produção, à pegada de carbono; à sustentabilidade da construção; à flexibilidade.

Observamos que existe uma maior dificuldade em encontrar habitações economicamente acessíveis e de qualidade nas cidades, o que nos leva a reconhecer que é importante reconsiderar o estudo dos sistemas construtivos que possibilitem melhorar os custos de construção, a redução de desperdício, a qualidade final das construções, permitindo ainda uma melhor flexibilidade ao nível interno, e finalmente uma maior eficácia no processo construtivo.

Atualmente Portugal e a Europa passam por uma fase de especulação imobiliária elevada, aliado a baixos salários e a um poder de compra limitado, dificultando o acesso de uma parcela significativa da população, onde se inserem os jovens, a uma habitação condigna.

Por outro lado, é notória a falta de políticas habitacionais eficazes que incentivem a construção e oferta de habitações com custos controlados. Portanto, parece ser nos importante investigar métodos e possibilidades que possam apresentar soluções para estas problemáticas.

## **Objetivos.**

O objetivo principal deste estudo é defender a eficácia dos sistemas de construção modular que são fortemente apoiados em componentes pré-fabricados na construção de edifícios de habitações coletivas, através da apresentação de um projeto arquitetónico no Monte da Caparica, Município de Almada.

Por outro lado, pretende-se realizar uma investigação técnica ao nível deste sistema construtivo, verificando o carácter sustentável de algumas soluções de sistemas modulares apoiados em elementos pré-fabricados existentes no mercado atual.

Esta dissertação também tem como intuito ser uma contribuição para o debate na área científica do Projeto Arquitetónico sobre a construção de novos edifícios modulares com sistemas construtivos mais eficazes e menos prejudiciais ao meio ambiente.

## Metodologia de Desenvolvimento da Investigação.

A Metodologia usada para o desenvolvimento dessa dissertação é uma combinação de uma pesquisa qualitativa com estudos de casos, e uma análise exploratória, que se organiza da seguinte forma;

**Revisão Bibliográfica:** A dissertação inicia com uma revisão dos conceitos fundamentais da modularidade e pré-fabricação na construção de habitações, através do estado da arte e do conjunto da bibliografia. Esse método permitiu compreender as influências desses sistemas construtivos, o histórico, os principais avanços e o impacto para a arquitetura.

**Casos de Estudos:** Conjunto Habitacional *Neamasus I* de Jean Nouvel e um edifício para académicos na universidade de *Eindhoven*. Esses dois exemplos foram selecionados por conta de suas abordagens em diferentes contextos e na aplicação prática dos sistemas modulares e pré-fabricados na construção de habitações coletivas.

**Análise Comparativa:** A dissertação faz uma análise comparativa, que investiga diferentes sistemas modulares e pré-fabricados que estão sendo usados para a construção de habitações em Portugal, como a *IberMódulo*, *MyHouse* e *SitModular*, com o propósito de identificar os métodos mais eficientes e viáveis para desenvolver uma habitação coletiva a custos controlados.

**Desenvolvimento Prático do Projeto:** A proposta final é de um projeto arquitetónico habitacional que desenvolve-se através dos métodos da modularidade e pré-fabricação, com foco na sustentabilidade de recursos naturais, flexibilidade na execução da obra e viabilidade económica. Essa abordagem permitiu a exploração prática e aplicação dos conceitos da parte bibliográfica.

Com a combinação dessa metodologia permitiu-nos que exploremos o tema de forma abrangente, envolvendo tanto uma análise prática quanto uma pesquisa teórica e a concretização de uma solução arquitetónica.

## **Capítulo 1 - Construção Modular e Pré Fabricação.**

### **1.1 A Construção Modular.**

Podemos entender o conceito da construção modular como fundamentado na repetição ou normalização de uma medida ou dimensão base. É importante definir com mais precisão o conceito da modularidade na construção, usando como referência a definição de Castelo J. L (2008), a construção modular é “uma metodologia, que visa criar uma dimensão padrão, que racionalize a concepção e a construção de edifícios, o que permite elevar o grau de industrialização da construção, mantendo, no entanto, a liberdade de concepção arquitetónica dentro de valores aceitáveis”. Portanto, para aplicação deste método é necessário um grande rigor na formatação e detalhamento nos elementos desenhados e produzidos. Para a utilização da construção modular é preciso saber que esta envolve procedimentos que ajudam na racionalização do projeto, como é o caso da Coordenação Modular. Segundo Mascaro (1976) a coordenação modular é “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”. Referenciando a Norma 15873:2010, “ Norma de Coordenação Modular para edificações, que define como padrão a medida de 100 mm(10cm) para módulos básicos, além de definir os termos e os princípios da coordenação modular para edificações”.<sup>5</sup>

Sendo assim, podemos confirmar que esta metodologia da coordenação modular procura flexibilizar e racionalizar os produtos e componentes padronizados, dimensionando numa medida já definida, transformando o processo construtivo mais veloz na maioria de suas etapas, ou seja, desde a etapa do projeto em planta e definições dos componentes estruturais e arquitetónicos até à etapa final da construção e montagem.

A evolução desta metodologia construtiva tem-se destacado cada vez mais e em muitos países como a Inglaterra, Estados Unidos, Japão e França locais onde este sistema já se sobrepõem aos métodos convencionais de construir com alvenaria ou outros métodos mais tradicionais.

---

<sup>5</sup> CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

Podemos dizer que a construção evolui à medida que cada etapa é finalizada, ficando muitas vezes refém das condições climáticas e de erros de produção.

No que diz respeito aos materiais e o método de construção utilizado ao nível estrutural e a nível de materiais, existe um vasto leque de soluções que são possíveis para a construção modular, como por exemplo a madeira, o aço, o betão, o papel e o cartão fibrosos e ainda pedra.

O tempo de construção de habitações modulares pode variar de vinte dias a seis meses, dependendo do sistema modular que está a ser aplicado, assim como o nível de pré-fabricação da unidade, entre outros aspetos. Uma construção com sistema de coordenação modular possibilita que se levantem simultaneamente paredes, tetos, pisos e coberturas, o que na construção convencional em alvenaria não é possível. Desta forma é possível proporcionar um melhor desempenho nas áreas da qualidade do produto final, nos custos e nos prazos associados.



Figura 1 - Processo de Montagem do Habitat 67.

Fonte:ArchDaily.

Uma das arquiteturas mais icônicas com uso do sistema modular pré-fabricado e a conceção da coordenação modular é o Habitat 67, realizada pelo arquiteto Moshe Safdie em Montreal

para a Expo 67, teve como princípio construir habitações para a maior parte da população com custos baixos e qualidade através do processo da pré-fabricação. A obra é composta por 354 módulos em formato de cubo, que são postos um sobre o outro formando 146 residências. Os módulos são feitos em betão armado e produzidos em fábrica e posteriormente transportados para o local de implantação.

O projeto Habitat 67 em Montreal de Moshe Safdie, serve de referência para mostrar a importância do uso da coordenação dimensional modular. No “Habitat 67 as unidades regem-se por uma grelha de um metro, o que significa que os módulos devem estar sobrepostos com afastamentos iguais ou múltiplos desta medida. A escolha do módulo básico e das suas derivações deve permitir o maior número possível de variações e combinações com o menor número de elementos diferentes”.<sup>6</sup> Ferreira. A. L (2004).



Figura 2 - Montagem Modulo Base e Planta Tipo.

Fonte: ArchDaily.

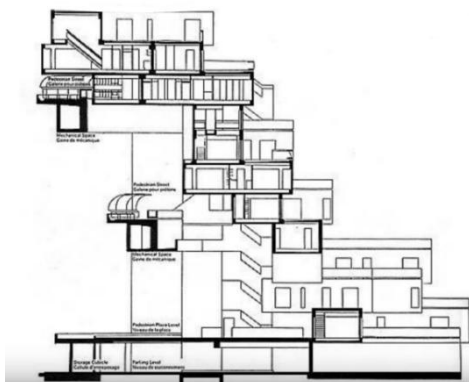


Figura 3 - Corte Parcial do Conjunto Habitacional.

Fonte: ArchDaily.

<sup>6</sup> Ferreira, A. L. (2004) - Um sistema modular pré-fabricado do tipo "caixa" para edifícios de habitação (p.31).

Como podemos reparar no discurso dos autores acima, para quase todos a coordenação modular é uma forma de construir edifícios beneficiando de elementos pré-fabricados com as medidas e normas pré-definidas, que permitam e contribuam para a combinação e conexão entre os módulos e as matérias-primas, usando-as de forma mais sistematizada e racional colaborando para uma arquitetura mais flexível e sustentável.

A construção de edifícios modulares é dividida e executada em duas etapas. A primeira etapa é a elaboração e produção dos elementos que vão constituir o projeto, estes são produzidos em fábricas para posteriormente serem transportados para o local de implantação. Para as duas etapas da construção a racionalização é de extrema importância, visto que a produção em massa dos componentes e elementos pode gerar redução de custos, proporcionando um melhor desempenho na sistematização do processo construtivo, diminuindo assim o prazo na execução das obras não descorando na sua qualidade.

Na segunda etapa acontece a montagem da obra já com todos os componentes calculados e desenvolvidos, podendo ser necessário mão de obra qualificada para o sistema construtivo escolhido, flexibilização no transporte dos mesmos (da fábrica até local de implantação) e redução do prazo de execução. Por outro lado, com base na metodologia, podemos concluir que o sistema de coordenação modular oferece vantagens em termos de custo, qualidade e prazo.

Para aplicar este método construtivo é espectável uma redução de custos no processo de aquisição dos elementos construtivos como vigas, pilares, e potencialmente paredes e pisos, para este fim as construtoras conseguem economizar nos custos de materiais quando fornecidos apenas por uma fábrica, em até 20%, como é referenciado no estudo Construção Modular: de projetos a produtos<sup>7</sup> de Nick Bertram e Steffen Fuchs.

Entretanto, a economia gerada pelas construções modulares, em comparação às construções convencionais, de acordo com a empresa “RAD Urban” é de “30% em edifícios altos e de 20 a 25% em projetos de altura média. A empresa pretende levar de 85% a 90% da mão-de-obra no local para as fábricas, onde estima que a mesma seja duas vezes mais produtiva do que na construção no local. A automação é apontada como o próximo passo e terá como objetivo oferecer um impulso exponencial à produtividade, fazendo com que a fabricação deixe de ser

---

<sup>7</sup> Reinventando a construção: uma rota para maior produtividade, McKinsey “Global Institute” e Prática de projetos de capital e infraestrutura da McKinsey, fevereiro de 2017.

duas vezes mais produtiva em comparação com os métodos tradicionais utilizados hoje na construção”.

Segundo o mesmo estudo, a construção modular apresenta capacidade de expansão de mais de 100\$ mil milhões em imóveis no Estados Unidos e na Europa, o que levaria a uma poupança global de 20\$ mil milhões. Na figura 4 é possível observar a comparação entre os custos das construções utilizando os métodos tradicionais e aplicando os conceitos da construção modular, nas diversas fases de conceção de um projeto, donde é possível concluir que existe possibilidade de economia de até 20%, no entanto com o risco de os custos aumentarem 10% se as diminuições dos custos com a mão de obra forem ultrapassadas pelo crescimento dos custos logísticos ou de materiais.

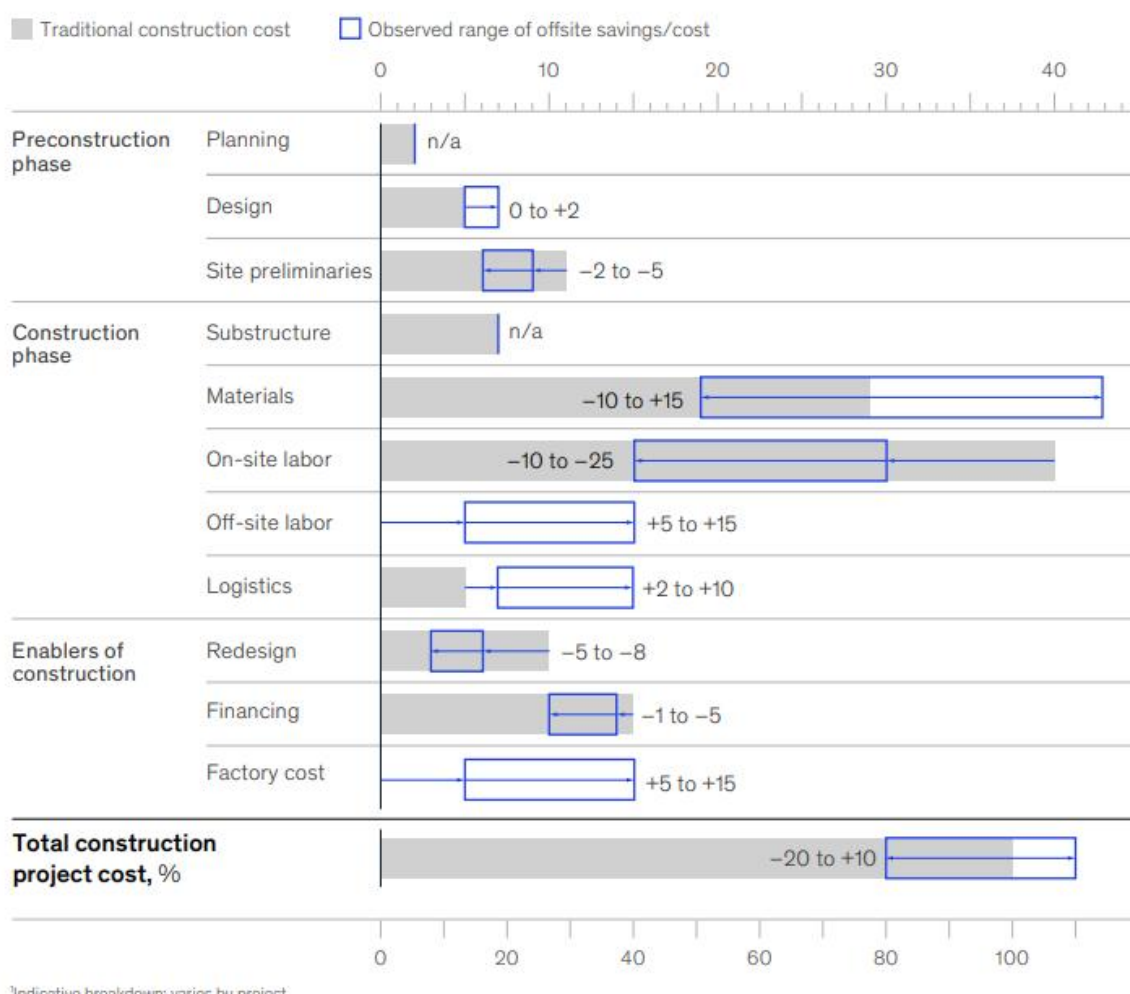


Figura 4 - Gráfico das Oportunidades de Economia. Fonte: Construção Modular: De projetos a produtos.

## 1.2 A Pré-fabricação na Arquitetura.

Com a revolução industrial em avanço na segunda metade do século dezanove, os processos de criação de edifícios feitos a partir da pré-fabricação fez-se numa prática mais regular, no entanto, o interesse por unidades ou módulos pré-fabricados, ainda não tinha sido explorado em grande escala, pois logo após a segunda guerra as cidades encontravam-se totalmente destruídas, dando origem a necessidades de reconstrução com velocidade e qualidade para as populações afetadas.

Entre 1918 e 1945 (períodos entre guerras), desenvolveram-se mudanças em que a industrialização e as evoluções dos sistemas de construção existentes se tornaram em processos mais automatizados e mecânicos. O estigma que as pessoas tinham ligado aos novos sistemas construtivos, quando comparados aos métodos convencionais instigava haver um preconceito generalizado por parte da população mais leiga. Progressivamente e por causa das novas necessidades de adaptação da arquitetura frente a novos perfis socioeconómicos essa atitude tem-se perdido. Através de diversas experiências realizadas pelos arquitetos da altura que os levou a correções e reflexões em prol de uma conceção arquitetónica baseada na segurança e eficiência, minimizando possíveis conflitos culturais com técnicas convencionais.

Entre 1920 e 1930 voltou-se a debater a produção em massa e o seu contexto nos sistemas de construção industrializados. Em Inglaterra, dois importantes sistemas foram desenvolvidos<sup>8</sup>, o *Dorlornco System* em aço e betão, e o *Waller System* apenas em betão. No entanto, a aplicação de ambos os sistemas, acabou por não chamar tanta atenção, talvez por conta de serem sistemas recentes, ou talvez porque os arquitetos e engenheiros da época estavam muito apegados a uma conceção tradicional da construção, eventualmente com medo de ser muito diferente dos padrões e afastar novos clientes/interessados, sendo isso uma incerteza que os impediam em desenvolver e inovar esses sistemas corretamente.

---

<sup>8</sup> STRIKE, James - Construction Into Design, The Influence of New Methods of Construction on Architectural Design. Oxford: ButterworthHeinemann Ltd, 1991; Pág.122

### 1.2.1 O Caso de Gropius e Le Corbusier.

Na Europa Walter Gropius e Le Corbusier interessaram-se pelo debate sobre a industrialização dos edifícios e pela pré-fabricação. Entre 1928 e 1931 Le Corbusier com seu sistema *Dom-ino*, em betão armado evidencia um novo sistema construtivo para arquitetura moderna. Ele realiza esse sistema com o projeto na casa *Citroen* através da conceção modular e equipada com elementos industrializados fornecidos pela indústria como moveis, janelas, portas, caixilharias, paredes etc. Le Corbusier tinha a intensão de transmitir que a casa é conceptualmente igual a um automóvel, atribuindo-a como uma máquina de habitar.

Na primeira metade do século dezanove, época marcada pela alta da industrialização, inúmeros profissionais da área da construção ponderaram adotar os processos da construção modular e da pré-fabricação para reduzir os custos e os prazos da obra. Um dos arquitetos que defendia a necessidade de construir habitações modulares e em serie foi Le Corbusier, que criou o sistema “*Dom-Ino*, composto por módulos tridimensionais de medidas homogéneas desenvolvidas industrialmente, promovendo a flexibilização da construção habitacional por permitir uma arquitetura interna livre. ” (Castelo, 2008). Esta forma de construir possibilita ao arquiteto ser mais criativo, desenvolvendo melhores condições estruturalmente, sem necessidade de paredes mestras, e na organização interna das habitações. Essa proposta de Le Corbusier proporcionou que outros elementos pré-fabricados se encaixassem e outros preenchessem a estrutura. Le Corbusier era um grande defensor dos sistemas modulares e pré-fabricados, o mesmo já tinha a perceção que a casa tinha de ser produzida em série, assim como são as indústrias de automóveis ao produzirem peças para a construção de um carro.

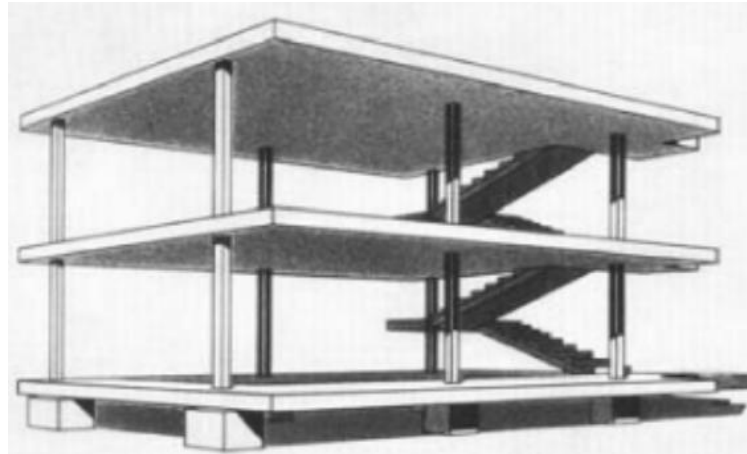


Figura 5 - *Dom-ino* Le Corbusier 1919.

Fonte: Por uma Arquitetura, 6ª edição.

Walter Gropius, arquiteto alemão que foi diretor da escola de arte Bauhaus na Alemanha em 1919, também teve uma grande influência no desenvolvimento dos sistemas de construção pré-fabricados através de projetos como a “*Serial House*” em 1921, o modelo “*Steel House*” em 1926 e as “*Copper Plate Houses*” em 1931.

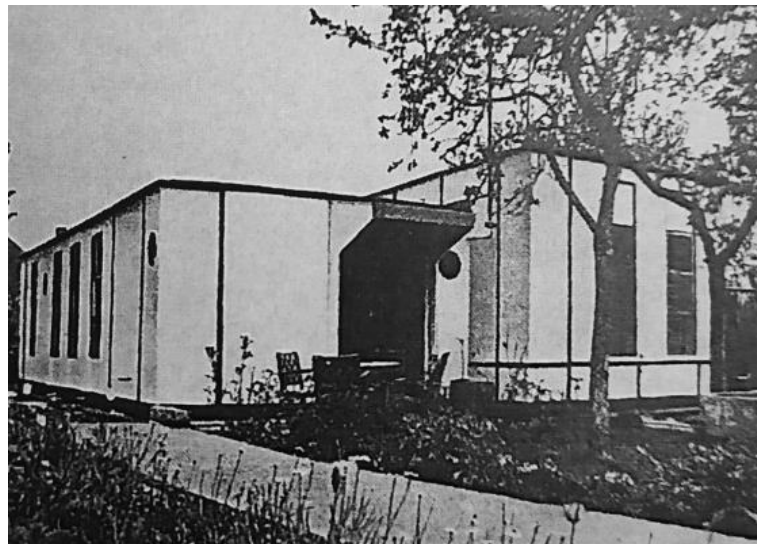


Figura 6 - "Steel House" 1926.

Fonte: Arccadigest.org.

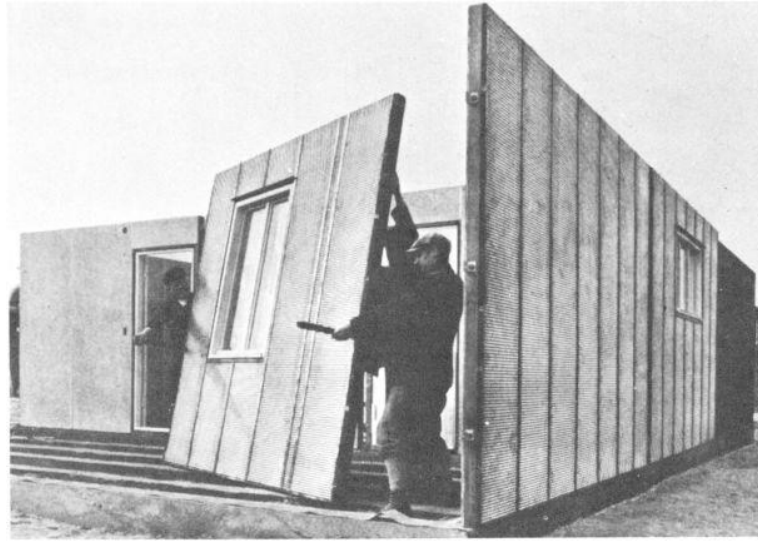


Figura 7 - "*Copper Plate House*" 1931.

