

**Universidades Lusíada**

Sampaio, André Campos

**(In)temporalidade da madeira na arquitetura : a  
pré-fabricação em CLT**

<http://hdl.handle.net/11067/8908>

**Metadados**

**Data de Publicação**

2026

**Resumo**

A presente investigação tem como objeto de estudo a madeira enquanto material intemporal aplicado na arquitetura, abordando qual a sua aplicabilidade ao longo do tempo, percebendo como a sua utilização tem vindo a ser revitalizada através da pré-fabricação, nomeadamente através da aplicação dos painéis laminados, CLT. Esta pesquisa emerge do crescente interesse por soluções construtivas que conciliem inovação tecnológica, sustentabilidade e eficiência, enquanto revaloriza a madeira como matéria...

The present research focuses on wood as a timeless material applied in architecture, addressing its applicability over time and understanding how its use has been revitalized through prefabrication, particularly through the application of CLT (Cross-Laminated Timber). This study emerges from the growing interest in constructive solutions that reconcile technological innovation, sustainability and efficiency, while revaluing traditional materials within the global context of construction. The c...

**Palavras Chave**

Arquitetura, Reabilitação arquitectónica, Arquitectura - Sustentabilidade, Matérias de construção - Madeira, Caso de estudo - Reabilitação do quarteirão de São Pedro - Matosinhos

**Tipo**

masterThesis

**Revisão de Pares**

Não

**Coleções**

[ULP-FAA] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2026-10-31T21:32:16Z com informação proveniente do Repositório

# (IN)TEMPORALIDADE DA MADEIRA NA ARQUITETURA

A PRÉ-FABRICAÇÃO EM CLT

André Campos Sampaio

24|25

Professor Doutor Jorge Manuel Ferreira de Albuquerque Amaral

ARQUITECTURA



**UNIVERSIDADE LUSÍADA DO PORTO**

**(IN)TEMPORALIDADE DA MADEIRA NA ARQUITETURA**

**A Pré-Fabricação em CLT**

**André Campos Sampaio**

Orientador: Professor Jorge Manuel Ferreira de Albuquerque Amaral

Dissertação para obtenção de Grau Mestre

Porto, 2026



## **AVISO LEGAL**

O conteúdo desta dissertação reflete as perspectivas, o trabalho e as interpretações do autor no momento da sua entrega. Esta dissertação pode conter incorreções, tanto conceptuais como metodológicas, que podem ter sido identificadas em momento posterior ao da sua entrega. Por conseguinte, qualquer utilização dos seus conteúdos deve ser exercida com cautela. Ao entregar esta dissertação, o autor declara que a mesma é resultante do seu próprio trabalho, contém contributos originais e são reconhecidas todas as fontes utilizadas, encontrando-se tais fontes devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção referências. O autor, declara, ainda, que não divulga na presente dissertação quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor ou de propriedade industrial.



## DECLARAÇÃO SOB COMPROMISSO DE HONRA

(Artigo 6.º, n.º 2 das Normas e orientações para a submissão de trabalhos académicos na plataforma Urkund para deteção de similaridade e plágio)

Eu, André Campos Sampaio, abaixo-assinado, tenho consciência de que a prática de plágio consiste numa forma de violação da integridade académica, constituindo um crime punível por lei com relevância nos regimes disciplinar, civil e criminal.

Nesse sentido, declaro por minha honra que a dissertação apresentada é original e que todas as fontes, incluindo as da minha autoria, estão devidamente identificadas e referenciadas.

Porto, 30 de abril de 2026

O Estudante:

Assinado por: **André Campos Sampaio**  
Num. de Identificação: 15284809  
Data: 2026.04.30 10:45:37+01'00'





“(...)Wood is a living material, changing with the seasons, but, even more importantly, wood mirrors our material culture’s roots like no other material in design history.”<sup>1</sup> (Segal e Ventura,2022:17)

---

<sup>1</sup> Tradução do Autor: A madeira é um material vivo, que muda com as estações do ano, mas, ainda mais importante, a madeira reflete as raízes da nossa cultura material como nenhum outro material na história do *design*.



## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação representa o fim de uma etapa a nível académico. Assim sendo, não posso deixar de destacar todos aqueles que foram determinantes, que me acompanharam ao longo deste percurso e que contribuíram para a concretização deste projeto.

Aos meus pais, por serem o pilar fundamental da minha vida, que nunca me deixaram questionar ou desistir e que acreditam inteiramente em mim, por me apoiarem incondicionalmente, mostrando-me sempre o caminho certo a seguir e que me transmitem sempre calma, serenidade e paciência.

Aos meus avós, que olham para mim como a primeira referência na família a conseguir concluir algo a este nível, que olham para mim como um homem que educaram e viram crescer com capacidade e coragem. Representam para mim força, resiliência e longevidade, adjetivos fortes que me ajudaram a conseguir atingir objetivos, no dia a dia.

À minha namorada Inês, por me acompanhar e fazer parte integrante desta longa caminhada de cinco anos, por me ajudar quando mais precisava sem hesitações e por todo o apoio dado que trouxeram serenidade e motivação nesta caminhada.

Ao meu orientador, professor Jorge Amaral, que aceitou sem hesitar orientar este trabalho, agradeço especialmente, pela orientação, partilha de conhecimentos, disponibilidade, suporte e confiança que foram essenciais ao longo deste processo e elaboração desta dissertação.

Aos meus professores, sem exceção, que fizeram parte desta caminhada, não só a nível de faculdade, mas também do ensino básico, e se hoje estou a este nível, muito lhes devo: o carinho e a paciência em educar-me civicamente, desde o início da minha vida académica.

Aos meus amigos, que viram esta jornada começar e aos que vieram com ela. Todos eles tiveram um papel fundamental na minha vida, mas não posso deixar de evidenciar alguns: ao Pedro, à Bia, à Sara, à Mariana, ao Rafa e à Carolina, quero deixar o meu profundo agradecimento, que de perto acompanharam este

percurso longo e que me deram força para continuar, no meio de inseguranças, de horas de muita dedicação e bons momentos.

Por último, mas não menos importante, deixo um sincero agradecimento a todas as pessoas que, ainda que não mencionadas individualmente, contribuíram de forma significativa para o meu percurso pessoal, académico e para a concretização desta tese.