Fonte: The Dream of the Factory-Made House.

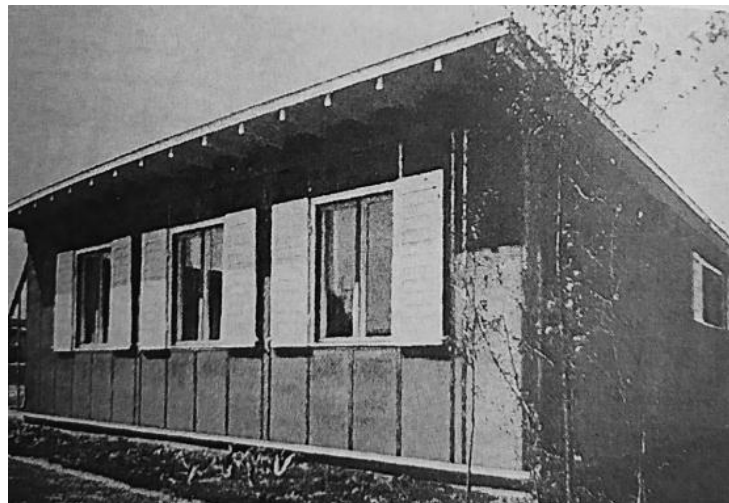


Figura 8 – "*Copper Plate House*" 1931.

Fonte: The Dream of the Factory-Made House.

Após toda destruição em consequência da segunda guerra mundial em 1945, foi necessário desenvolver inúmeros edificios habitacionais para as populações mais afetadas, apresentando assim uma oportunidade para o avanço de estudos nesta área.

*“O aparecimento de um tempo novo só intervém quando um surdo trabalho anterior o preparou. A indústria criou seus instrumentos; A empresa modificou seus hábitos; A construção encontrou seus meios; A arquitetura se encontra diante de um código modificado”.* (Corbusier, Le, 2006, p.201)

Esta fase de reconstrução de cidades e países divididos pelos conflitos da guerra, colocou os arquitetos a refletir sobre as novas necessidades da sociedade e pôs em melhor perspectiva, sendo o pós-guerra o momento certo para propor novos sistemas construtivos inovadores e flexíveis que supram as necessidades de criar e recuperar os edifícios destruídos, apoiando-se fortemente nos conhecimentos adquiridos e usando-os para construir um novo futuro para a arquitetura e a construção civil.

### 1.3 Identificação de Soluções Modulares atuais.

A evolução do setor industrial da construção proporcionou sistemas construtivos modulares capazes de serem executados através de diversas soluções e com diferentes materiais, mas visando sempre uma construção mais rápida, mais fácil de ser concluída, e em sua grande parte realizada em fábrica e melhorando a sua qualidade, organizando a forma do transporte dos módulos para o local de implantação.

De seguida são apresentados alguns sistemas construtivos modulares existentes no mercado Português atual, e as respetivas empresas que os desenvolvem e produzem. A escolha destes teve em conta a inovação no método construtivo e os materiais aplicados, bem como a possibilidade de criação de diferentes formas e a eficiência geral do sistema, selecionando produtos nacionais sempre que possível.

Os sistemas e as empresas escolhidas para esta análise são:

1. **MyHouse** – LSF (*Light Steel Framing*) e Betão Armado.
2. **SIT Modular** – Betão armado.
3. **Ibermódulo** – Light Steel Framing.

### 1.3.1 *MyHouse* – Betão armado e LSF (*Light Steel Framing*).

A *MyHouse*<sup>9</sup> é uma empresa portuguesa que se destaca na versatilidade da construção, ela concebe uma solução construtiva mista que utiliza o betão armado para as fundações, caves e lajes, e para a estrutura das paredes é utilizado o LSF, Light Steel Framing, ou estrutura de aço leve, podendo também usar alvenaria caso seja mais viável técnica e economicamente.

Este sistema construtivo adotado pela *Myhouse* garante a potencialização do melhor dos dois materiais, o betão que é conhecido pela sua resistência e o LSF para as paredes e lajes de coberturas, usufruindo da velocidade e transporte dos módulos, a junção dos dois materiais estabiliza e reduz o peso da obra deixando-a devidamente integrada.



Figura 9 - Aplicação da Solução Mista (betão e LSF) na Construção da Moradia em Famaões, Odivelas.

Fonte: MyHouse.pt

O prazo para uma construção com este sistema construtivo consegue ser reduzido em cerca de um terço do prazo, comparativamente a uma construção tradicional em alvenaria. Em relação

---

<sup>9</sup> *My House*. (s.d.). Recuperado de <https://www.my-house.pt/>

à pegada ecológica, o carbono e os resíduos produzidos na obra são reduzidos, pois a maior parte da construção é feita em fábrica e mesmo o betão “in situ” é moldado através painéis de cofragem pré-fabricados e reutilizados.

Podemos assim definir as vantagens:

1. O baixo peso da estrutura do edifício em geral;
2. A distribuição de cargas por toda a estrutura;
3. A flexibilidade dos elementos metálicos (mais práticos e sistematizados) em relação à estrutura de betão.

### 1.3.2 *SIT Modular*.

A *SIT Modular*<sup>10</sup> apresenta um sistema construtivo de conceção modular, onde a sua base estrutural é o bloco de betão armado reforçado com fibra de vidro, apoiando-se numa estrutura metálica, sendo que os isolamentos térmicos e acústicos dão mais resistência à estrutura proporcionando mais benefícios em conforto quando comparado com uma construção tradicional. Este sistema construtivo desenvolve-se com base em módulos com dimensões que são apresentadas na figura 10 e 11.

Dimensões:

8x4x3,06 m

8x4x3,16 m

8x4x3,26 m

8x4x3,66 m

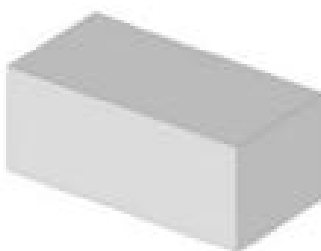


Figura 10 - Módulo “*Standart*” 1 Fabricado Pela S.I.T.

Fonte: AboutSIT.com

<sup>10</sup> About Sit. (2014). SitModular\_Catalogo2014.pdf. Recuperado de [www.aboutsit.com/uploads/catalogos/SitModular\\_Catalogo2014.pdf](http://www.aboutsit.com/uploads/catalogos/SitModular_Catalogo2014.pdf)

Dimensões:

6x3x2,90 m



Figura 11 - Modulo “Standart” 2 Fabricado Pela S.I.T.

Fonte: AboutSIT.com

No interior dos módulos standard as paredes e o teto são em gesso cartonado e a cobertura é em betão reforçado com fibra de vidro com uma estrutura metálica para suporte e resistência da estrutura.

Os módulos são totalmente feitos em fábrica, após a conclusão dos mesmos, são transportados em camiões individualmente até ao local de implantação (figura 12 e 13). Logo ao chegar ao local os módulos são posicionados, com auxílio de gruas, de acordo com o projeto em planta.

Os módulos são postos em cima da base feita de betão e estrutura metálica com espessura média de 14cm, o revestimento dessa base é em painéis VIROC<sup>11</sup>, e o isolamento térmico é em camada contínua em poliuretano expandido de 8 mm de espessura média, tendo o cliente a escolha dos demais revestimentos.



Figura 10 - Casa Fabricada Pela S.I.T.

Fonte: AboutSIT.com

<sup>11</sup> [www.investwood.pt/wpcontent/uploads/2020/10/VIROC\\_DTA\\_2020.1\\_PT.pdf](http://www.investwood.pt/wpcontent/uploads/2020/10/VIROC_DTA_2020.1_PT.pdf).- Viroc são painéis constituído por uma mistura de cimento e madeira.



Figura 11 - Sapatas de Apoio em Betão Armado Feita Pela S.I.T.

Fonte: AboutSIT.com

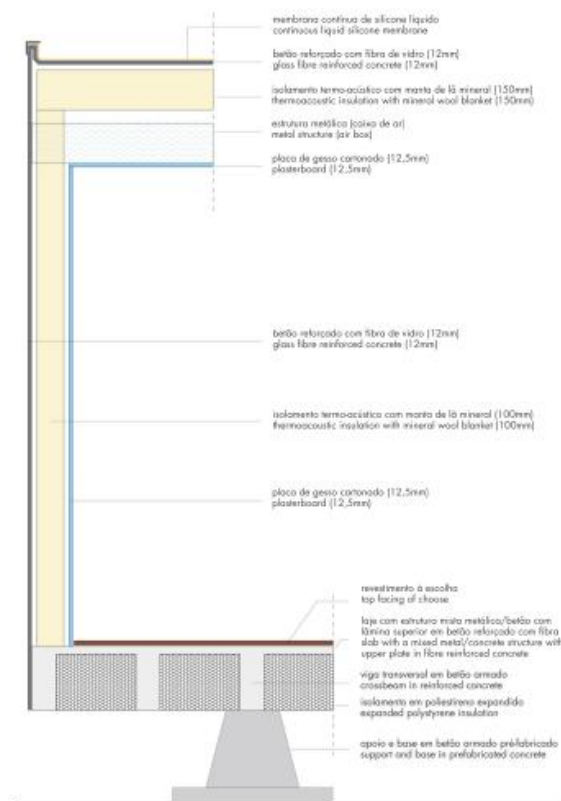


Figura 12 - Pormenor Construtivo do Sistema S.I.T.

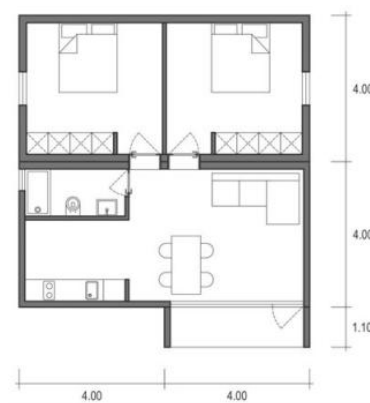
Fonte: AboutSIT.com

As paredes exteriores são em betão armado reforçado com fibra de vidro, com suporte de uma estrutura metálica, em seu interior é posto o isolamento térmico em camada contínua de poliuretano expandido de 8 mm de espessura.

A cobertura é feita em betão armado reforçado com fibra de vidro impermeabilizado com uma membrana elástica de silicone líquido, com um isolamento térmico em camada contínua de lã mineral de 15cm de espessura. O teto falso interior da cobertura também é em gesso cartonado. Os módulos quando finalizados apresentam-se nos seguintes aspetos:



Figura 13 - Casa T2 Fabricada Pela S.I.T.



Fonte: AboutSIT.com



Figura 14 - Casa T2 Com Maiores Dimensões Fabricada Pela S.I.T.



Fonte: AboutSIT.com

As principais vantagens que a S.I.T apresenta são:

1. Orçamento Exatos.
2. Possibilidade de acréscimos de módulos.
3. Rapidez em fase de construção.
4. Facilidade no transporte dos módulos.
5. Durabilidade e resistência dos materiais utilizados.

### 1.3.3 *Ibermódulo*.

A *Ibermódulo*<sup>12</sup>, empresa portuguesa, utiliza de módulos pré-fabricados que são adaptáveis às funções a que são destinados, são produzidos totalmente em fábrica e dimensionados de acordo com os padrões da empresa, podendo ser ajustados em casos específicos. Esta solução em pré-fabricado torna os módulos mais versáteis, em termos da qualidade dos materiais, e a nível funcional pela rapidez na montagem e desmontagem da construção.

Estão disponíveis diferentes séries de módulos que se distinguem pelos materiais que os compõem, custos e nível de conforto. No entanto, foram seleccionadas duas séries destes módulos para análise e investigação que são a Série MO a Série ME.

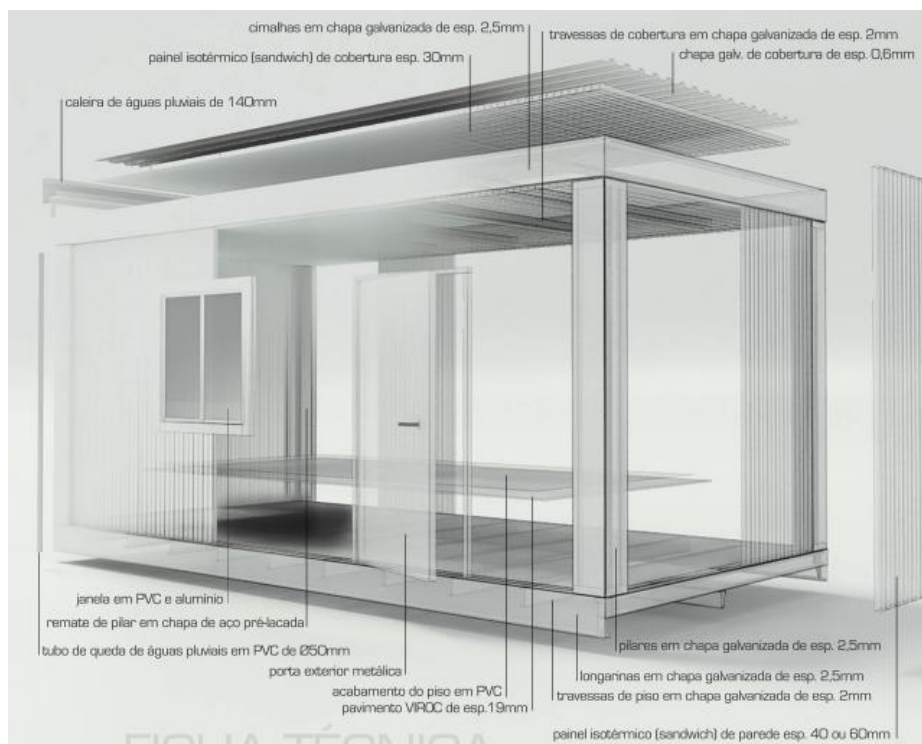


Figura 15 - Modulo Serie MO Base *Ibermódulo*.

Fonte: Ibermódulo.pt

A Série MO é o modulo base tendo dimensões de 2,00m x 4,00m x 2,00m, onde a estrutura é em perfis metálicos de aço galvanizado enformados a frio, concebido para suportar a instalação até três níveis, é composto por um chassi no piso e chassi na cobertura ligados por pilares metálicos de espessura de 2,5mm nos quatro cantos. O pavimento é constituído por

<sup>12</sup> IberModulo. (n.d.). Produtos: Evolução. Recuperado de <https://ibermodulo.pt/produtos/#evolucao>

placas de aglomerado hidrófugo composto por partículas de madeira e resinas fenólicas ou placas de aglomerado de cimento em partículas de madeira, assentados sobre a travessa metálica com revestimento PVC de alta densidade.

A cobertura é em chapa de aço galvanizada nervurada, o teto, no interior do módulo, é em painel sanduiche com isolamento térmico constituído por uma espuma rígida de poliuretano com espessura de 30mm. As paredes interiores e exteriores são em painéis do tipo sanduiche também com isolamento térmico em espuma rígida de poliuretano com 40 ou 60mm de espessura. No interior do módulo as paredes e teto falso são em gesso laminado. E por conta desse sistema ser todo pré-fabricado as instalações sanitárias e elétricas são facilmente inseridas.

Para a Série ME é descrita pela empresa como a evolução do módulo base, sendo mais confortável a nível de isolamento térmico e acústico, a diferença entre as duas séries acontece em alguns materiais, porém a base estrutural é a mesma.

A cobertura dispõe de um melhor isolamento composto por lã mineral natural com barreira a vapor, no interior o teto é em lâmina de aço lisas pré-lacadas. A fachada exterior é em painéis Viroc ventilados, juntamente com o piso que tem espessura 19mm em Viroc, o acabamento é em PVC, as paredes interiores são em gesso laminado e pintado. As caixilharias das janelas são em PVC ou alumínio com vidro simples ou duplo em disposição da escolha do indivíduo interessado.



Figura 16 - Modulo Serie ME evolução Detalhamento Construtivo.

Fonte: Ibermodulo.pt



Figura 17 - Exemplo do Uso dos Módulos - Escola Campo de Flores - Monte da Caparica.

Fonte: Ibermodulo.pt

Podemos assim dizer que estes tipos de sistemas construtivos são eficientes e práticos ao privilegiarem os componentes modulares, fornecendo vantagens económicas para as construtoras, indústrias da pré-fabricação e por fim para o cliente final.

De forma rápida e produzida com materiais de alta qualidade, as residências planeadas com estes sistemas construtivos apresentam um alto nível de precisão, por serem feitas em ambientes controlados longe das intempéries do climáticas e de problemas nos canteiros de obra, resultando em estruturas mais estáveis.

A evolução dos materiais e dos elementos que compõem os edifícios e residências tem sido contínua. Atualmente alguns desses componentes são feitos de materiais reciclados, permitindo ainda maiores ganhos em relação a este tipo de sistema. De modo geral, as construções modulares pré-fabricadas são eficientes e promissoras para combater o déficit de habitações de qualidade para um publico mais vulnerável, como também são soluções viáveis para novos edifícios que procuram diminuir a pegada de carbono e melhorar a eficiência energética com o uso de isolamentos térmicos de qualidade, janelas de vidros duplos e um sistema de aquecimento eficiente. Isso reduz os resíduos gerados e o impacto ambiental que a demolição do edifício pode provocar.

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.

A implementação dessas novas soluções construtivas é fundamental para enfrentar os problemas climáticos e promover a sustentabilidade nas indústrias da construção.

## Capítulo 2 - Casos de Estudos.

### 2.1 Edifício de Habitação Social – *Neamausus 1*.



Figura 18 - Vista Aérea do Projeto *Neamausus*.

Fonte: Google earth.

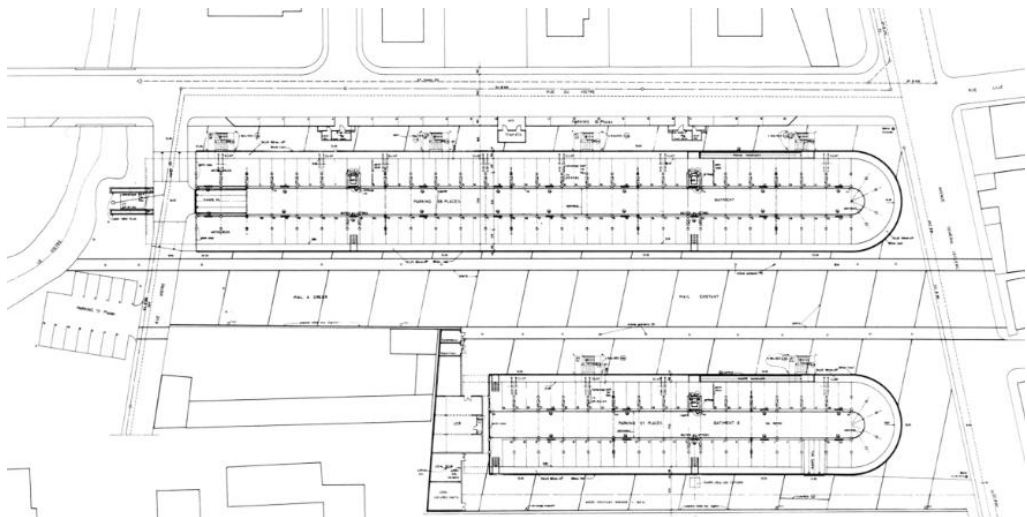


Figura 19 - Planta do Conjunto *Neamausus*.

Fonte: atlasofplaces.com

O arquiteto Jean Nouvel foi o autor do projeto *Neamausus 1*, um projeto de habitação social construída na cidade de Nîmes, na França. O pedido veio por parte do ministério da

habitação e território da cidade de Nimes, tendo a sua construção iniciado em 1985 e concluído em 1987. Faço uso da sua ideia neste trabalho, por conta da utilização de materiais feitos pelas indústrias da época, como escadas internas e externas, portas externas e portas internas, varandas, *decks* de serralharia e paredes internas.

Os princípios adotados pelo arquiteto para este projeto foram a qualidade no *layout* interno, flexibilidade e o baixo custo. Cada apartamento foi projetado para ser utilizado na sua totalidade, minimizando os espaços comuns, como corredores e escadas fixas, proporcionando um ambiente interno livre para melhor circulação de ventilação natural (fator importante tendo em conta o clima mediterrânico), oferecendo liberdade aos moradores de escolher como será a disposição de cada ambiente.

As tipologias dos módulos são entre T1, “*duplex*” T2, e “*triplex*” T3 tendo como medida base aberta de 60m<sup>2</sup> que contempla cozinha, sala de estar e casa de banho, não havendo separação entre a cozinha e sala de estar integrando-as em apenas um ambiente, com a possibilidade de ampliar o espaço interno com a varanda externa que se integra muito bem aos módulos, ao todo são 114 unidades habitacionais divididas pelos dois blocos. A sua estrutura base é em concreto armado de baixa densidade, como as paredes auto-portantes e os pilares do rés de chão.

Este é um exemplo do bom uso dos sistemas modulares e pré-fabricados disponíveis na época, a conceção do arquiteto para o projeto foi essencial para as tipologias habitacionais sociais. Por um lado a qualidade dos espaços interiores é um dos aspetos a mencionar, por esta não ter sido afetada pela inclusão de elementos pré-fabricados e modulares, utilizados pela indústria em massa.

Por outro lado, estas escolhas permitiram a flexibilidade dos layouts internos das unidades habitacionais, um fator que viabiliza a economia da construção, por permitir o uso de um layout livre com paredes auto-portantes, economizando em paredes divisórias internas, reduzindo o custo da construção, decorrente dos materiais pré-fabricados e da técnica construtiva, promovendo uma redução de custos global da obra e uma melhor integração das pessoas de baixa renda no meio urbano.

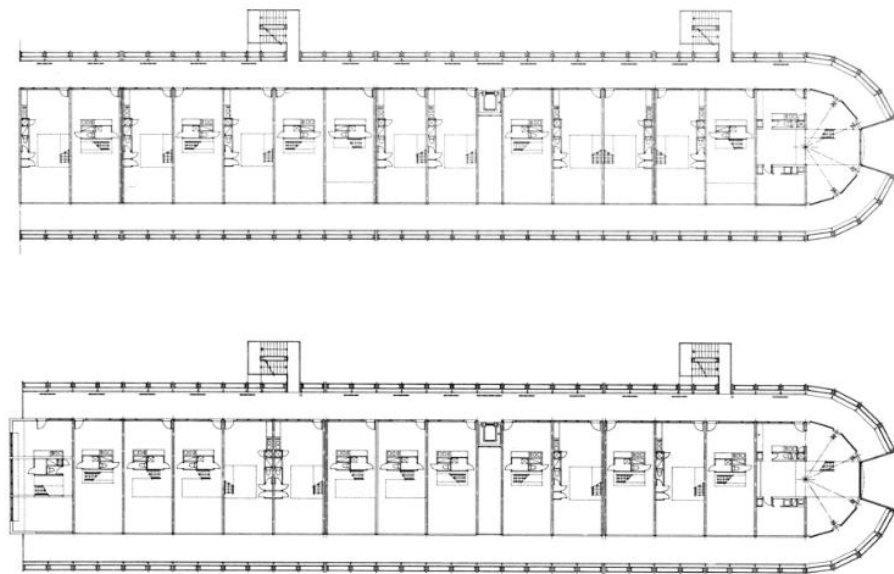


Figura 20 - Planta Piso tipo das Unidades Habitacionais.

Fonte: atlasofplaces.com

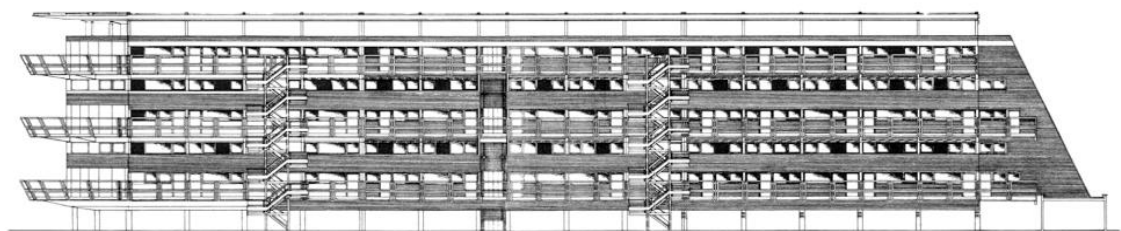


Figura 21 - Alçados Tipo do Projeto Neamaus. .

Fonte: atlasofplaces.com

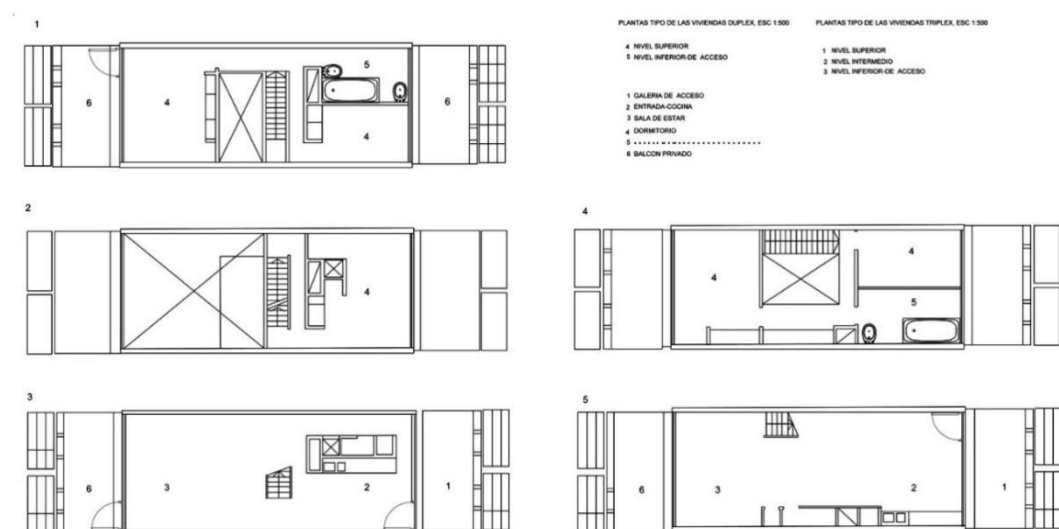


Figura 22 - Plantas da Unidade do Projeto *Neamaus*.

Fonte: atlasofplaces.com

Victor Santos Lima.  
A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.



Figura 23 - Alçado Frontal e Alçado Lateral.

Fonte: atlasofplaces.com



Figura 24 - Imagem Interna das Unidades.

Fonte: atlasofplaces.com

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.

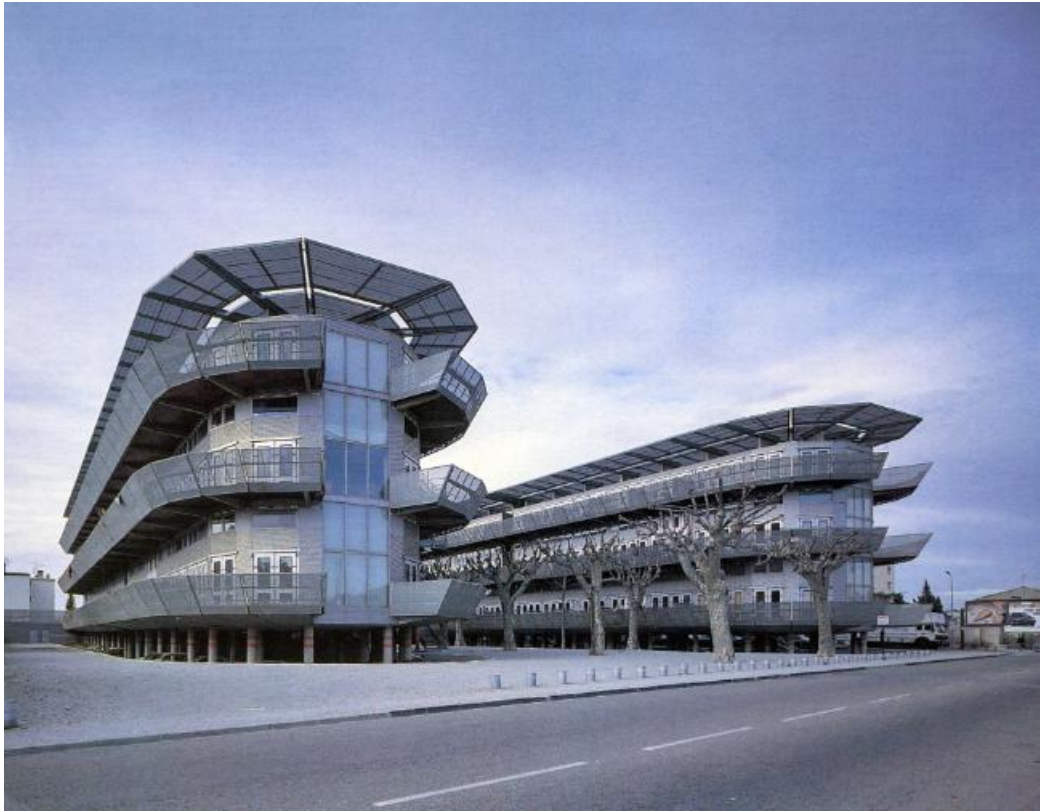


Figura 25 - Imagem do Projeto *Neomausus* concluído.

Fonte: atlasofplaces.com

## 2.2 Habitação Coletiva – *Eindhoven*, Holanda.



Figura 26 - Residência Universitária de Eindhoven.

Fonte: Archdaily.com

Com um grande número de estudantes interessados em fazer “*Erasmus*”<sup>13</sup> nos Países Baixos, mais especificamente na Holanda, a universidade de Tecnologia de Eindhoven desenvolve um plano urbano para o campus, junto com os ateliers *Office Winhov*, *Office haratori*, e os *BDG Architecten*, pretendendo com isso a criação de residências coletivas para estes estudantes e pesquisadores estrangeiros. O edifício tem a sua parte estrutural modular racionalizada e simétrica seguindo o padrão regular dos edifícios do campus, com alçados contínuos de vidro e paredes de painéis de betão leve pré-fabricado.

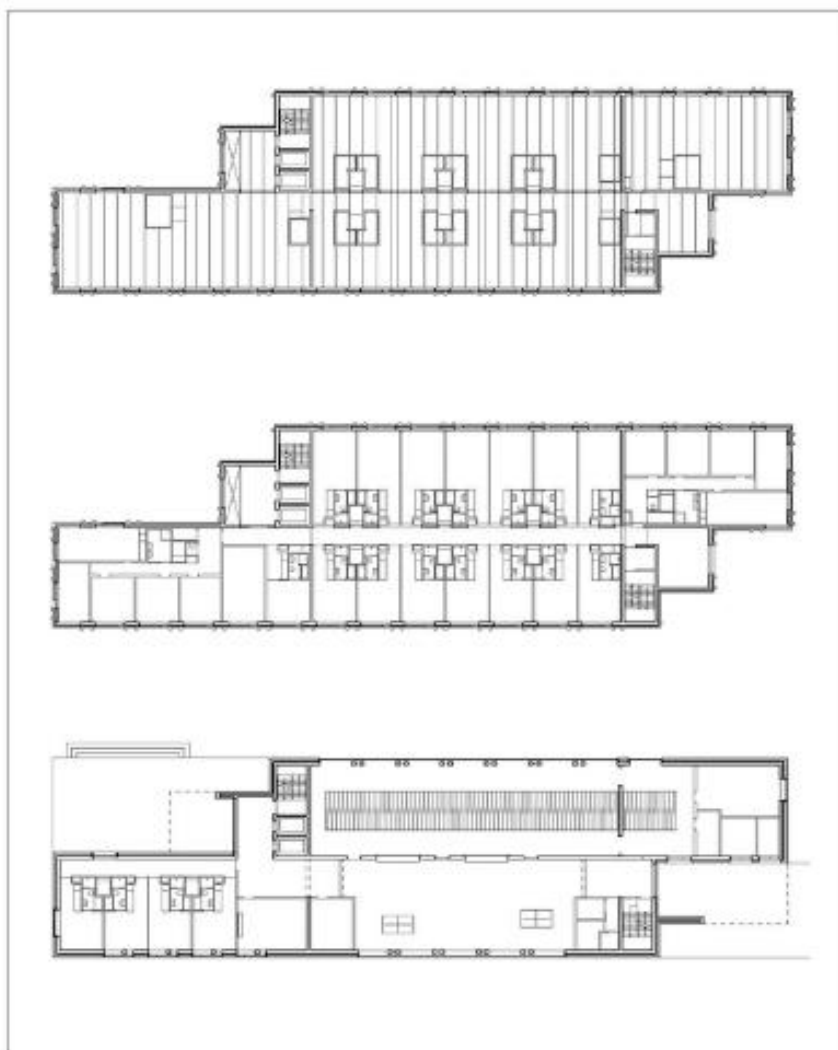


Figura 27 - Plantas de Pisos Tipo.

Fonte: Archdaily.com

Este edifício foi concluído em 2016 e ocupa um espaço de 12410m<sup>2</sup>, foi totalmente construído com técnicas construtivas modulares e pré-fabricados, os alçados autoportantes são feitos de

<sup>13</sup> *European Region Action Scheme for the Mobility of University Students*, ERASMUS. É um plano de gestão de diversas administrações públicas, que apoia e facilita a mobilidade académica dos professores e estudantes universitários para o mundo inteiro.

elementos em painéis sanduiche de betão, a estrutura é feita de vigas e pilares de aço, a parte frontal das paredes exteriores são polidas dando mais contraste para a divisão das unidades, deixando a grelha estrutural em destaque na composição dos alçados. Com a utilização de elementos pré-fabricados como os pisos, casas de banho, paredes e a própria estrutura do edifício possibilitam a sua construção rapidamente.

A organização do edifício divide-se a partir do corredor central, o edifício tem um formato de retangular que promove uma articulação regular das unidades habitacionais o que também atribui ao edifício uma expressão e um aspeto assimétrico e dinâmico. Em cada piso que é destinado a habitação são distribuídas 15 unidades, mais uma área coletiva ao ar livre virada ao sul com vista para o campus. Os arquitetos desenvolveram estas áreas coletivas para serem espaços de vivência, atividades e reunião dos residentes dando a este ambiente um grande dimensionamento.

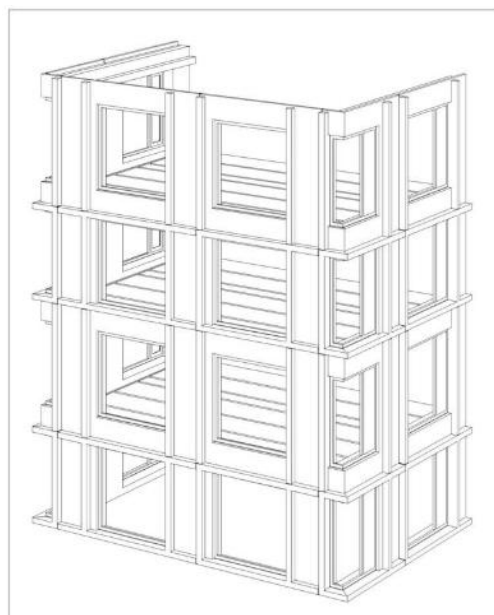
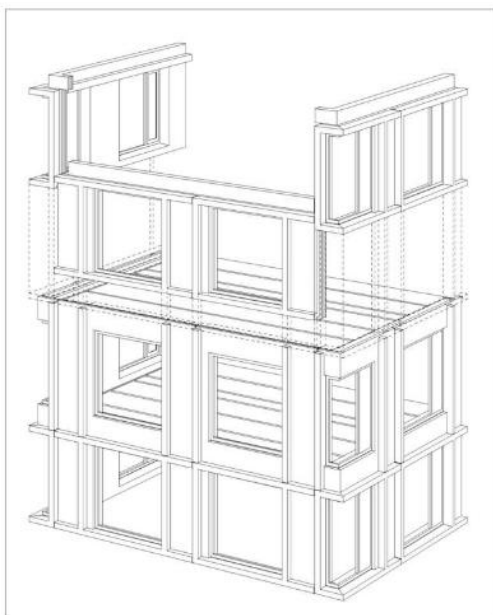


Figura 28 - Diagrama de Montagem dos Componentes pré-fabricados.

Fonte: Archdaily.com

A circulação vertical interliga todas as áreas, desde o piso térreo aos pisos das unidades e áreas coletivas, esta ligação cria uma sequência de espaços que se estendem ao longo do edifício, conferindo ao projeto mais de uma funcionalidade e ao campus um maior fluxo de estudantes e vivacidade.

Este projeto é um bom exemplo de coordenação modular, do uso dos sistemas modulares e pré-fabricados. A utilização das técnicas dos sistemas modulares agregados com a pré-fabricação dos materiais viabilizou a construção, em termos de flexibilidade, qualidade, tempo e da economia. Devido a industrialização dos processos construtivos, o custo das matérias-primas é menor por conta da massificação dos produtos e a qualidade dos elementos produzidos é maior, da mesma forma conseguindo minimizar as falhas de produção, que por seguinte agiliza o processo de montagem do edifício.



Figura 29 - Montagem do Edifício.

Fonte: Archdaily.com

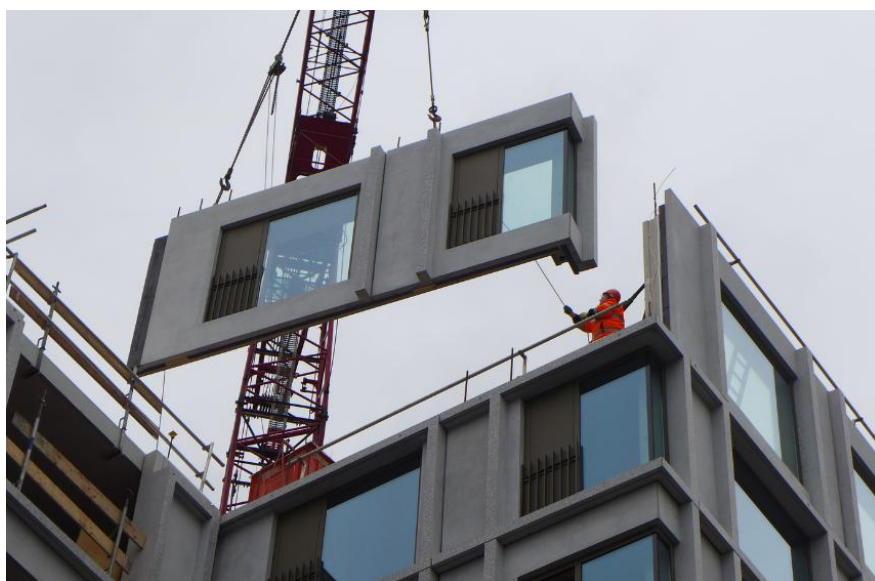


Figura 30 - Montagem das Fachada do Edifício.

Fonte: Archdaily.com

## Capítulo 3 – Projeto de Arquitetura.

### 3.1 Introdução.

O desenvolvimento deste capítulo tem como finalidade propor um projeto para construção de um edifício modular e de elementos pré-fabricados, como resposta às necessidades de estudantes universitários, nómadas digitais, e outro tipo de população que tem dificuldade em aceder a habitação de qualidade. O local escolhido localiza-se na freguesia do Monte da Caparica, no Município de Almada, e situa-se na Avenida Timor Lorosae, próximo da Universidade FCT Nova de Ciências e Tecnologias e de alguns bairros residenciais. O terreno tem uma área de 12.944m<sup>2</sup>, com uma área bruta de construção de 9.740m<sup>2</sup> e a área dos blocos habitacionais de 3.204m<sup>2</sup>.

A proposta são edifícios de habitação coletiva utilizando o conceito de “*Co-living*”<sup>14</sup>, respondendo a uma procura por parte do público, que é muito superior à oferta existente, e ainda com a finalidade de responder à pouca oferta de pequenas áreas de comércio nas proximidades do local de implantação do projeto.

O projeto propõe assim vários espaços para comércio de vendas de primeira necessidade, como lavandaria, cafetaria, farmácia e restauração, associados ao programa de habitação, mas não exclusivos a este.

Os edifícios foram projetados para terem ambientes comuns onde os estudantes e trabalhadores podem trabalhar remotamente, conviver e interagir entre eles, como também usufruir de espaços específicos para uso de computador, áreas de reuniões e espaços de estudo.

Para a comunidade mais jovem da população, para quem tende a mudar de local de trabalho com mais frequência, para quem pretende apenas passar parte do ano num lugar específico, a possibilidade de viver neste tipo de habitações “*co-living*” permite benefícios diversos, que passamos a identificar:

**Flexibilidade:** A flexibilidade de uma moradia “*co-living*” resulta da duração de tempo do arrendamento, como também na possibilidade de trocar de unidade de semestre para

---

<sup>14</sup> “*Co-Living*” – Modelo de habitação compartilhada entre indivíduos, que procuram uma moradia alternativa para reduzir custos, compartilhando espaços comuns e vivendo de forma colaborativa.

semestre. Isso pode ser útil para pessoas que não desejam se comprometer com um contrato de locação a longo prazo.

**Custo-benefício:** Promovem preços mais acessíveis se comparados aos dos apartamento convencionais, sendo as despesas de áreas comuns compartilhadas e divididas pelos moradores, diminuindo a taxa de pagamento desses serviços de condomínio como manutenção de áreas comuns, água, eletricidade resultando num custo individual menor.

**Comunidade:** Uma das principais ideias do “*co-living*” é criar uma forte relação de comunidade entre os moradores. Ajudando a combater o isolamento social e a sensação de solidão.

**Oportunidades de “*networking*”:** Viver o estilo de vida do “*Co-living*” pode ser interessante para construir novas relações de “*networking*” e colaboração com diferentes pessoas e profissões.

### 3.2 Localização.



Figura 31 - Conexões Lisboa e Local de Intervenção.

Fonte: Autoria própria.

Como já foi referido, o terreno localiza-se na Freguesia do Monte da Caparica (Figura 33) numa zona ainda em processo de desenvolvimento urbano, onde podemos identificar a

A localização é ainda bastante bem servida de infraestruturas de transportes públicos, incluindo a linha do metro de superfície, e várias linhas de autocarro que ligam a zona à cidade de Lisboa e Almada, e também até às praias da Caparica (figuras 34 e 35).



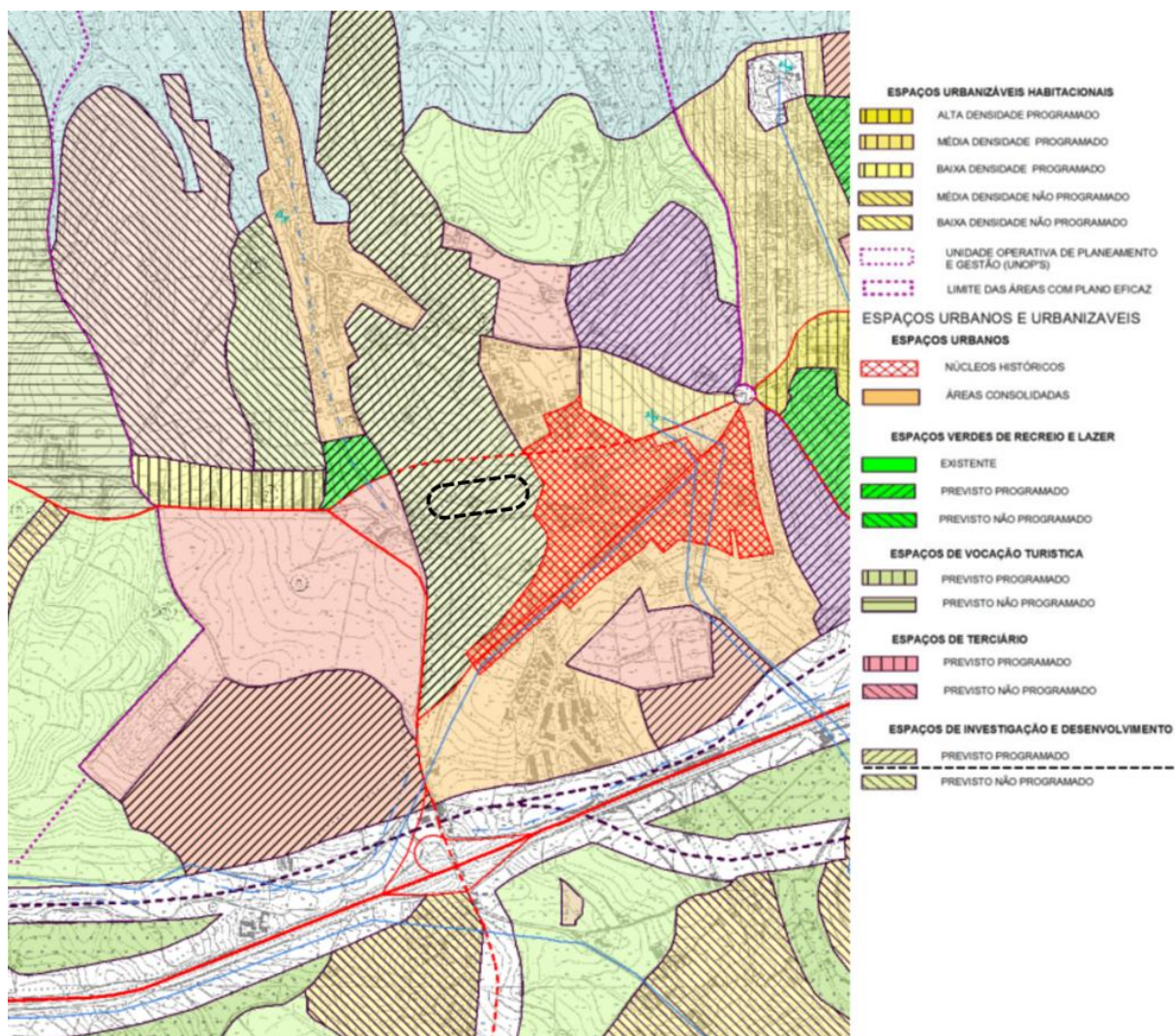


Figura 34 – Plano Diretor Municipal.