## ÍNDICE

|                                                                                                                                 |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>AGRADECIMENTOS .....</b>                                                                                                     | <b>IX</b>    |
| <b>ÍNDICE .....</b>                                                                                                             | <b>XI</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>                                                                                                  | <b>XIII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>                                                                                                  | <b>XXX</b>   |
| <b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....</b>                                                                                             | <b>XXXI</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>                                                                                                              | <b>XXXII</b> |
| PALAVRAS-CHAVE .....                                                                                                            | XXXII        |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                                                                                            | <b>XXXIV</b> |
| KEY-WORDS .....                                                                                                                 | XXXIV        |
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                         | <b>35</b>    |
| <b>CAPÍTULO I: MADEIRA NA ARQUITETURA: DA TRADIÇÃO À INOVAÇÃO<br/>CONTEMPORÂNEA.....</b>                                        | <b>39</b>    |
| 1.1. MATERIAL DE CONSTRUÇÃO: ENTRE O PASSADO DOMINANTE DA<br>MADEIRA E A SUA (IN)TEMPORALIDADE MODERNA.....                     | 40           |
| 1.1.1. O USO DA MADEIRA NA ERA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (SÉC.<br>XIII ATÉ À ATUALIDADE) .....                                    | 41           |
| 1.1.1.1. DA CARPINTARIA ARTESANAL À MODULARIDADE: A PRÉ-<br>FABRICAÇÃO COMO VETOR DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO EM<br>MADEIRA ..... | 43           |
| 1.1.2. A INDUSTIALIZAÇÃO E A PRÉ-FABRICAÇÃO NA ARQUITETURA.....                                                                 | 47           |
| 1.1.2.1. O RESSURGIMENTO PÓS-GUERRA E A MADEIRA.....                                                                            | 49           |
| 1.2. PROBLEMÁTICAS ATUAIS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO NO<br>CONTEXTO PÓS-INDUSTRIAL .....                                            | 50           |
| 1.2.1. O IMPACTO AMBIENTAL, ENERGÉTICO E MATERIAL.....                                                                          | 50           |
| 1.2.2. A CRISE DA MÃO DE OBRA E A INEFICIÊNCIA DO PROCESSO .....                                                                | 51           |
| 1.3. CROSS – LAMINATED TIMBER (CLT): ORIGEM E EVOLUÇÃO .....                                                                    | 53           |
| 1.3.1. COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....                                                                          | 55           |
| 1.3.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS .....                                                                                           | 57           |
| 1.4. A PRÉ-FABRICAÇÃO EM CLT .....                                                                                              | 60           |
| 1.4.1. O PROCESSO DE PRÉ-FABRICAÇÃO: DA TEORIA À PRÁTICA.....                                                                   | 61           |
| 1.4.2. O FABRICO DO CLT: O DOMÍNIO DA INDÚSTRIA 4.0.....                                                                        | 63           |
| 1.5. REABILITAR COM PAINÉIS CLT .....                                                                                           | 67           |
| 1.6. O FUTURO DA CONSTRUÇÃO EM CLT .....                                                                                        | 68           |
| <b>CAPÍTULO II: METODOLOGIA E ANÁLISE DE CASOS REFERENCIAIS .....</b>                                                           | <b>71</b>    |

|                                                                                                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.1. ABORDAGEM .....                                                                             | 72            |
| 2.2. ARGUMENTAÇÃO .....                                                                          | 73            |
| 2.3. METODOLOGIA DE SELEÇÃO E ANÁLISE .....                                                      | 74            |
| 2.4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE REFERÊNCIA .....                                                  | 75            |
| 2.4.1. CASO A – <i>LA BORDA</i> .....                                                            | 76            |
| 2.4.2. CASO B – <i>THE LOG PORTO HOTEL</i> .....                                                 | 84            |
| 2.4.3. CASO C – <i>HABITATGES SOCIALS 2104</i> .....                                             | 92            |
| <b>CAPÍTULO III: ENSAIO PROJETUAL: REABILITAÇÃO DO QUARTEIRÃO DE SÃO PEDRO, MATOSINHOS .....</b> | <b>99</b>     |
| 3.1. OBJETO DE INTERVENÇÃO – O EXISTENTE .....                                                   | 101           |
| 3.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL NO LUGAR .....                                                        | 101           |
| 3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE INTERVENÇÃO .....                                             | 103           |
| 3.1.2.1. LEVANTAMENTO .....                                                                      | 105           |
| 3.1.2.1.1. Resolução Construtiva – Existente .....                                               | 110           |
| 3.1.2.2. DIAGNÓSTICO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO .....                                               | 114           |
| 3.2. RELAÇÃO ENTRE TEORIA E A PRÁTICA: CONCEITO GERAL DE INTERVENÇÃO: .....                      | 119           |
| 3.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE .....                                                                | 121           |
| 3.4. PROPOSTA – REABILITAÇÃO DO QUARTEIRÃO DE SÃO PEDRO .....                                    | 123           |
| 3.4.1. ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO .....                                                           | 123           |
| 3.4.2. APLICAÇÃO ESTRUTURAL .....                                                                | 127           |
| 3.4.2.1. RESOLUÇÃO CONSTRUTIVA – PROPOSTA .....                                                  | 133           |
| 3.4.3. RACIONAL CONSTRUTIVO E SUSTENTABILIDADE .....                                             | 137           |
| 3.4.4. DIÁLOGO ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO .....                                                   | 138           |
| <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                                           | <b>140</b>    |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                          | <b>144</b>    |
| <b>APÊNDICES .....</b>                                                                           | <b>CXLVII</b> |
| APÊNDICE I .....                                                                                 | CXLVIII       |
| APÊNDICE II .....                                                                                | CL            |
| APÊNDICE III .....                                                                               | CLII          |
| APÊNDICE IV .....                                                                                | CLVI          |
| APÊNDICE V .....                                                                                 | CLXI          |
| APÊNDICE VI .....                                                                                | CLXIII        |
| APÊNDICE VII .....                                                                               | CLXX          |