Fonte: cm-almada.pt.

Para a localização do terreno de implantação do projeto o Plano Diretor Municipal de Almada junto com a aprovação do Plano Regional de Ordenamento Territorial da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML) enfatiza a potencialidade da criação de novas áreas urbanas e a implementação de áreas de investigação e desenvolvimento do território ao longo do eixo Monte da Caparica e Almada, à via de acesso ao Porto Brandão e a Universidade FCT-NOVA, destacando-o como previsto programado. “O município deverá consolidar a sua centralidade metropolitana, assumindo claramente o seu papel no contexto regional, nacional e internacional, e afirmar a sua especialidade ao nível do turismo e do lazer, da Investigação, Inovação e Tecnologia enquanto Centro Universitário.” (Esta proposta é delineada com base nos artigos 118 a 120, 123 e 125 do Decreto-lei 2/2011, de 6 de janeiro).

### 3.3 Análise SWOT e TOWS do Local.



Figura 35 - Análise "SWOT e TOWS".

Fonte: Autoria própria.

No decorrer da investigação sobre os planos da freguesia para o local de intervenção, identificou-se o plano para a Almada, Monte da Caparica e Porto Brandão intitulado “*Innovation District*”, que propõe uma nova área metropolitana perto de Lisboa, com o intuito de ser possível captar investimentos e empresas das áreas científicas. Como relata a jornalista Cardoso, F. (2021) <sup>15</sup>“Partindo do conceito “*live-work-play*”, o projeto quer criar uma cidade, assente na inovação, sustentabilidade e qualidade de vida e ecologicamente irrepreensível”, afirmou a presidente da Câmara Municipal de Almada (CMA). Tendo a Universidade Nova de Lisboa (UNL), em particular a FCT-NOVA, como seu ponto de partida e motor, o projeto engloba uma área de 399 hectares, na qual se incluem o campus desta faculdade, no Monte da Caparica e em Porto Brandão”. Tirando partido deste conceito, a proposta tem a intenção de combinar áreas residenciais, e empresas que pretendem desenvolver novos polos de conhecimento nas áreas das tecnologias e no turismo.

<sup>15</sup> Smart Cities PT. (2021,18 de março). Innovation District Almada. Recuperado de <https://smart-cities.pt/noticias/innovation-district-almada-1803/>

O plano “*Innovation District*” conta com “a criação de 250 mil metros quadrados de atividades económicas, que deverão resultar em 17 mil postos de trabalho, e ainda a construção de 1000 novos fogos habitacionais para receber os 4500 novos habitantes que o projeto estima atrair. O turismo não foi esquecido, estando destinados 86 mil metros quadrados ao sector, assim como as áreas verdes, que deverão ocupar 110 hectares, incluindo parques urbanos e a recuperação das vinhas de Almada.” Cardoso, F. (2021).



Figura 36 - Plano “*Innovation District*”.

Fonte: “Smart-Cities”

### 3.4 O Projeto de Arquitetura.



Figura 37 - Local de Intervenção. ↙

Fonte: Autoria própria.

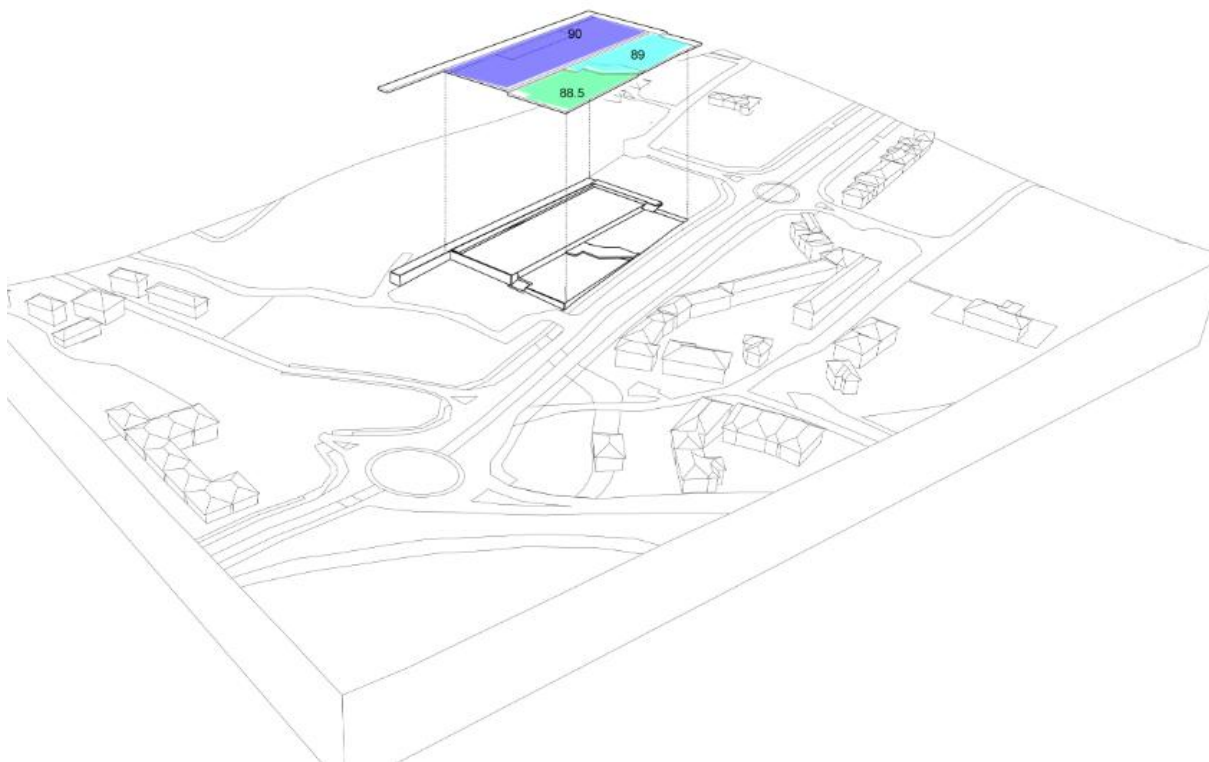


Figura 40 - Diagrama de Implantação Topográfica.

Fonte: Autoria própria.

Após realizar as análises e visitas ao local verificou-se que a topografia original do terreno tem um declive do lado Sul para o Norte de oito metros e meio, pelo que o primeiro exercício do projeto envolveu a implantação da construção em três níveis altimétricos, que assume a topografia natural do terreno. Assim os edifícios serão implantados nos três níveis topográficos, à cota 88,50, 89.00 e 90.00, como é possível observar na figura 39 e 40.

A estrutura base de cada edifício do conjunto do projeto surge através da conceção da malha estrutural de 3 m x 6 m, foram escolhidas as três seguintes tipologias para o projeto.

Uma tipologia apresenta o T0 individual, a segunda T0 compartilhada, sendo que a terceira refere-se às tipologias em Loft, ao todo são 184 unidades com 18 m<sup>2</sup> de base.

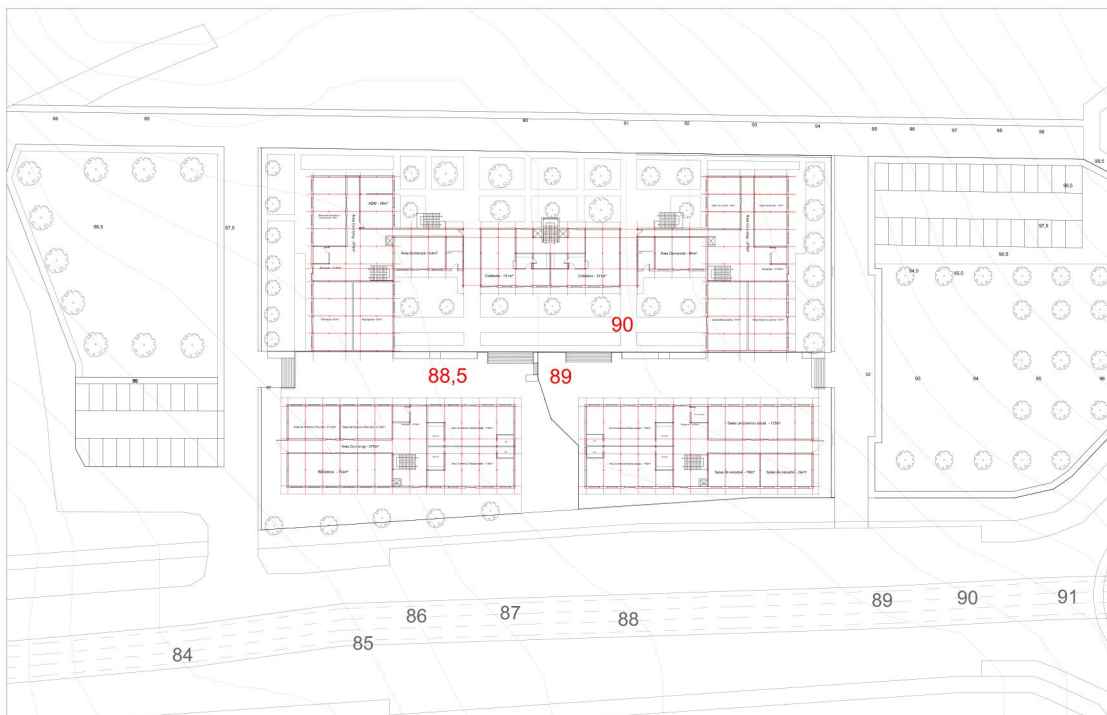


Figura 41- Malha estrutural 1/500. ↵

Fonte: Autoria própria.

Numa tentativa de ocupação do terreno mais eficaz, este foi dividido em áreas de habitação, lazer e comércio, permitindo a possibilidade de uso e gestão por parte dos habitantes do conjunto habitacional. As áreas não habitacionais pretendem ainda dar uso e qualidade ao espaço urbano e atrair outros grupos de cidadãos ao local. Nas extremidades do complexo habitacional foram planeadas áreas de espaços verdes para uma melhor qualidade de vida dos residentes, e duas áreas de estacionamento de carros, no canto superior e outra no canto inferior.

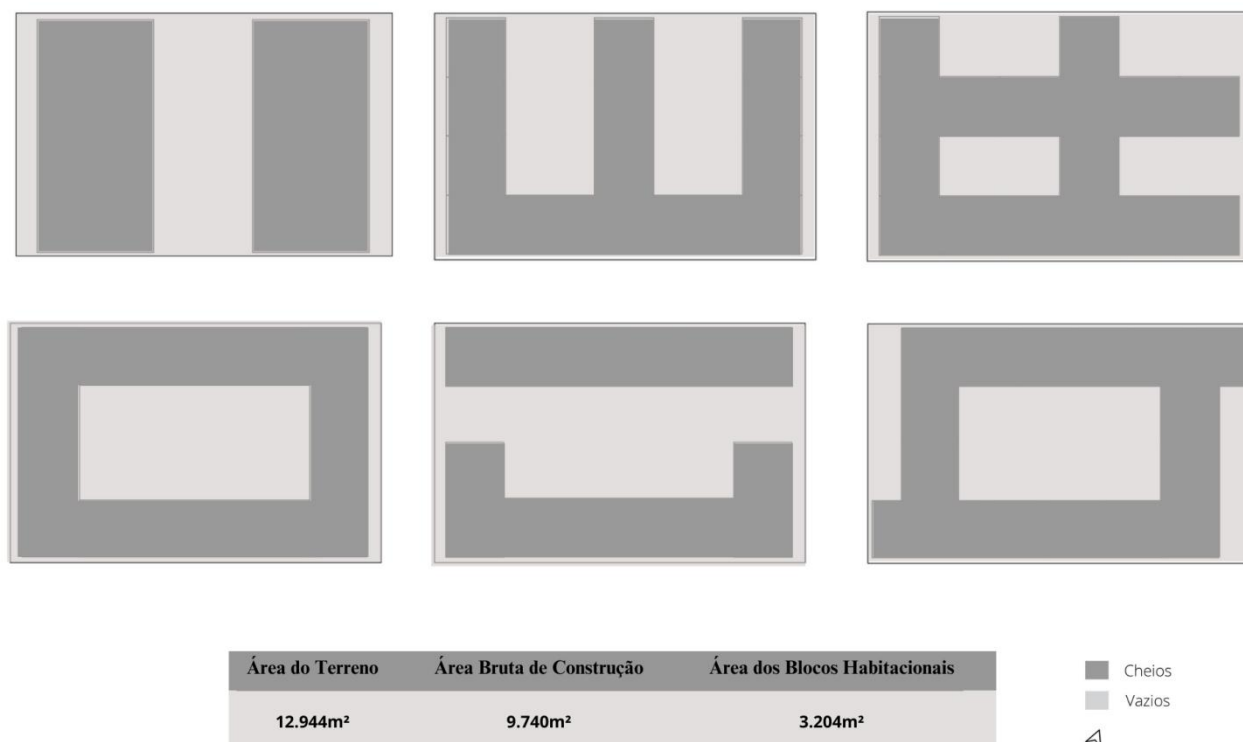


Figura 42 - Diagramas de Ocupação do Terreno.

Fonte: Autoria própria.

### 3.4.1 Organização Interna.

A organização espacial interna das tipologias foi planeada para que tivessem organizações interiores distintas, algumas com a utilização de uma varanda pré-fabricada que se agarra à fachada do edifício, outras com varandas internas e compartilhadas. como se pode observar nas figuras 49 á 53.

As unidades habitacionais foram idealizadas para que o residente tenha seu espaço pessoal e onde as necessidades diárias são resolvidas com qualidade. Elas são equipadas com piso laminado de madeira, casa de banho privativa com duche, lavatório e sanita, armários, camas com dimensões convencionais e cozinha com fogão elétrico (*'cooktop'* de indução), lavatório e uma pequena bancada de suporte.

Os blocos habitacionais foram desenvolvidos para que os moradores tenham conforto em seus espaços pessoais, mas com a possibilidade de se reunirem em ambientes compartilhados, como a cozinha em cada piso, onde possam interagir e criar relações amigáveis ou de trabalho.

Acreditamos que esta mistura de funcionalidades das áreas comuns e das tipologias dos módulos de apartamentos, é favorável para os estudantes e nómadas digitais, com o propósito de proporcionar qualidade de vida e saúde mental, levando a um melhor desempenho nos estudos e no trabalho.

A organização dos “*layouts*” internos (Figuras 54 à 58) das unidades são diferentes para que haja mais de uma opção para os indivíduos, e para não haver separações entre as unidades de alto custo e as de renda mais acessível, cada piso dos blocos habitacionais contém as três organizações e tipologias, com uma cozinha compartilhada.

### 3.4.2 A materialidade da proposta.

Para a conceção estrutural dos edifícios foi planeado a utilização do aço estrutural, com intuito de ser menos prejudicial ao meio ambiente e para pôr em prática os estudos citados nos capítulos anteriores. A viabilidade do aço permite-nos ter uma melhor organização em fase de obra, sua pré-fabricação garante mais segurança e menos desperdício, a utilização do aço promove construções com amplo controle de segurança, com rapidez e precisão no controle dos custos da estrutura, e atualmente constata-se uma maior aplicação do uso de estruturas metálicas na construção de edifícios habitacionais. Atualmente a sua forma de produção e desenvolvimento são de alta qualidade e tecnologia para o melhor funcionamento do aço estrutural.

A este sistema estrutural modular pré-fabricado são adicionados outros componentes como as paredes no térreo em painéis sanduiche com isolamento térmico, paredes divisórias de unidades em Light Steel Framing (LSF), paredes da fachada nos pisos superiores em painéis sanduiche ‘Qbiss One’<sup>16</sup>, pré-fabricados e lajes colaborantes em betão armado.

Os painéis sanduiche Qbis One são compostos por duas camadas externas de metal e uma camada interna de isolamento térmico em lã de rocha não inflamável. Quando utilizado nas fachadas do edifício, os painéis sanduiche oferecem diversas vantagens, tais como:

---

<sup>16</sup> “Qbiss One” – empresa que trabalha na Europa na construção de edifícios modulares com painéis sanduiche.

**Isolamento térmico:** Material usado é a lã de rocha não inflamável. Ajuda a manter a temperatura interna do edifício, reduzindo a necessidade de aquecimento e ar-condicionado, diminuindo os custos com energia.

**Durabilidade:** Este tipo de fachada composta por painéis sanduíches, são resistentes as intempéries climáticas, como granizo, ventos fortes e chuva torrenciais. São compostos por materiais que precisam de pouca manutenção, gerando uma maior durabilidade ao contribuir para redução dos custos operacionais e aumentando a rentabilidade.

**Facilidade de instalação:** Os painéis sanduíches são elementos pré-fabricados feitos em fábricas, significa que a instalação e montagem dos painéis são feitas no próprio local da obra, não havendo a necessidade de construção *in loco* das fachadas. Por outro lado, estes painéis são feitos para se encaixarem perfeitamente originando uma conexão segura entre os mesmos. Aliado a isto, são ainda painéis bastante leves quando comparados a outros materiais, o que dispensa a utilização de maquinário pesado e mão de obra especializada.

**Estética:** Os painéis sanduíches podem ser personalizados em uma ampla gama de cores e acabamentos, o que pode criar uma fachada atraente e moderna para o edifício. Permite a eliminação de acabamentos como pintura, revestimentos decorativos e texturas no local de instalação.

**Sustentabilidade:** Os painéis sanduíche podem ser vistos como uma opção sustentável, pois contribuem para a eficiência energética (por conta das suas camadas isolantes que permitem a redução do consumo de energia no aquecimento e refrigeração dos edifícios, reduzindo em última instância as emissões de gases de efeito estufa), permitem a utilização de materiais recicláveis (exemplos: aço, alumínio e poliuretano) que contribuem para uma economia circular e ao mesmo tempo são gerados menos resíduos, como referido antes, a durabilidade deste tipo de material promove a sustentabilidade ao longo prazo, e por último podemos ainda referir que os painéis sanduíche promovem a qualidade do ar interior (através do fornecimento de isolamento térmico/acústico e proteção contra quaisquer poluentes e alérgenos).

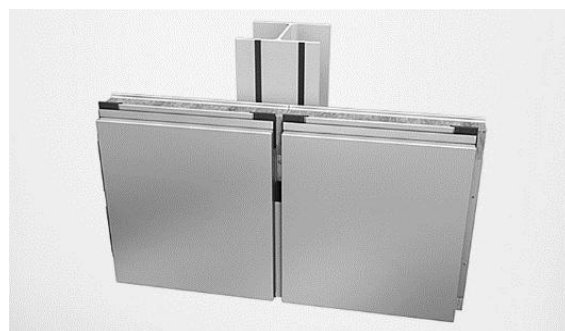
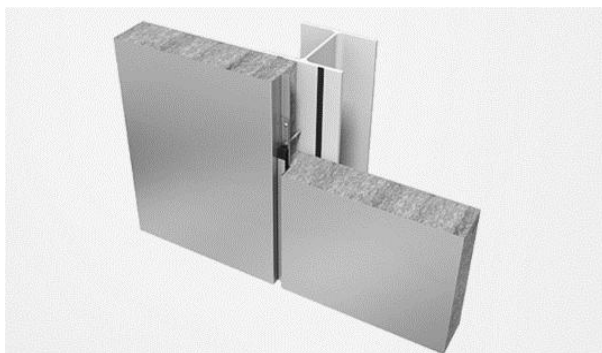


Figura 43 - Detalhe Painel Sanduiche da " Qbiss One".

Fonte: "Trimo-Group".

Para uma obra desta escala a estrutura de cada bloco habitacional levaria de quatro a seis meses para estar concluída, e podendo reduzir o tempo de construção do complexo inteiro se os blocos forem construídos simultaneamente. Ao reduzir o tempo estimado para finalização da obra, permite também que os custos com materiais extra e mão de obra também diminuam, proporcionando melhor custo-benefício.

A flexibilidade aplicada a este projeto arquitetónico surge no sistema construtivo modular e pré-fabricados adotado, onde a maioria das peças da estrutura em aço é fabricada e transportada para o local de implantação com as devidas especificações. Promovendo a flexibilidade também no momento da construção, com a facilidade das peças se encaixarem perfeitamente, formando-se o elemento planeado rapidamente e finalizando aquela etapa em menos tempo. Esta abordagem colabora para uma arquitetura mais sustentável e quando comparada à convencional (em alvenaria) demonstra ter maior potencial para agilizar os processos construtivos do projeto em questão.

### 3.4.3 Peças Desenhadas.

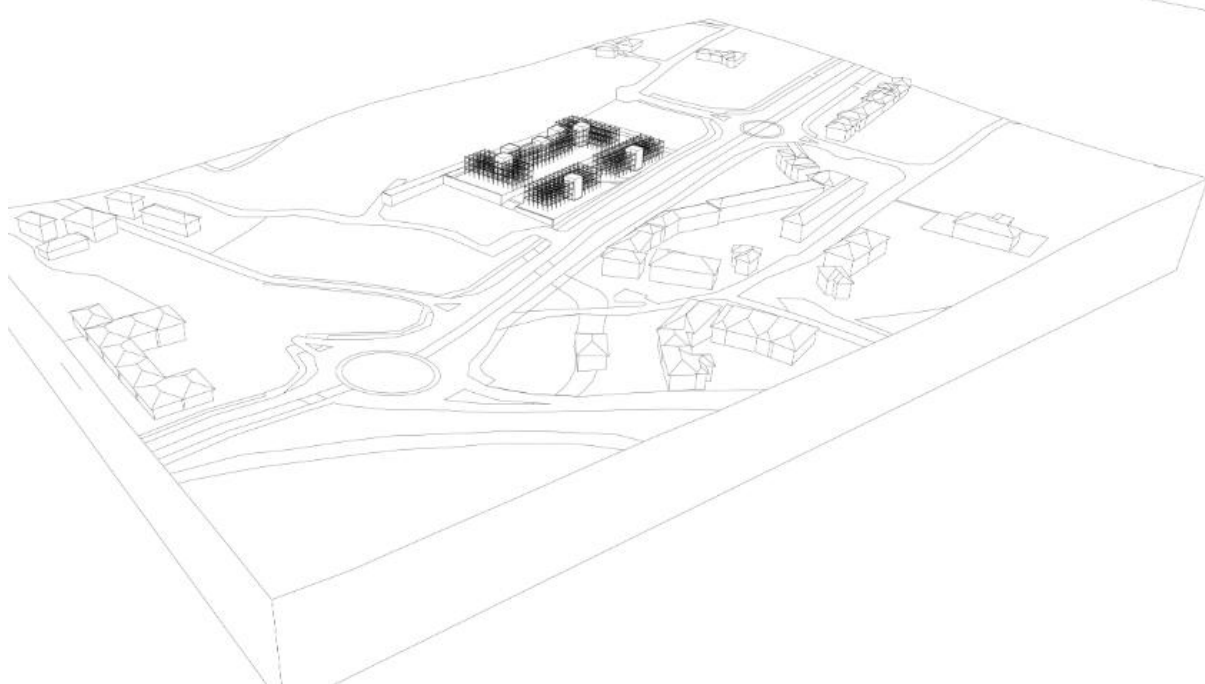


Figura 44 - Diagrama Volumétrico da Estrutura e Circulações Verticais.

Fonte: Autoria própria.

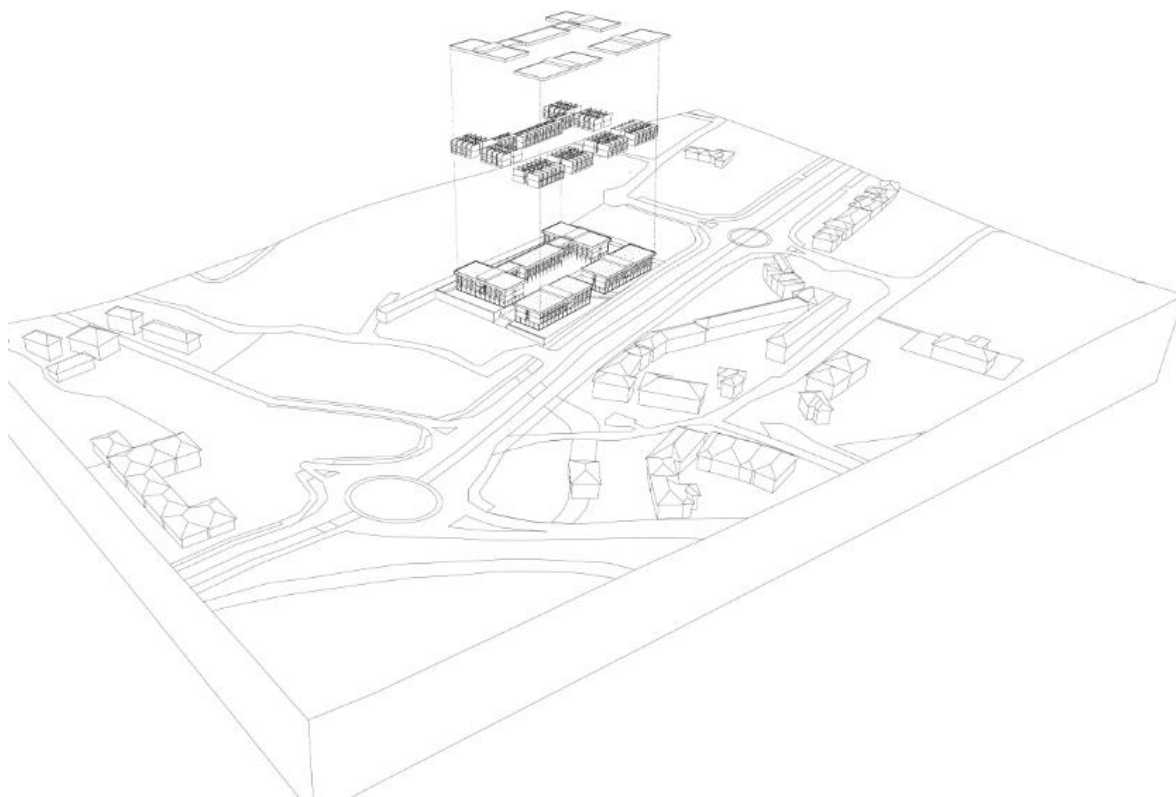


Figura 45 - Diagrama Expandido do Complexo Habitacional.

Fonte: Autoria própria.



Figura 46 – Planta de Localização 1/2000. ↙

Fonte: Autoria própria.

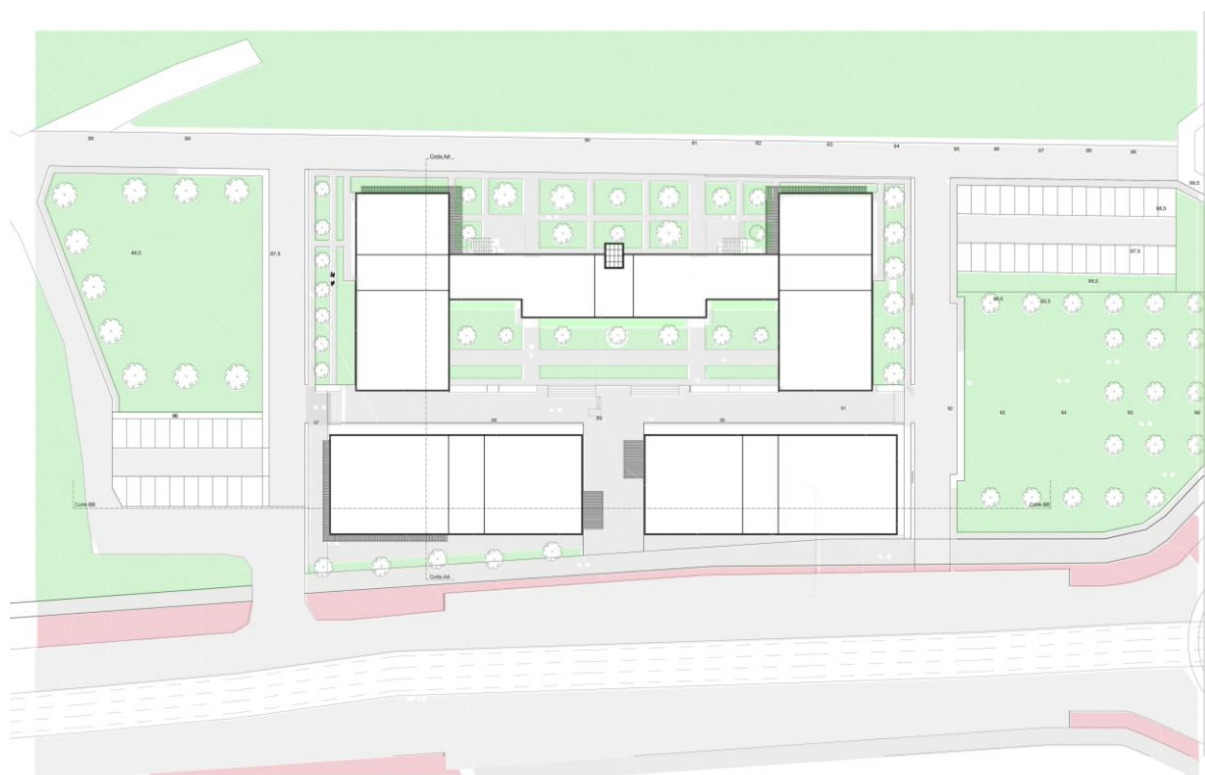


Figura 47 - Planta de Cobertura 1/500. ↙

Fonte: Autoria própria.

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.



Figura 48 - Planta de Programa Funcional Térreo 1/500. ↙

Fonte: Autoria própria.



Figura 49 - Planta Térreo 1/500. ↙

Fonte: Autoria própria.



Figura 50 - Planta de Setorização das Tipologias 1/500. ↙

Fonte: Autoria própria.



Figura 51 - Planta de Piso Tipo para Tipologias 1/500. ↙

Fonte: Autoria própria.

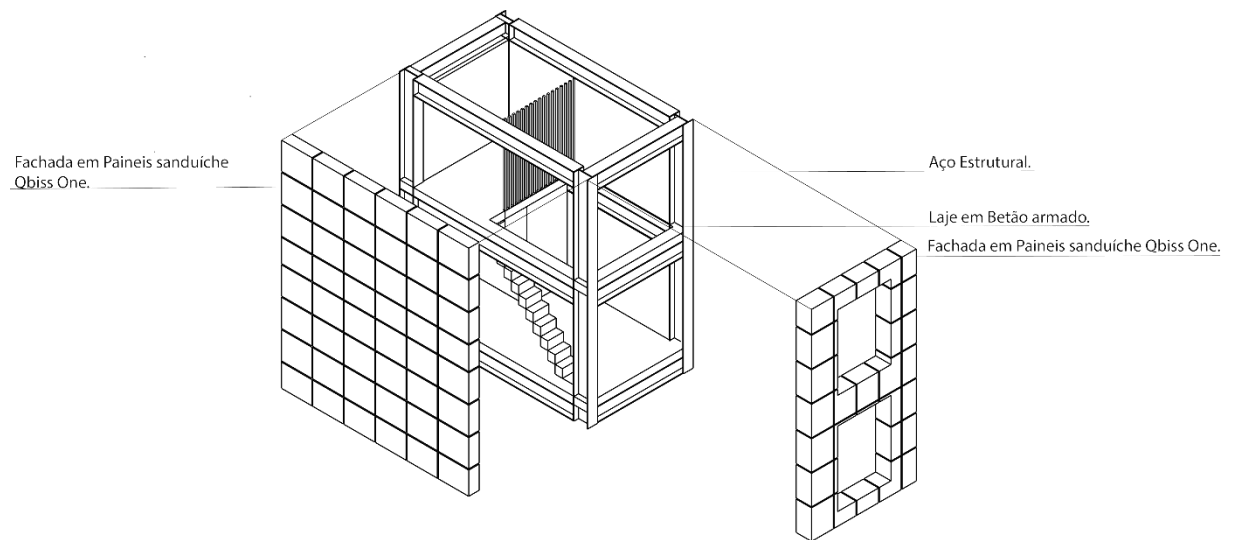


Figura 52 - Componentes Base para o Módulo.

Fonte: Autoria própria.

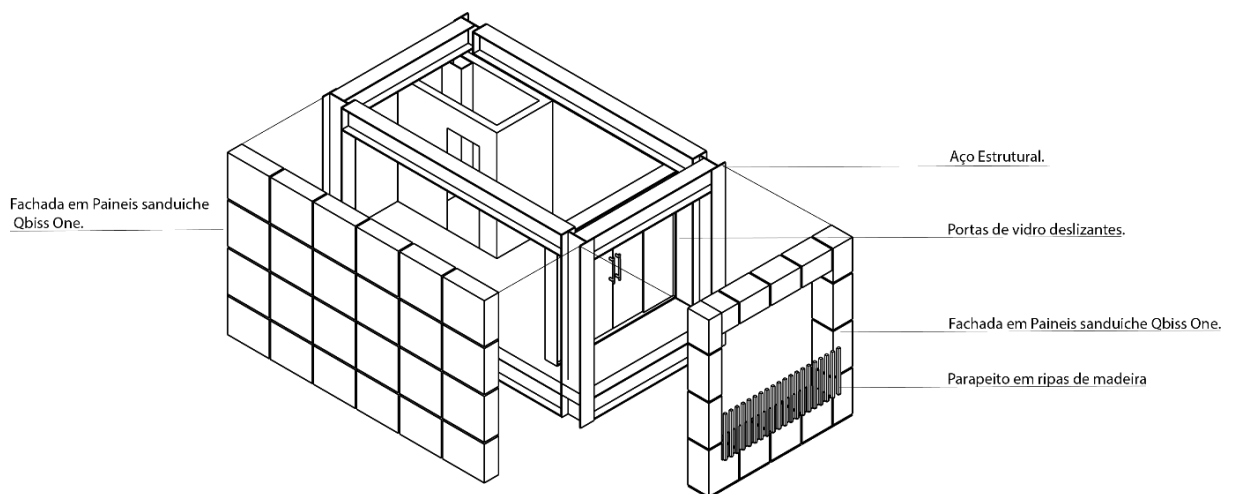


Figura 53 - Componentes Base para o Módulo.

Fonte: Autoria própria.

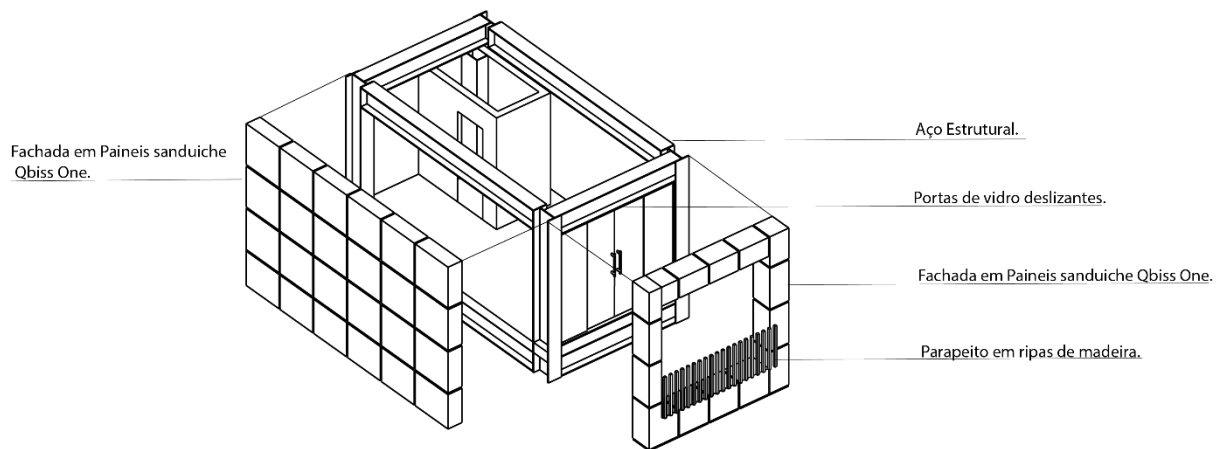


Figura 54 - Componentes Base para o Módulo.

Fonte: Autoria própria.

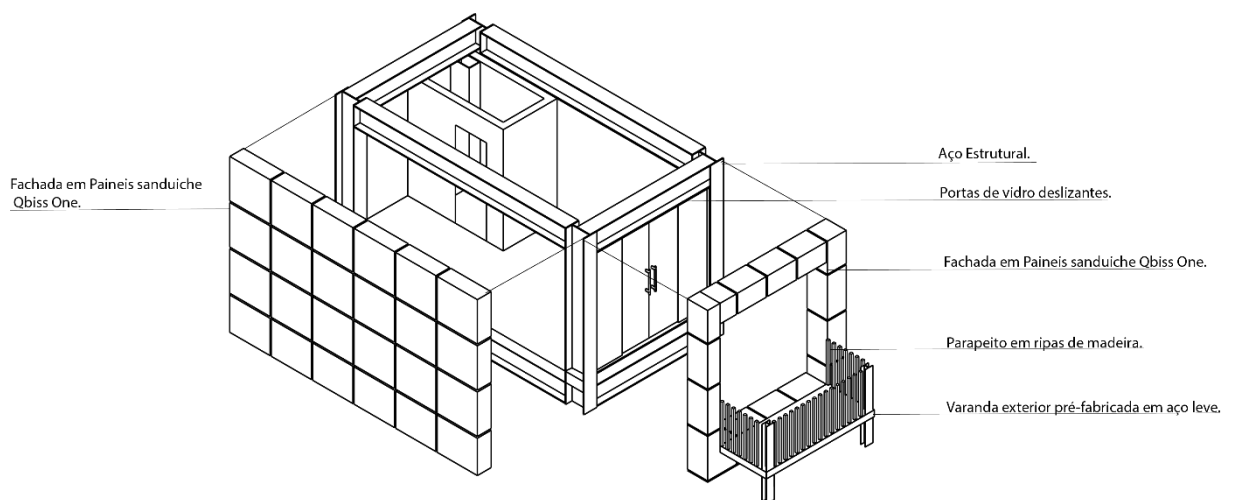


Figura 55 - Componentes Base para o Módulo.

Fonte: Autoria própria.

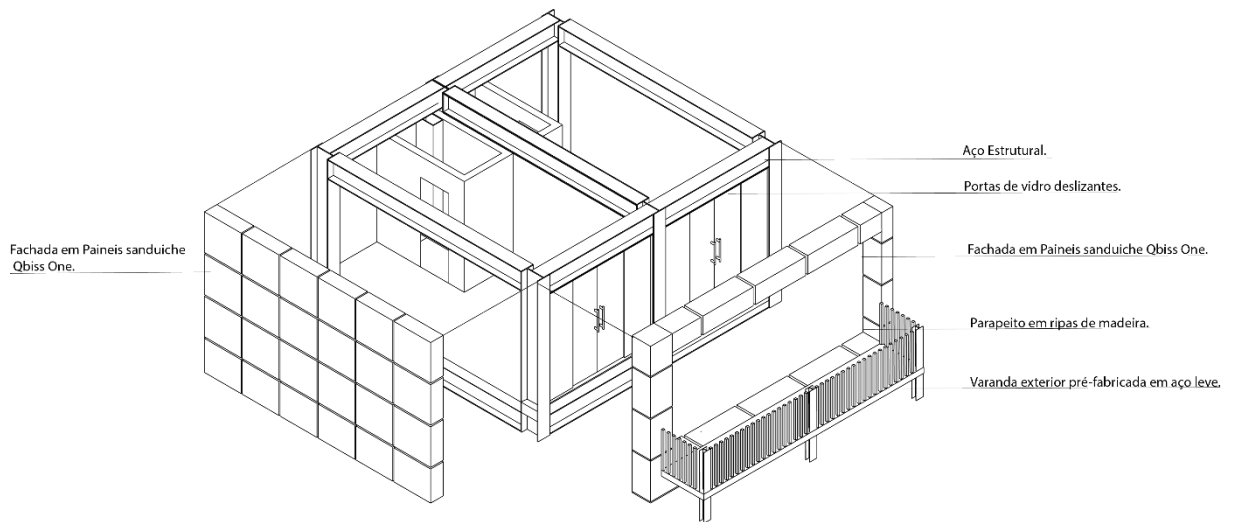


Figura 56 - Componentes Base para o Módulo.

Fonte: Autoria própria.

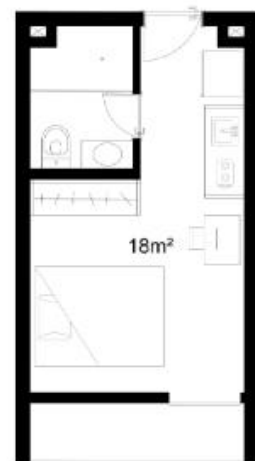
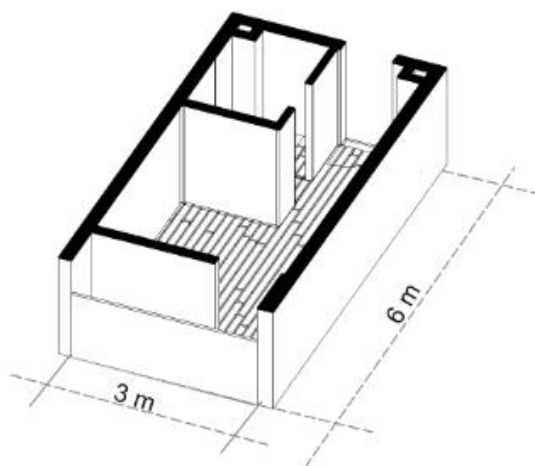


Figura 57 - “Layout” unidade individual varanda interna.

Fonte: Autoria própria.

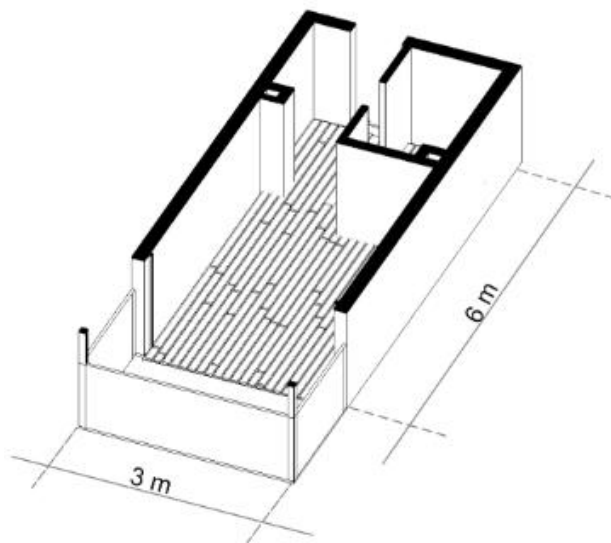


Figura 58 - “Layout” unidade individual varanda externa.



Fonte: Autoria própria.

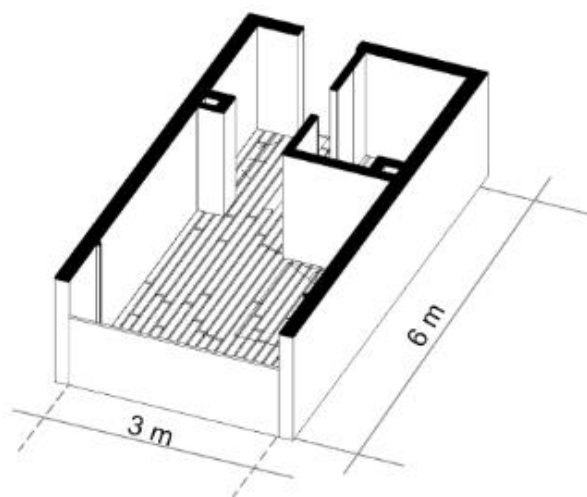


Figura 59 - “Layout” unidade individual varanda interna.