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1 – *Log Construction*** **p.42**

DEPLAZES, Andrea. (2005). *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook*. 2ª edição. Basel. Birkhäuser. p.98.

**Figura 2 – *Ballon Frame*** **p.42**

DEPLAZES, Andrea. (2005). *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook*. 2ª edição. Basel. Birkhäuser. p.96.

**Figura 3 – *Platform Frame Construction*** **p.42**

DEPLAZES, Andrea. (2005). *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook*. 2ª edição. Basel. Birkhäuser. p.97.

**Figura 4 – *Panel Construction*** **p.42**

DEPLAZES, Andrea. (2005). *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook*. 2ª edição. Basel. Birkhäuser. p.97.

**Figura 5 – Trabalhadores da Fábrica *Ford* a trabalhar na linha de produção** **p.46**

- Disponível na Internet em: <https://www.ford.pt/experiencia-ford/ford-blog/o-nosso-fundador>

- Consultado no dia 15 de julho de 2025

**Figura 6 – Escola da Bauhaus** **p.46**

- Disponível na Internet em: <https://lenineon.medium.com/bauhaus-1919-1933-bb36c1101f65>

- Consultado no dia 15 de julho de 2025

**Figura 7** – Planos da Casa *Dom-ino*, patenteados por *Le Corbusier* em 1915 **p.46**

- Disponível na Internet em: <https://ideelart.com/pt/blogs/magazine/le-corbusier-between-architecture-and-fine-art>

- Consultado no dia 15 de julho de 2025

**Figura 8** – Pavilhão da Finlândia na Exposição em Paris **p.48**

- Disponível na Internet em: <https://levedesespero2012hh810.blogspot.Com/2012/10/alvar-aalto-contrastes.html>

- Consultado no dia 16 de julho de 2025

**Figura 9** – Painéis Laminados CLT **p.52**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro>

- Consultado no dia 3 de julho de 2025

**Figura 10** – Estrutura de um painel de CLT **p.54**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro>

- Consultado no dia 3 de julho de 2025

**Figura 11** – Camadas contra-fiadas do painel CLT **p.54**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/922665/a-madeira-laminada-cruzada-clt-e-o-concreto-do-futuro>

- Consultado no dia 3 de julho de 2025

**Figura 12** – *Finger-joints* transversais e longitudinais **p.62**

- Disponível na Internet em: <https://timbauestruturas.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>

- Consultado no dia 5 de julho de 2025

**Figura 13 – Prensa Pneumática para CLT** **p.62**

- Disponível na Internet em: <https://timbauestruturas.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>

- Consultado no dia 5 de julho de 2025

**Figura 14 – CNC para corte do CLT** **p.62**

- Disponível na Internet em: <https://timbauestruturas.com.br/2018/04/08/madeira-laminada-cruzada-clt/>

- Consultado no dia 5 de julho de 2025

**Figura 15 – Diagrama Explicativo do Processo de produção do CLT** **p.64**

BORGSTRÖM, Eric, FRÖBEL, Johan. (2019). *The CLT Handbook: CLT Structures – Facts and Planning*. Suécia. Swedish Wood. p.17.