Fonte: Autoria própria.

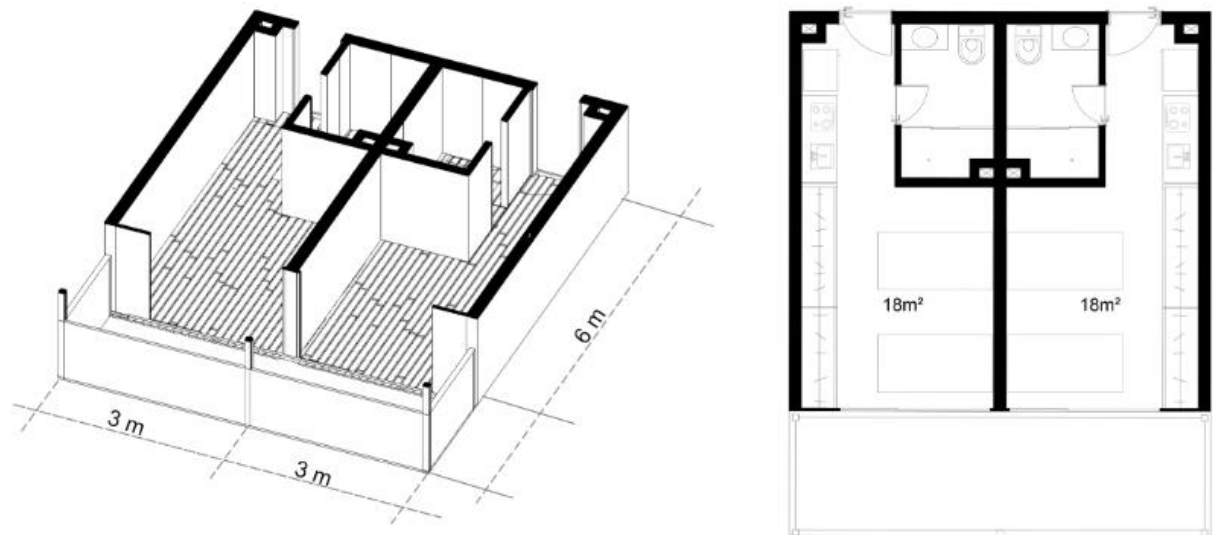


Figura 60 - “Layout” unidades compartilhadas, varanda externa.

Fonte: Autoria própria.

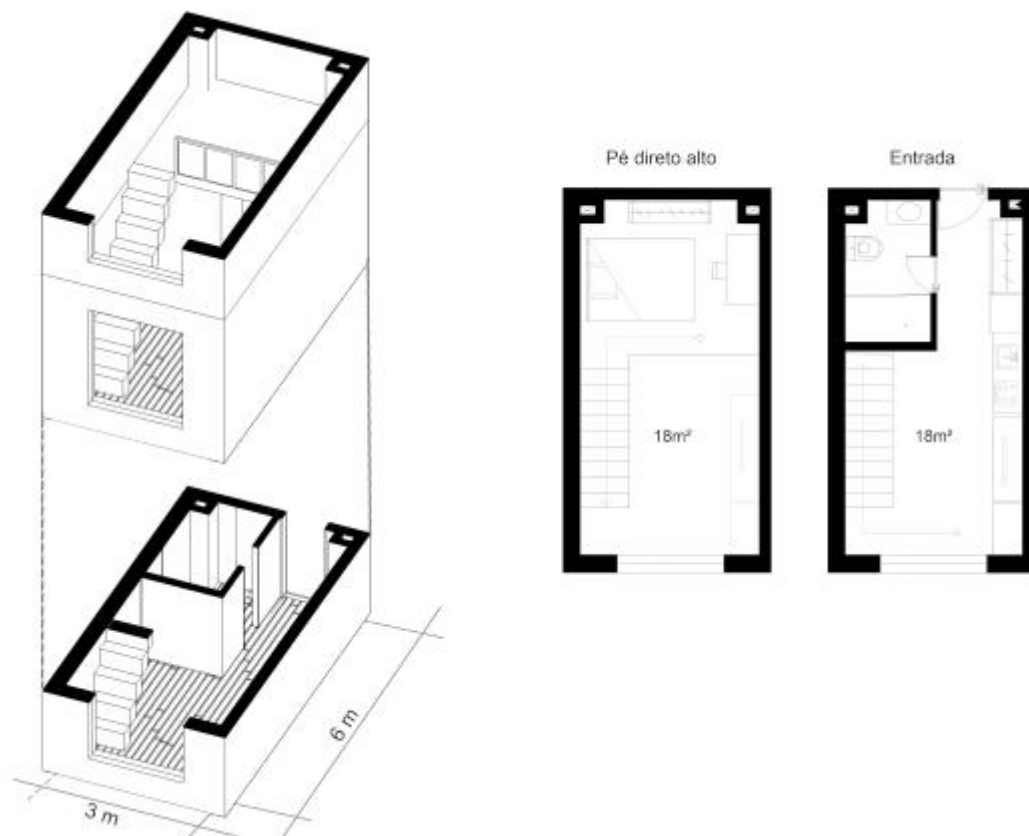


Figura 61 - “Layout” interno loft.

Fonte: Autoria própria.

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.



Figura 62 - Alçado Lateral Esquerda 1/200.

Fonte: Autoria própria.



Figura 63 - Alçado Frontal 1/200.

Fonte: Autoria própria.

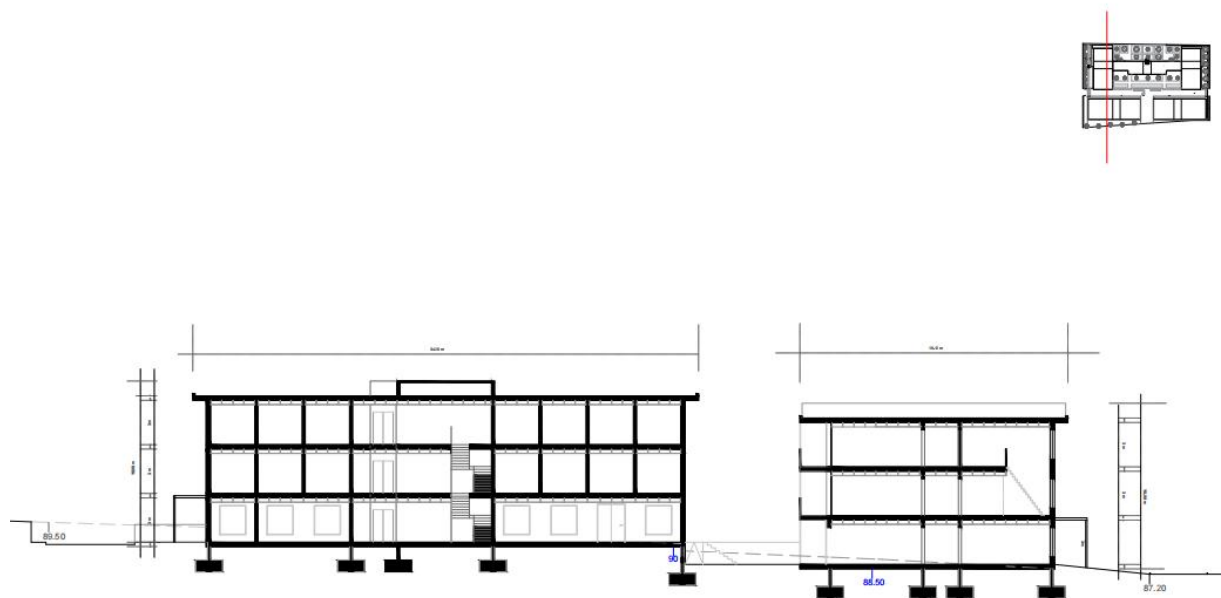


Figura 64 - Corte Transversal 1/200.

Fonte: Autoria própria.

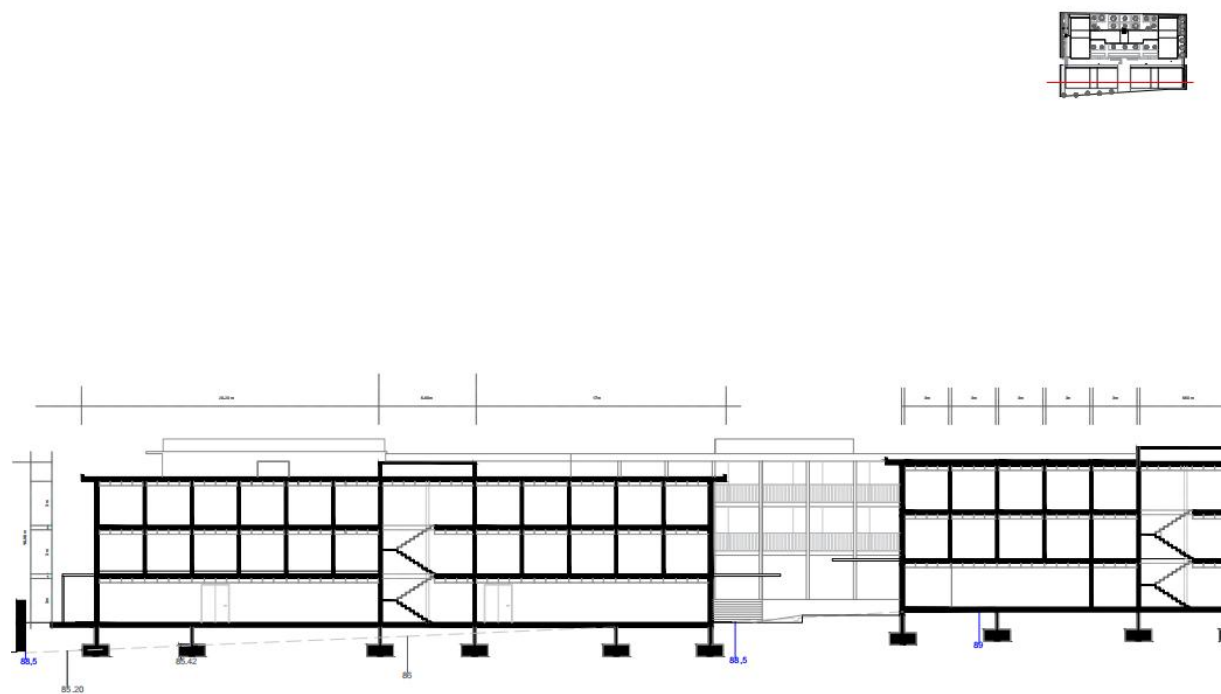


Figura 65 - Corte Longitudinal 1/200.

Fonte: Autoria própria.

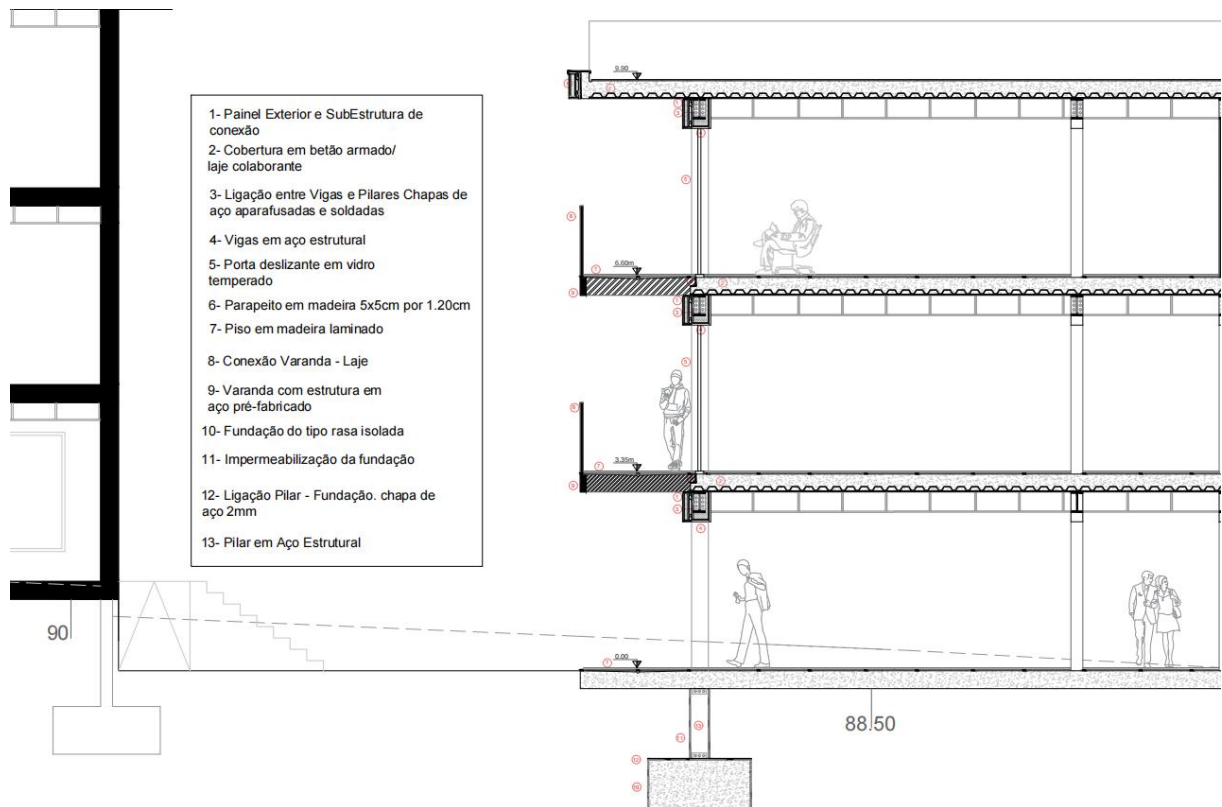


Figura 66 - Corte Construtivo 1/50.

Fonte: Autoria própria.

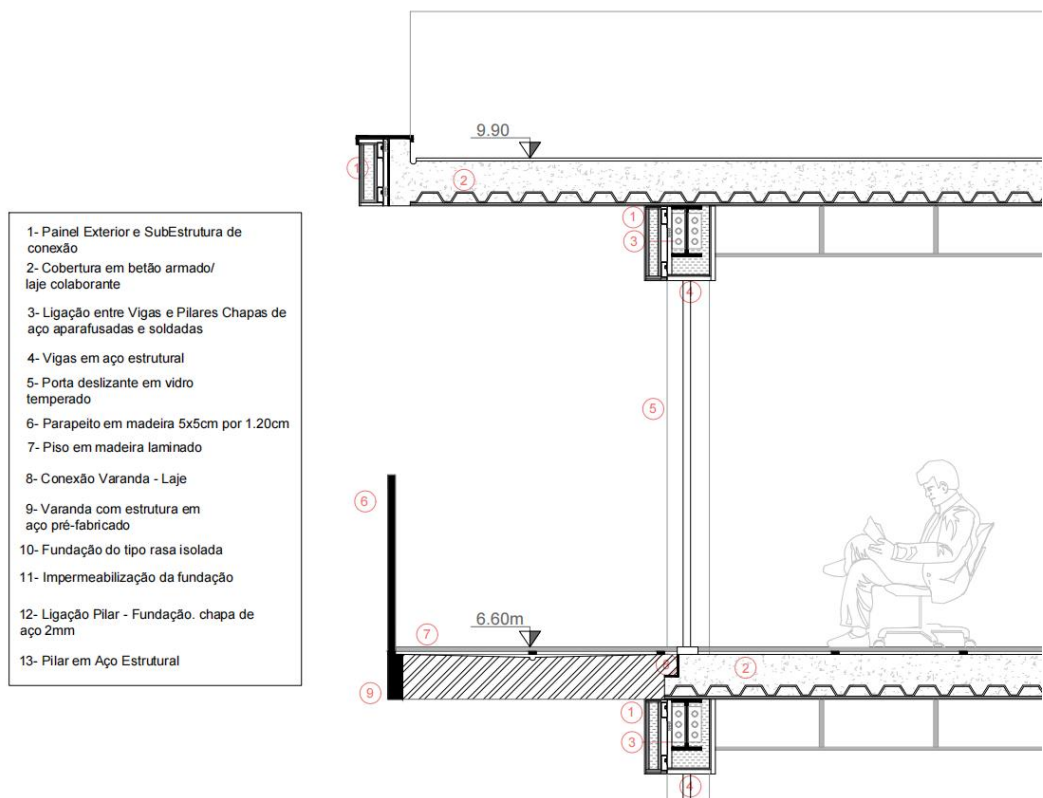


Figura 67 - Detalhe Construtivo 1/20.

Fonte: Autoria própria.

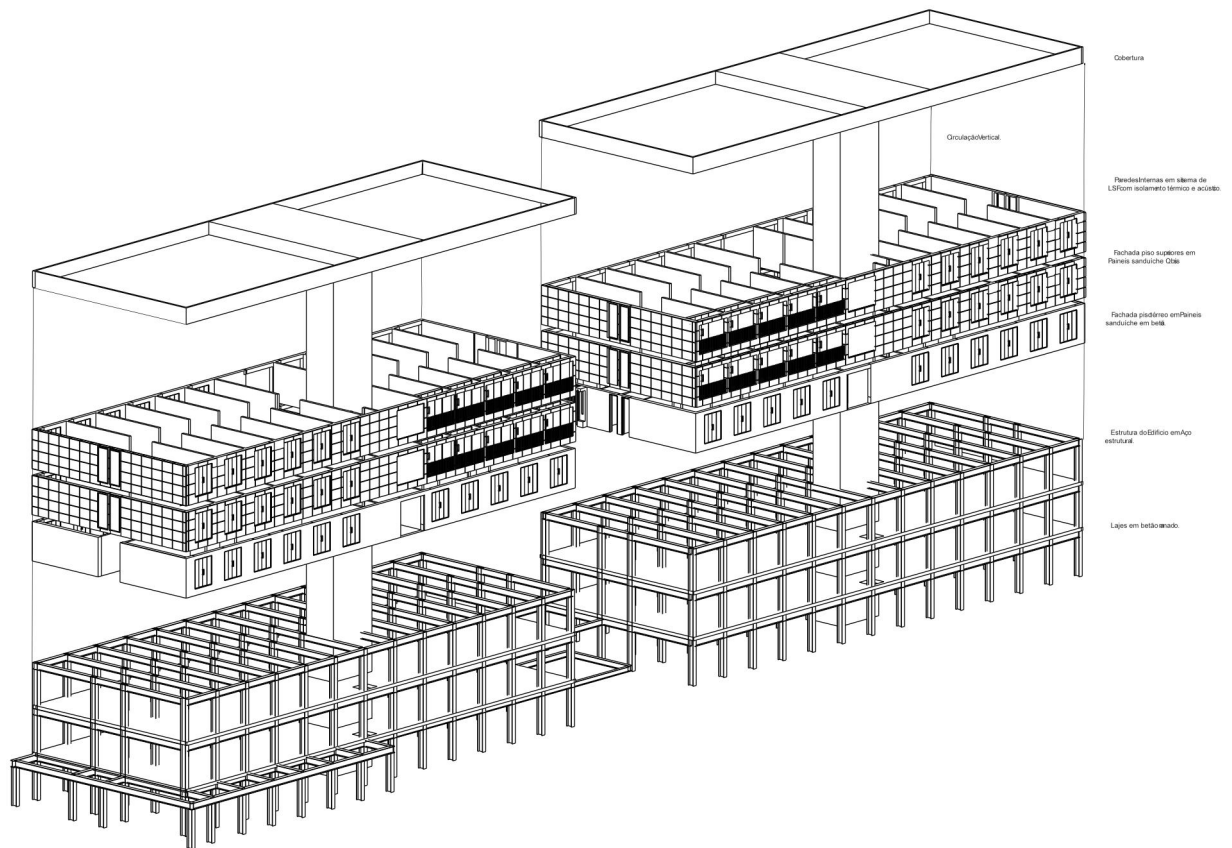


Figura 68 - 3D da Estrutura e Materiais Aplicados.

Fonte: Autoria própria.

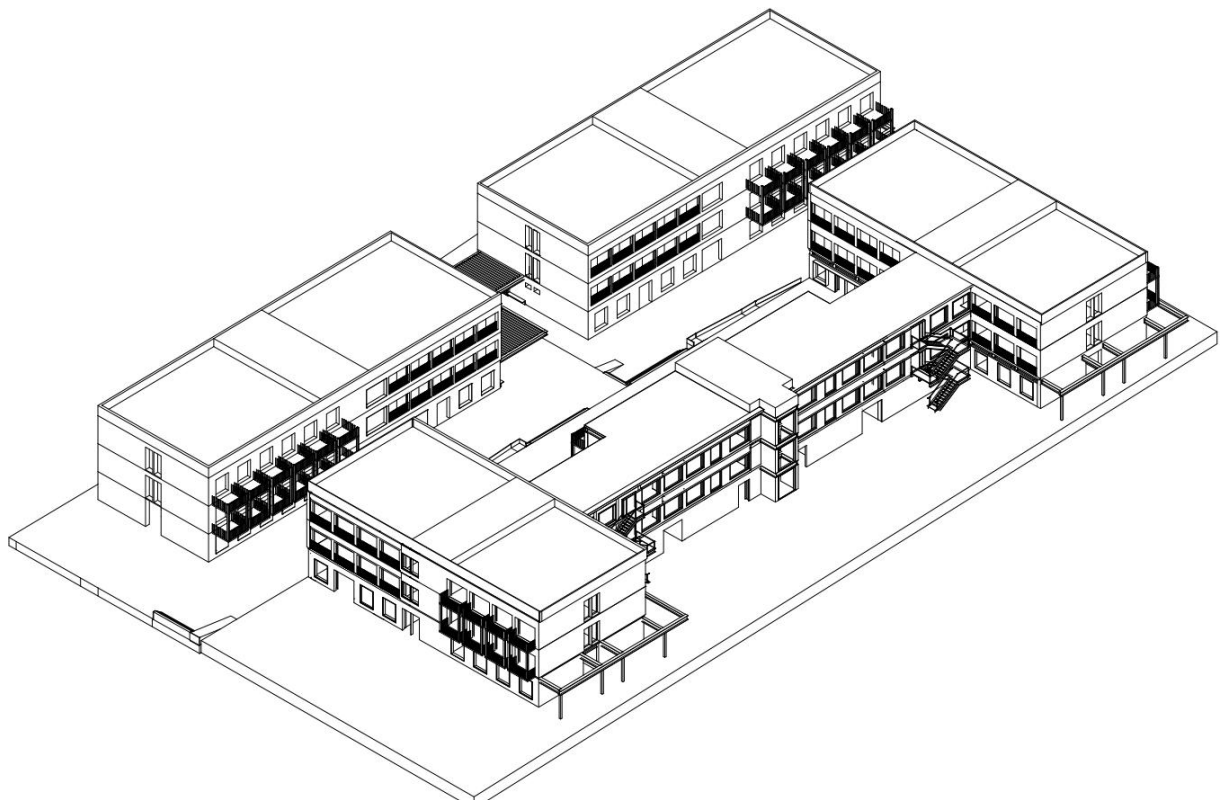


Figura 69 - 3D do Complexo Habitacional.

Fonte: Autoria própria.

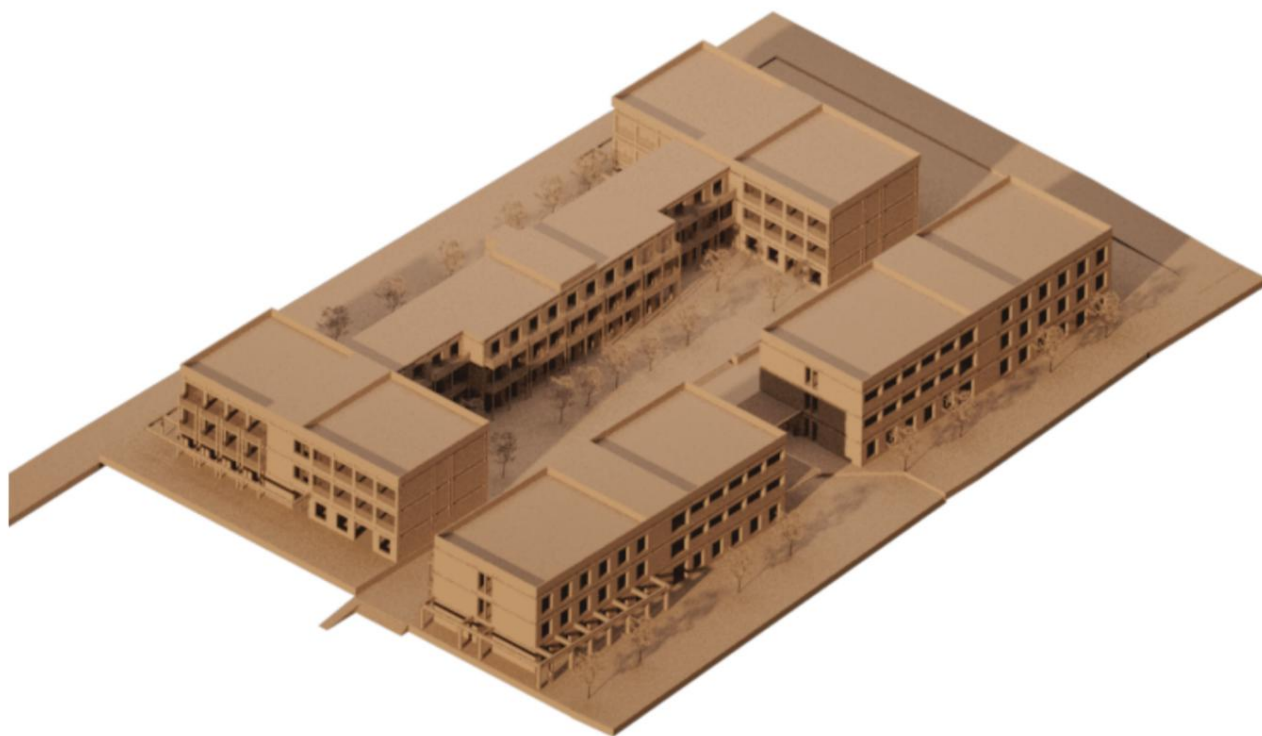


Figura 70 – Simulação de Maquete Física 1/100.

Fonte: Autoria própria.

## Capítulo 4 - Conclusão.

Portugal enfrenta diversas problemáticas habitacionais ao nível das áreas urbanas, sendo uma delas o aumento dos valores das rendas como resultado de uma procura maior do que a oferta, e da especulação imobiliária. Ambos dificultam o acesso da camada mais jovem da população, das famílias de baixo rendimento, e de outros cidadãos, a uma habitação digna. Por outro lado, as políticas públicas para a gestão das habitações a custos controlados continuam a não ser eficazes e suficientes. A qualidade das habitações feitas pelo estado e entregues às famílias em regime de renda acessível e para habitação estudantil, têm resultado em processos longos e, em muitos casos em problemas de infraestruturas, para além de problemas construtivos básicos, como a falta de isolamento térmico e acústico. No final acabam ainda por serem processos com custo elevado o que afasta as famílias mais desfavorecidas.

Todas essas dificuldades tornam o tema da habitação a custos controlados um desafio complexo, mas que deve ser discutido tendo em conta as novas possibilidades da construção modular apoiada em elementos pré-fabricados. Pretende-se que este estudo possa ajudar na implementação de diretrizes publicas efetivas que possam garantir a esta camada da população o acesso a habitação digna.

Como observamos nas referências apresentadas, nos casos de estudos e como tentámos representar no projeto que desenvolvemos nesta dissertação, a arquitetura modular apoiada em elementos pré-fabricados é capaz de garantir uma construção de habitação igual ou superior em termos de conforto e qualidade, desde que seja aplicada de forma adequada e considerando as necessidades específicas de cada contexto.

As construções modulares podem e devem assim ser consideradas opções viáveis para a construção civil e uma grande aliada da arquitetura habitacional. As vantagens da pré-fabricação, como a economia de recursos, a flexibilidade no transporte das peças e a sua personalização, a promoção da sustentabilidade na redução de resíduos e o reaproveitamento de peças depois da vida útil do edifício, tornam estes sistemas escolhas essenciais para todos os profissionais da área que procuram soluções mais eficazes para os seus projetos.

## **Bibliografia.**

### **Teses/Dissertações**

Castelo, C. L. J. (2008). Desenvolvimento de modelo conceptual de sistema construtivo industrializado leve destinado à realização de edifícios metálicos. Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado).

Costa, A. J. (2013). Construção pré-fabricada - Análise da utilização da pré-fabricação nas várias etapas do processo construtivo. Universidade do Porto. (Mestrado em Engenharia Civil).

Gonçalves, J. P. C. (2013). Construção Modular: Análise Comparativa de Diversas Soluções. Universidade de Aveiro. (Mestrado em Engenharia Civil).

Fernandes, S. P. A. (2010). Habitação (coletiva) modular pré-fabricada (Dissertação de Mestrado). Universidade de Coimbra, Coimbra.

Maribondo, F. J. (2000). Desenvolvimentos de uma metodologia de projeto de sistemas modulares, aplicada a unidades de processamento de resíduos sólidos domiciliares. (Tese de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Patinha, S. M. (2011). Construção Modular. Desenvolvimento da Ideia: Casa Numa Caixa. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro. (Dissertação de Mestrado).

Pinheiro, O. A. B. R. (1999). Sistemas construtivos em estruturas de aço aplicados a moradias em encostas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Brasil. (Dissertação de Mestrado).

Ribeiro, M. A. L. (2021). Habitação Evolutiva no Porto Projeto em Contumil. Universidade do Porto. (Dissertação de Mestrado).

Sarabanda, I. C. (2013). Habitação modular evolutiva. ISEP. Instituto Politecnico de Engenharia do Porto. (Dissertação de Mestrado).

## **Livros**

- Corbusier, Le. (2006) - Por Uma Arquitetura. 6ª edição. São Paulo. Perspectiva.
- Greven, A. H, Baldauf, S. A. (2007). Introdução à coordenação modular da construção no Brasil. Porto Alegre, Brasil, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Antac.
- Gropius, W. (1935). Bauhaus Nova Arquitetura. São Paulo, Prespectiva
- Herbert, G. (1984). The dream of the Factory-Made house: Walter Gropius and Konrad Wachsmann. Cambridge, Massachusetts, The Mit Press
- Lawson. Mark, O. Ray, G. Chris.(2019) - Design in Modular Construction. Londres. Crc Press.
- Lucini, C. H. (2001) – Coordenação Modular Aplicada- Construções em concreto armado e alvenaria estrutural. São Paulo. Edusp.
- Strike, James. (1991) - Construction into Design: The Influence of New Methods of Construction on Architectural Design. Oxford. Architectural Press.
- Timberlake, James. & Kieran, Stephen. (2004) - Refabricating Architecture. New York, McGraw-Hill.

## **Artigos e Publicações Online.**

- Agência CBIC. (2010, 4 de outubro). Norma de coordenação modular entra em vigor e permite racionalizar processos construtivos. CBIC.
- AgroCluster. (2017). Estudo de Tendencias de Consumo. Geração Y e Millennials. – AgroCluster Ribatejo Portugal. (p. 12, 13, 14 ,15, 16, 17).
- Alberto Mengual Muñoz (data desconhecida). Nemausus I y II. UrbiPedia
- ArchDaily (2017, 28 de julho). Residência Estudantil da Universidade Tecnológica de Eindhoven / Office Winhov + Office haratori + BDG Architecten. Arch Daily Brasil
- Conway Lloyd Morgan (2017, março). Jean Nouvel Nemausus 1985–1988. Atlasofplaces

European Committee for Standardization. (2005). Eurocode 4 - Design of Composite Steel and Concrete Structures - Part 1-2: General Rules - Structural Fire Design.

Filipa Cardoso (2020, 26 de junho). SISTEMA CREE TRAZ PROPOSTA DE EDIFÍCIOS HÍBRIDOS A PORTUGAL. Edifícios e Energia

Filipa Cardoso (2021, 18 de março). INNOVATION DISTRICT DE ALMADA APOSTA NUM “NOVO CONCEITO DE CIDADE” PARA COMPETIR NO PALCO MUNDIAL. Smart Cities

Financiado pela União Europeia. (2022). *Plano de Recuperação e Resiliência: Programa Alojamento Estudantil a Custos Acessíveis*. República portuguesa. (N.º 01/C02-I06/2022.). <https://pnaes.pt/wp-content/uploads/2022/>

Ibermódulo (data desconhecida). Serie MO e ME. Ibermódulo

Investwood (2020, 31 de março) Viroc. Investwood

Matheus, A. (2015). *Estratégia Integrada de Desenvolvimento Territorial da Área Metropolitana de Lisboa 2014-2020* - Trabalho desenvolvido pela AML com o apoio em consultoria e assistência técnica da Sociedade de Consultores. (p.74. 75. 76).

Ministério Público (1995). O direito humano a uma habitação condigna nº21. (p. 11).

Mascaro, L. R. (1976). *Coordinación modular? Qué es?*. Revista Summa. (p.85). Argentina.

My House (2019, 8 de agosto). Sistemas Construtivos. MyHouse

Nick Bertram, Steffen Fuchs, Jan Mischke, Robert Palter, Gernot Strube, and Jonathan Woetzel (2019, 18 de junho). Modular construction: From projects to products. McKinsey & Company

Prevision (2021, 24 de junho). Construções modulares: alternativa para acelerar sua obra e reduzir custos. Prevision

Redação Jornal de Negócios (2022, 27 de junho). Grupo Casais investe 11 ME num complexo de construção híbrida em Guimarães. Jornal de Negócios.

Silva, A., A. & Vala, F. (1991-2001). Acessibilidades e Construção na Área Metropolitana de Lisboa. Revistas de estudos regionais. Direção regional de Lisboa e vale do Tejo. (p.12, 13, 14, 15).

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.

Silva. M. C .B. (2005). *Sistemas Estruturais Híbridos*. <https://pucgoias.edu.br/>

## Apêndice A - Imagens da Localização e Plantas.



Figura 71 - Localização do Terreno.



Figura 72 - Localização do Terreno.

O Terreno está localizado estrategicamente entre dois polos universitários, numa região que contém varias linhas de passagens de transportes públicos como autocarros, metro de superfície e comboio que facilitam o acesso ao mesmo.

Por outro lado, É evidente á necessidade de melhorias na urbanização do entorno e um melhor uso do solo para zona. Por tanto, o planeamento de projetos que desenvolvam a freguesia oferecendo serviços e equipamentos que serviram de apoio, é essencial para transformar a qualidade de vida da população local. Podemos identificar estes na figura 73 num raio de 400 metros do terreno de construção.

Ao redor existe varios tipos de serviços como;

1 - Farmácias



2 - Correios



3 - Universidades



4 - Mercados



5 - Escolas/Creches



6 - Recreação



7 - Restauração



8 - Estações de  
Metropolitano.



Escala : 1/2000

Figura 73 - Serviços e Equipamentos Existentes.



Figura 74 - Mapas da Morfologia Local.



Figura 75 - Mapas da Morfologia Local.

Podemos perceber nesses dois mapas de análise morfológica as disposições das habitações nos seus terrenos, e o grande vazio que o terreno de implantação promove na zona.



Figura 76 - Planta de Altimetria das Habitações Existentes 1/500.

A apresentação das plantas, cortes e layouts internos das unidades para o melhor entendimento construtivo dos edifícios.

Nessas plantas encontramos as localizações dos pilares e vigas estruturais, como também o programa funcional e a circulação interna em cada bloco do conjunto habitacional.

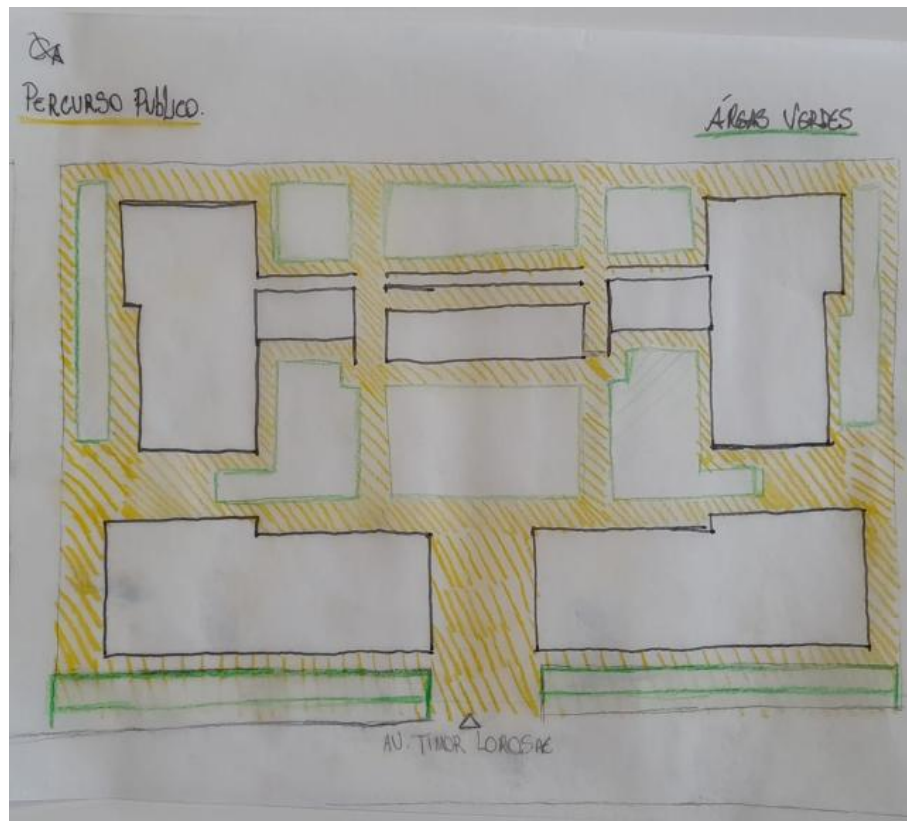


Figura 77 - Desenho do Percorso Público 1/500.

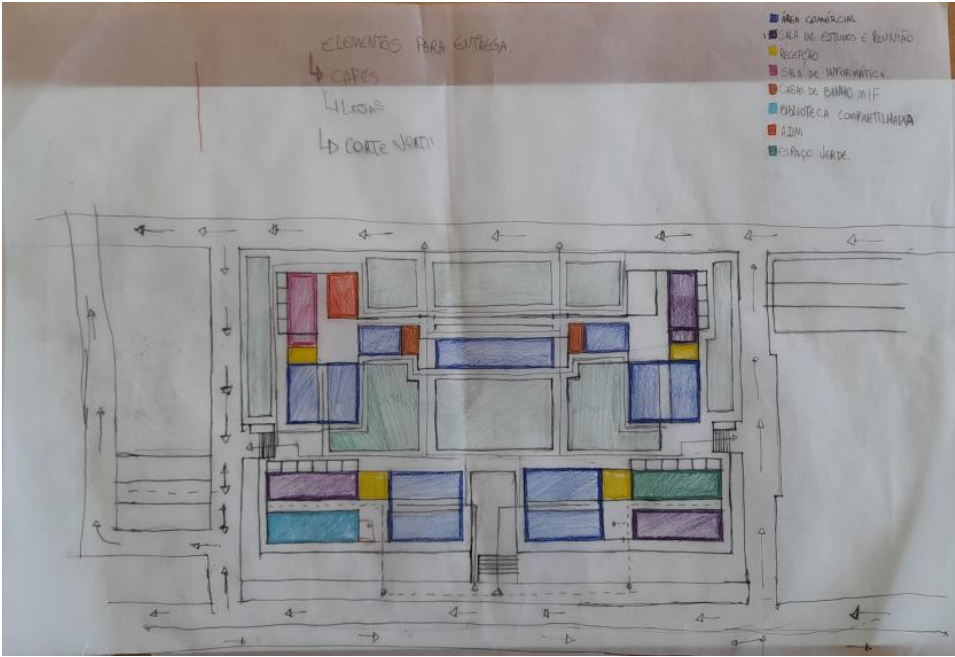


Figura 78 - Programa Funcional 1/500.

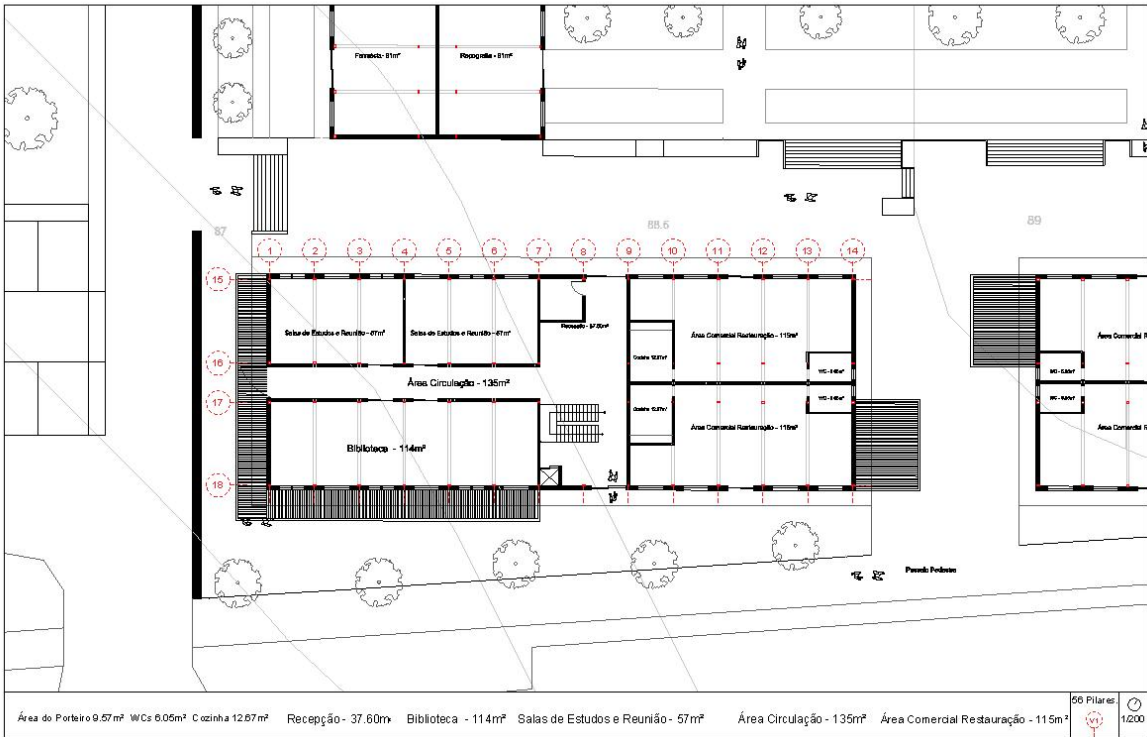


Figura 79 - Planta do Térreo 1 Bloco 1/200.

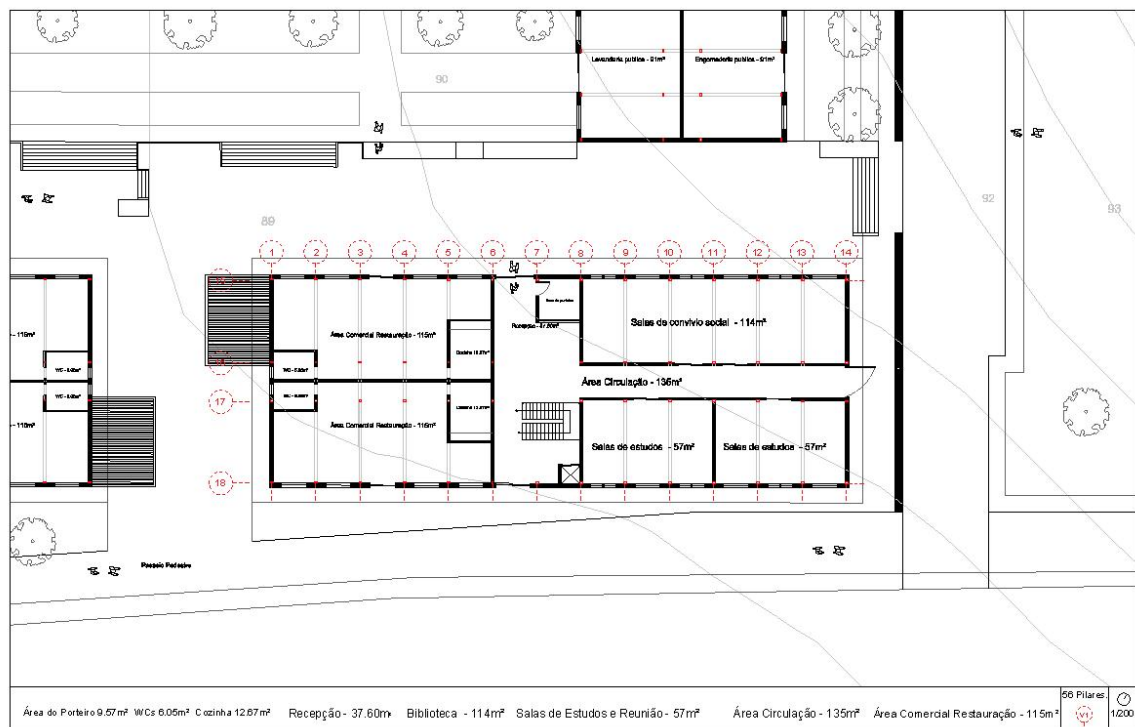


Figura 80 - Planta do Térreo 2 Bloco 1/200.