**Figura 16 – Vista Superior do Espaço da Reabilitação** **p.66**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/1003906/reabilitacao-e-adaptacao-do-antigo-tribunal-a-centro-de-artes-e-oficios-de-albufeira-estudio-ods-arquitectos>

- Consultado no dia 15 de agosto de 2025

**Figura 17 – Corte Representativo da Intervenção** **p.66**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/1003906/reabilitacao-e-adaptacao-do-antigo-tribunal-a-centro-de-artes-e-oficios-de-albufeira-estudio-ods-arquitectos>

- Consultado no dia 15 de agosto de 2025

**Figura 18 – Espaço Interior da Futura Biblioteca** **p.66**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/1003906/reabilitacao-e-adaptacao-do-antigo-tribunal-a-centro-de-artes-e-oficios-de-albufeira-estudio-ods-arquitectos>

- Consultado no dia 15 de agosto de 2025

**Figura 19 – La Borda, Edifício em Construção** **p.76**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 20 – La Borda, Fachada para o Bairro La Bordeta** **p.76**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 21 – La Borda, Galerias de Acesso aos Apartamentos** **p.76**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 22 – La Borda, Lobby e Espaço Central** **p.76**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 23 – La Borda, Variedade de Materiais** **p.78**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 24 – La Borda, Circulação Vertical em CLT** **p.78**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 25 – *La Borda*, Galerias de Acesso** **p.78**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>
- Consultado no dia 4 de junho de 2025

**Figura 26 – *La Borda*, Planta Tipo dos Pisos 1,2,3 e 4** **p.80**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>
- Consultado no dia 6 de junho de 2025

**Figura 27 – *La Borda*, Planta Tipo dos Pisos 5 e 6** **p.80**

- Disponível na Internet em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>
- Consultado no dia 6 de junho de 2025

**Figura 28 – *The Log Porto Hotel*, Fachada da Entrada Principal** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 29 – *The Log Porto Hotel*, Lobby** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 30 – *The Log Porto Hotel*, Sala de Conferências** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 31 – *The Log* Porto Hotel, Sala de Refeições / Bar** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 32 – *The Log* Porto Hotel, Quarto Duplo** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 33 – *The Log* Porto Hotel, Suite Presidencial** **p.84**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 34 – *The Log* Porto Hotel, Estrutura Em Betão e Início da colocação dos Painéis CLT** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 35 – *The Log* Porto Hotel, Montagem Modular dos Quartos** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 36 – *The Log* Porto Hotel, Vista Interior dos Quartos em Fase Toscos** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>

- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 37 – *The Log Porto Hotel*, Fachada Sul, Montagem** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 38 – *The Log Porto Hotel*, Montagem das Lajes dos Pisos** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 39 – *The Log Porto Hotel*, Corredor de Acesso aos Quartos** **p.86**

- Disponível na Internet em: <https://www.booking.com/hotel/pt/the-log-porto-by-piamonte-hotels.en-gb.html>
- Consultado no dia 12 de agosto de 2025

**Figura 40 – *The Log Porto Hotel*, Cálculos em Planta para a Pré-Fabricação da Estrutura** **p.88**

- Fornecido e disponibilizado pela Empresa de Acústica e Térmica
- Disponibilizado no dia 15 de setembro de 2025

**Figura 41 – *The Log Porto Hotel*, Modelo para Cálculo Automático de Acústica e Térmica** **p.88**

- Fornecido e disponibilizado pela Empresa de Acústica e Térmica
- Consultado no dia 28 de outubro de 2025

**Figura 42 – *Habitatge social*, Edifício Antigo** **p.92**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 43 – *Habitatges sociaux*, Corte dos Blocos de Betão Ciclópico p.92**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 44 – *Habitatges sociaux*, Vista Exterior do Piso Térreo p.92**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 45 – *Habitatges sociaux*, Alçados Interiores Traseiros p.92**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 46 – *Habitatges sociaux*, Planta do Módulo Tipo de um Apartamento p.92**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 47 – *Habitatges sociaux*, Textura da Parede de Blocos de Betão p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 48 – *Habitatges sociaux*, Textura da Parede de Blocos de Betão p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 49 – *Habitatges sociaux*, Vista das Galerias de Acesso aos Apartamentos, Estrutura do Edifício p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 50** – *Habitatges socials*, Vista das Galerias de Acesso aos Apartamentos, Estrutura do Edifício **p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 51** – *Habitatges socials*, Vista Interior de um Apartamento Tipo **p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 52** – *Habitatges socials*, Vista Interior dos Apartamentos Cimeiros **p.94**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 53** – *Habitatges socials*, Contacto Com o Solo **p.96**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 54** – *Habitatges socials*, Corte Esquemático que Representa a Constituição do Edifício **p.96**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 55** – *Habitatges socials*, Fachadas em Confrontação com a Via Pública **p.96**

- Disponível na Internet em: <https://www.harquitectes.com/en/proyectos/ibavi-2104/>
- Consultado no dia 10 de junho de 2025

**Figura 56** – Planta de Implantação | Enquadramento Geral no Lugar **p.100**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 57** – Planta de Implantação | Caracterização do Objeto de Intervenção **p.102**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 58** – Vista do gaveto da Avenida Serpa Pinto e a Avenida Engenheiro Duarte Pacheco | Existente **p.102**

- Fotografia do Autor

**Figura 59** – Esquema dos Vários Conjuntos do Quarteirão de Intervenção **p.104**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 60** – Fachada Conjunto 1 **p.106**

- Fotografia do Autor

**Figura 61** – Fachada Conjunto 2 **p.106**

- Fotografia do Autor

**Figura 62** – Fachada Conjunto 3 **p.108**

- Fotografia do Autor

**Figura 63** – Conjunto 4 **p.108**

- Fotografia do Autor

**Figura 64** – Corte Construtivo, Fachada do Conjunto 2 | Levantamento **p.110**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 65** – Diagrama Conceptual | Proposta **p.118**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 66** – Fachada Principal | Proposta **p.122**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 67 – Café e Zona Exterior | Proposta** **p.122**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 68 –Vista Superior das Galerias | Proposta** **p.122**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 69 – Diagrama Tipológico | Proposta** **p.124**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 70 – Estrutura Reguladora do Projeto | Proposta** **p.126**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 71 – Demonstração da Estrutura | Proposta** **p.126**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 72 –Vista Pátio Interior | Proposta** **p.128**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 73 –Vista da Avenida Engenheiro Duarte Pacheco | Proposta** **p.128**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 74 –Vista do Porto de Leixões | Proposta** **p.128**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 75 –Tipologia Tipo T0 | Proposta** **p.130**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 76 –Ambiente Interior, Zona de Estar e Cozinha | Proposta** **p.130**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 77** –Ambiente Interior, Quarto | Proposta **p.130**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 78** –Corte Construtivo com Fachada em Granito | Proposta **p.132**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 79** –Corte Construtivo com “Caixa de Madeira” | Proposta **p.134**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 80** – Fachada Principal | Proposta **p.136**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 81** – Escada de Acesso às Habitações | Proposta **p.136**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 82** – “Caixa de Madeira” assente na Estrutura de Alvenaria | Proposta **p.136**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 83** – Carta 1830 | Matosinhos **p.CXLVIII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos

- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 84** – Carta 1930 | Matosinhos **p.CXLVIII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos

- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 85** – Carta 1960 | Matosinhos **p.CXLVIII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos

- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 86 – Grua *Titan* do Porto de Leixões** **p.CL**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 87 – 2ª Intervenção no Porto de Leixões** **p.CL**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 88 – Porto de Leixões Atualmente** **p.CL**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 89 – Antiga Praia de Matosinhos** **p.CLII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 90 – Antiga Praia de Leça** **p.CLII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 91 – Grua *Titan* | Matosinhos** **p.CLIII**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 92 – "Casas de Mar" | Matosinhos** **p.CLIV**

- Fotografias Fornecidas pela Câmara Municipal de Matosinhos
- Disponibilizado no dia 15 de outubro de 2024