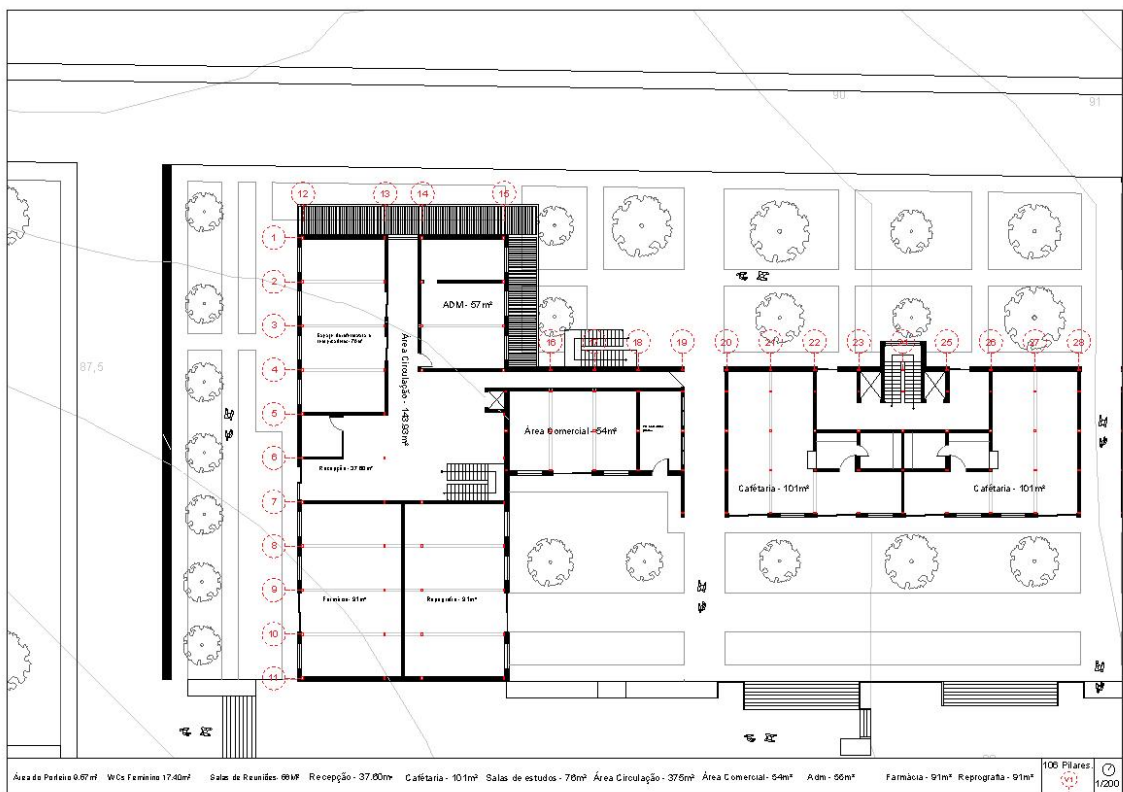


Figura 81 - Planta do Térreo 3 Bloco 1/200.

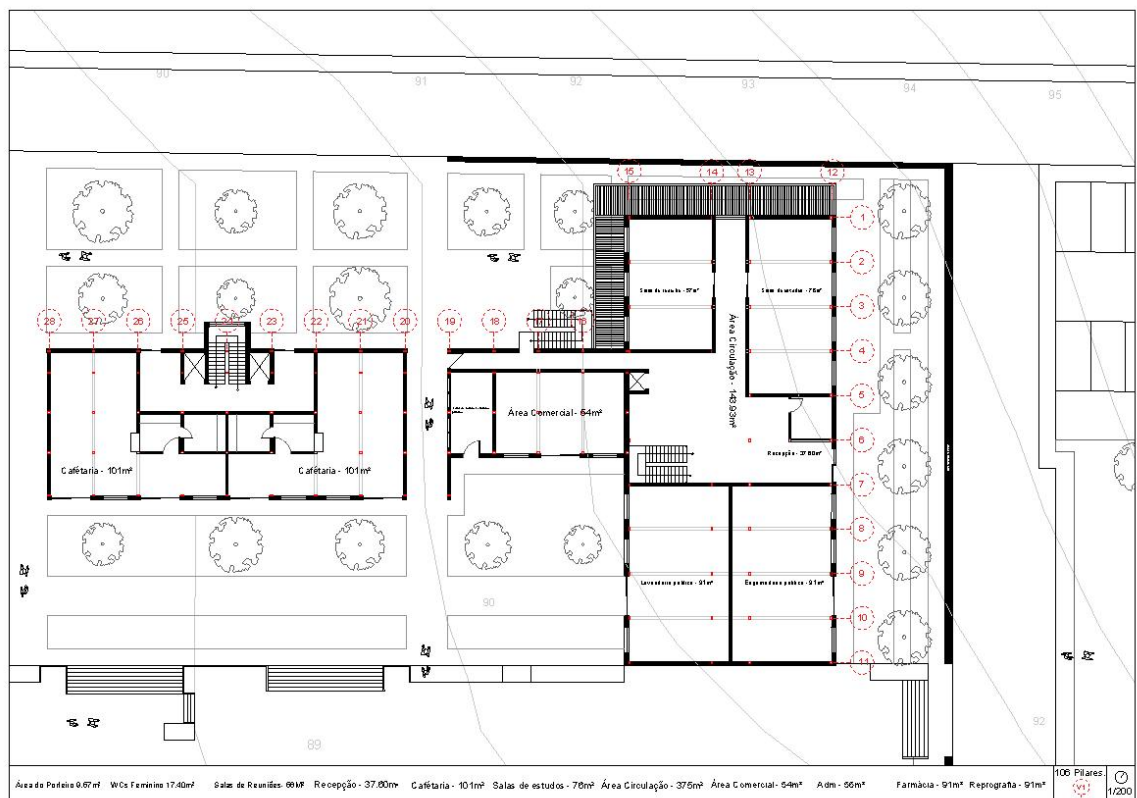


Figura 82 - Planta do Térreo 4 Bloco 1/200.

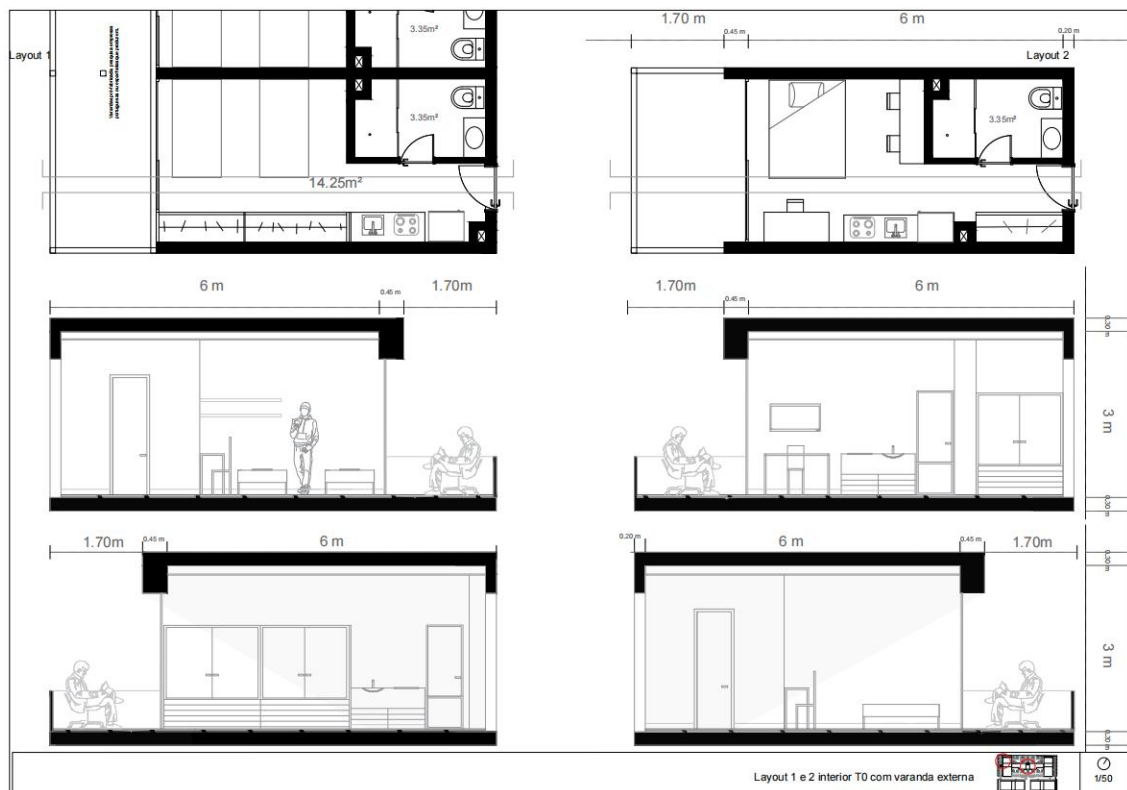


Figura 83 - Planta do Layouts 1 e 2 das Unidades 1/50.

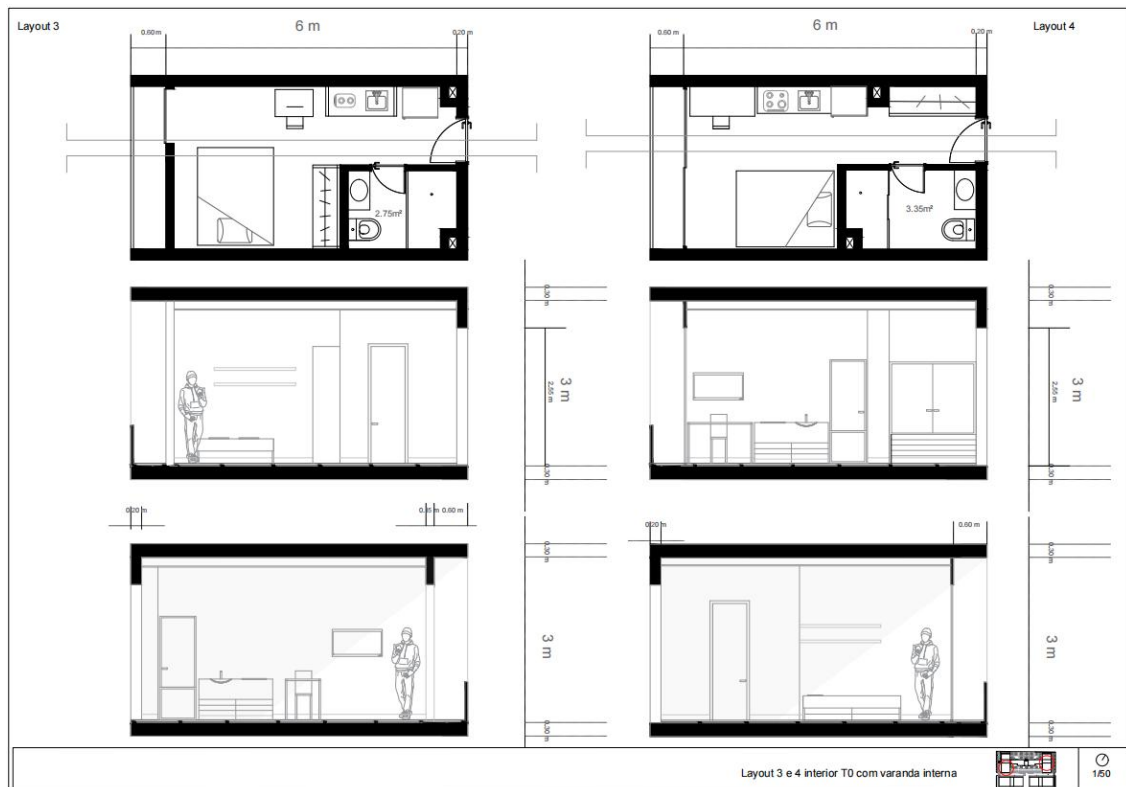


Figura 84 - Planta do *Layouts* 3 e 4 das Unidades 1/50.

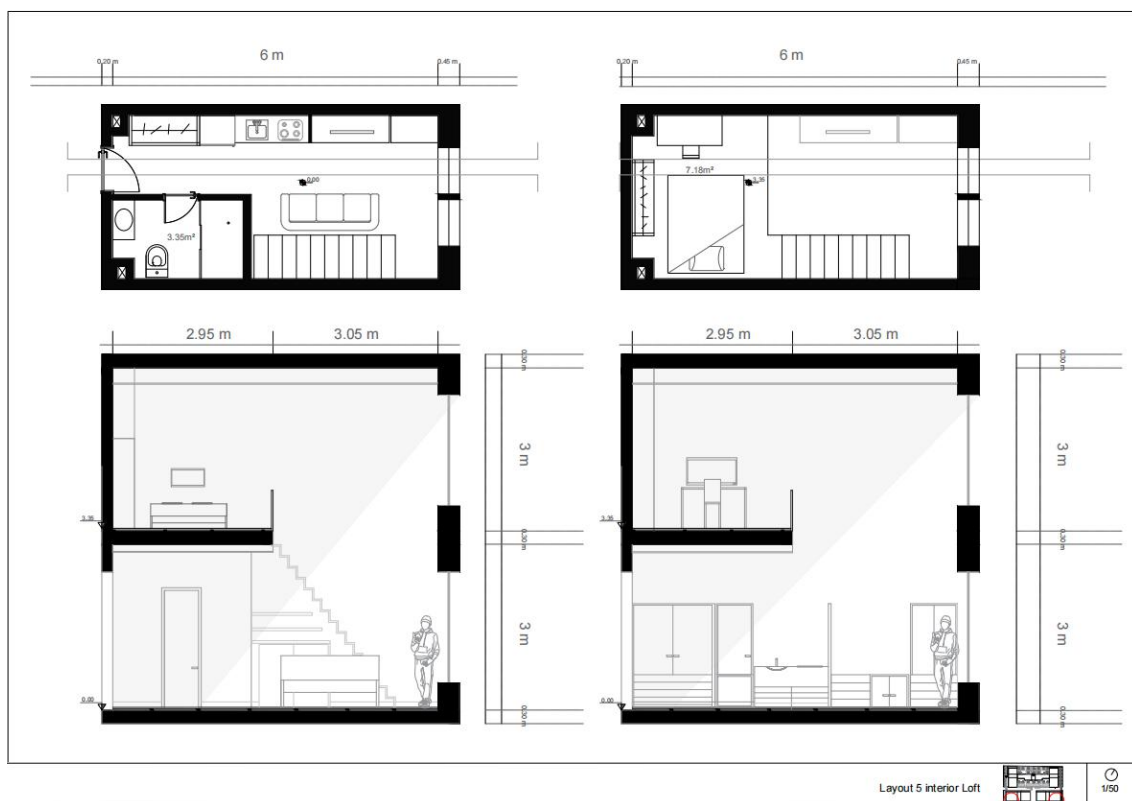


Figura 85 - Planta do *Layout* Loft 1/50.

## Apêndice B - Trabalhos em Três Dimensões.



Figura 86 - Imagem da Praça Central.



Figura 87 - Imagem da Praça Central.

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.



Figura 88 - Imagem do Edifício Frontal com Av.Timor Lorosae.



Figura 89 - Imagem do Edifício Frontal com Av.Timor Lorosae.

Victor Santos Lima.

A Utilização dos Sistemas Modulares e Pré-fabricados para uma Arquitetura mais Eficiente.



Figura 90 - Imagem da Cozinha compartilhada dos Blocos.

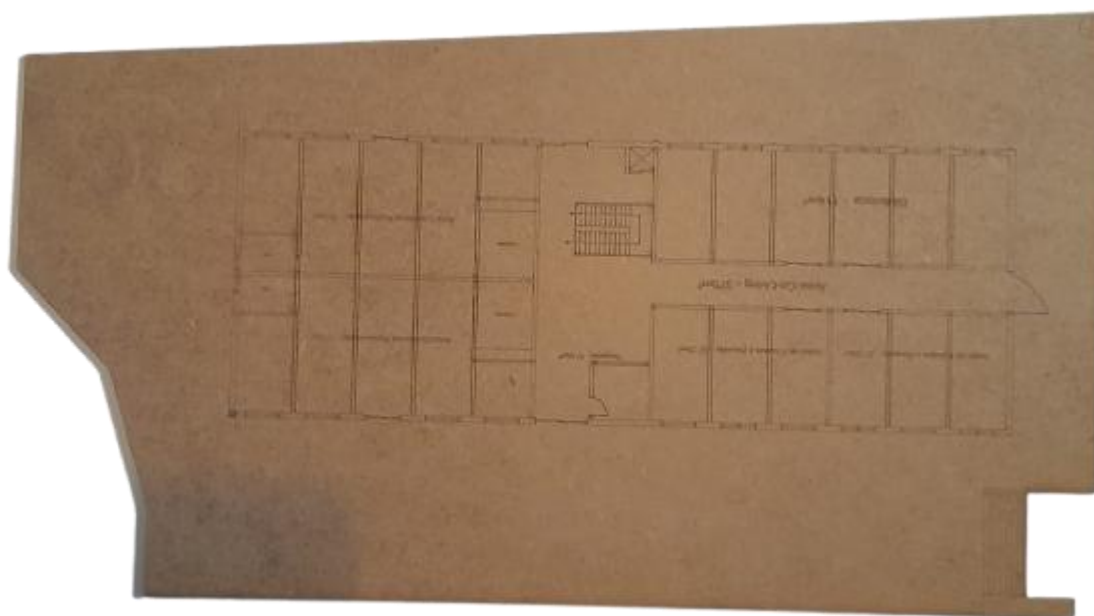


Figura 91 - Base da Maquete com o desenho do Térreo 1/100.

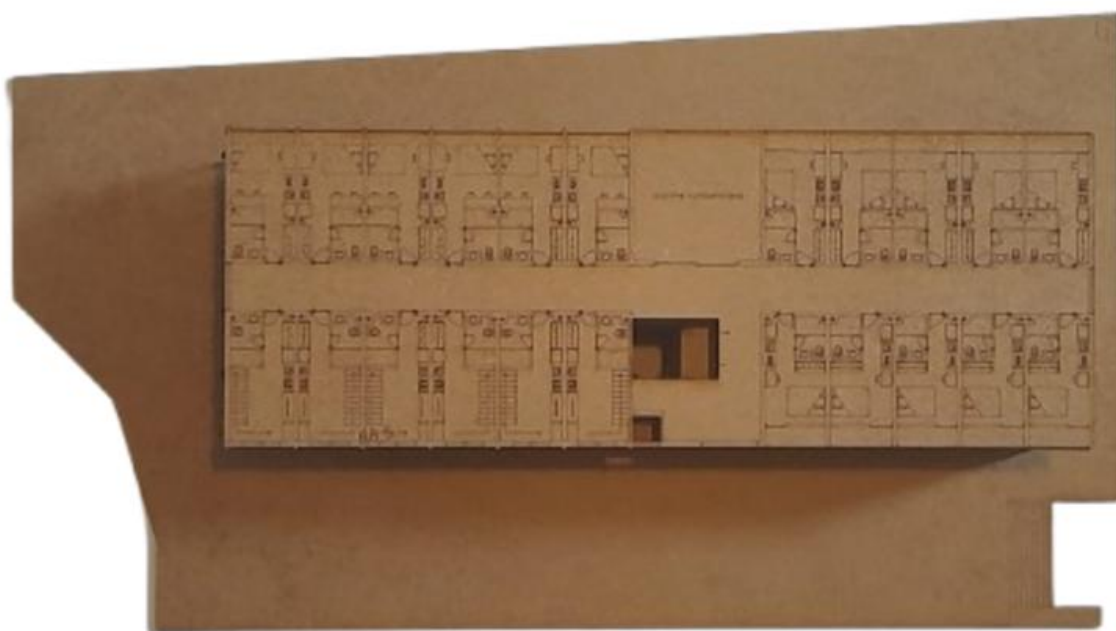


Figura 92 - Base da Maquete com o Piso das Unidades 1/100.



Figura 93 - Maquete Estrutural 1/100.



Figura 94 - Maquete Estrutural 1/100.



Figura 95 - Cobertura da Maquete Estrutural 1/100.



Figura 96 - Maquete Volumétrica 1/200.



Figura 97 - Maquete Volumétrica 1/200.



Figura 98 - Maquete Volumétrica 1/200.

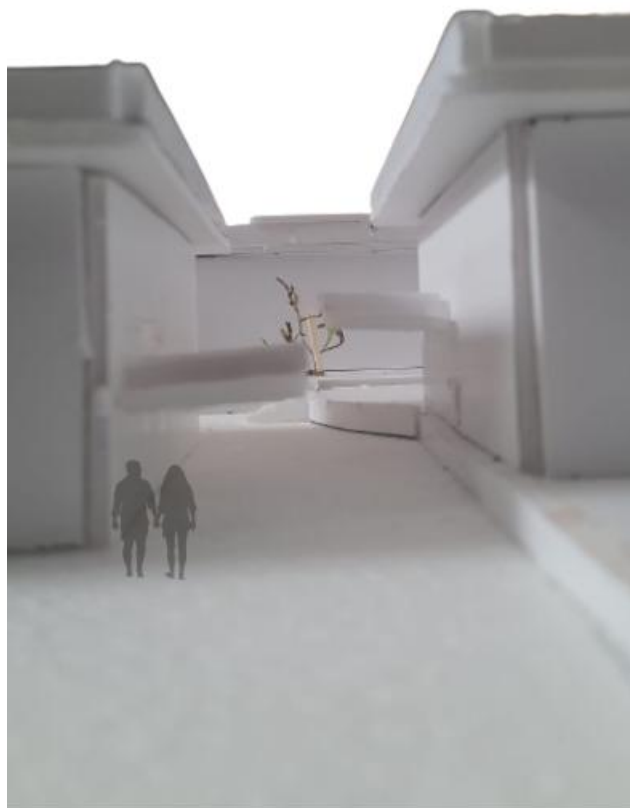


Figura 99 - Maquete Volumétrica 1/200.