**Figura 93 – "Casas de Mar" na Atualidade | Matosinhos** **p.CLV**

- Fotografia do Autor

**Figura 94** –Planta do Piso Rés-do-Chão | Levantamento **p.CLVI**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 95** –Planta do Piso 1 | Levantamento **p.CLVII**

-Desenho realizado pelo Autor

**Figura 96** –Planta do Piso 2 | Levantamento **p.CLVIII**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 97** – Cortes| Levantamento **p.CLIX**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 98** – Alçados | Levantamento **p.CLX**

- Desenho realizado pelo Autor

**Figura 99** – Maquete 1:5000 | Existente **p.CLXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 100** – Maquete 1:5000 | Existente **p.CLXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 101** – Maquete 1:5000 | Existente **p.CLXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 102** – Maquete 1:100 | Existente **p.CLXII**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 103** – Maquete 1:100 | Existente **p.CLXII**

- Maquete produzida pelo Autor

|                                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Figura 104</b> – Maquete 1:100   Existente                          | <b>p.CLXII</b>   |
| - Maquete produzida pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 105</b> – Maquete 1:100   Existente                          | <b>p.CLXII</b>   |
| - Maquete produzida pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 106</b> – Planta do Piso Térreo   Proposta                   | <b>p.CLXIII</b>  |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 107</b> – Planta do Piso 1   Proposta                        | <b>p.CLXIV</b>   |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 108</b> – Planta De Cobertura   Proposta                     | <b>p.CLXV</b>    |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 109</b> – Corte AA', BB', CC'   Proposta                     | <b>p.CLXVI</b>   |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 110</b> – Corte DD', EE'   Proposta                          | <b>p.CLXVII</b>  |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 111</b> – Alçados Exteriores   Proposta                      | <b>p.CLXVIII</b> |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 112</b> – Alçados Exteriores e Alçados Interiores   Proposta | <b>p.CLXIX</b>   |
| - Desenho realizado pelo Autor                                         |                  |
| <b>Figura 113</b> – Maquete 1:100   Proposta                           | <b>p.CLXX</b>    |
| - Maquete produzida pelo Autor                                         |                  |

**Figura 114** – Maquete 1:100 | Proposta **p.CLXX**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 115** – Maquete 1:100 | Proposta **p.CLXX**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 116** – Maquete 1:100 | Proposta **p.CLXX**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 117** – Maquete Construtiva 1:20 | Proposta **p.CLXXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 118** – Maquete Construtiva 1:20 | Proposta **p.CLXXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 119** – Maquete Construtiva 1:20 | Proposta **p.CLXXI**

- Maquete produzida pelo Autor

**Figura 120** – Maquete Construtiva 1:20 | Proposta **p.CLXXI**

- Maquete produzida pelo Autor



## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                            |              |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Quadro I - Especificações Dimensionais das Camadas e Painéis de CLT</b> | <b>p.56</b>  |
| <b>Quadro II – Patologias e Estado de Conservação   Conjunto I e II</b>    | <b>p.114</b> |
| <b>Quadro III - Patologias e Estado de Conservação   Conjunto III e IV</b> | <b>p.116</b> |

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**a.c.** – Antes de Cristo;

**AVAC** – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;

**CNC** – *Computer Numerical Control* (Controlo Numérico de Computador);

**CLT** – *Cross Laminated Timber*;

**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de Carbono;

**MLCC** – Madeira Lamelada Colada Cruzada;

**PUR** – Poliuretano Reativo;

**Séc.** – Século;

**RCD** - Resíduos de Construção e Demolição.

## **RESUMO**

A presente investigação tem como objeto de estudo a madeira enquanto material intemporal aplicado na arquitetura, abordando qual a sua aplicabilidade ao longo do tempo, percebendo como a sua utilização tem vindo a ser revitalizada através da pré-fabricação, nomeadamente através da aplicação dos painéis laminados, CLT.

Esta pesquisa emerge do crescente interesse por soluções construtivas que conciliem inovação tecnológica, sustentabilidade e eficiência, enquanto revaloriza a madeira como material tradicional no cenário global de construção.

A questão central da investigação reside em como a madeira, enquanto material milenar, pode ser adaptada a processos construtivos altamente industrializados e inovadores, sem perder a sua essência estética, cultural e ecológica. Assim, procuramos responder a perguntas como: de que forma o uso de CLT na pré-fabricação desafia e redefine as fronteiras da arquitetura contemporânea, explorando o papel da madeira nas construções futuras.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Madeira; Pré-fabricação; CLT; Sustentabilidade; Reabilitação;



## **ABSTRACT**

The present research focuses on wood as a timeless material applied in architecture, addressing its applicability over time and understanding how its use has been revitalized through prefabrication, particularly through the application of CLT (Cross-Laminated Timber).

This study emerges from the growing interest in constructive solutions that reconcile technological innovation, sustainability and efficiency, while revaluing traditional materials within the global context of construction.

The central question of this investigation lies in how wood, as a material with an ancient history, can be adapted to highly industrialized and innovative construction processes without losing its aesthetic, cultural and ecological essence. Therefore, this research seeks to address questions such as, how does the use of CLT in prefabrication challenges and redefines the boundaries of contemporary architecture, while exploring the role of wood in future constructions.

## **KEY-WORDS**

Wood; Pre-fabrication; CLT; Sustainability; Rehabilitation;

## INTRODUÇÃO

A madeira possui uma presença histórica marcante na arquitetura, atravessando séculos como um elemento fundamental de criação, tanto pela sua abundância natural quanto pela sua versatilidade estrutural e estética. Apesar de ter sido, em certos períodos, relegada para um segundo plano face a materiais como o betão e o aço, os avanços tecnológicos das últimas décadas, aliados à crescente preocupação com a sustentabilidade no setor da construção, têm reposicionado a madeira como um material estratégico e inovador no contexto contemporâneo.

Este trabalho propõe-se a introduzir uma visão informada sobre a madeira enquanto material de construção, analisando a sua intemporalidade e perenidade. O foco principal reside na sua revalorização no âmbito dos sistemas construtivos contemporâneos, nomeadamente através do estudo do CLT (*Cross-Laminated Timber*). Reconhece-se que a pré-fabricação tem sido crescentemente utilizada como forma de reduzir custos e tempo em obra, exigindo uma mão de obra cada vez mais especializada, o que constitui uma clara vantagem para as construções futuras.

Historicamente, a madeira está fortemente ligada à tradição construtiva de várias sociedades. No contexto atual, enfrenta uma revalorização devido às suas características intrínsecas tais como: versatilidade, adaptabilidade, segurança, possibilidade de reutilização e valor estético, que se ajustam às exigências, necessidades e instigações da arquitetura contemporânea. Partindo da necessidade desta evolução técnica, a madeira assume novas características e cria compostos avançados, como o CLT, cujo uso tem vindo a expandir-se de forma notória.

Enquanto objetivos específicos, pretendemos, entender o contributo da pré-fabricação em CLT para a intemporalidade da madeira na arquitetura, sendo este o objetivo mais proeminente. Entender como podemos reabilitar/reconstruir estruturas em madeira nas construções tradicionais, recorrendo às técnicas e inovações contemporâneas, sem as mesmas perderem a sua identidade e tradição, perceber como é que o CLT pode vir a substituir, futuramente, materiais atualmente

mais utilizados nas construções, contribuindo para as boas práticas ambientais e entender como este material pode ser a chave para uma arquitetura inovadora e sustentável e ainda, demonstrar como o CLT se pode interligar e adaptar a outros sistemas construtivos

Como objetivos complementares, pretendemos, perceber como ao longo dos anos, no que respeita à sua intemporalidade entender como a pré-fabricação veio dar resposta a questões de tempo e de rapidez na construção, compreender e estudar as potencialidades do CLT, desde a sua aplicação estrutural em edifícios e construções mais efémeras, e perceber se a sua utilização é mais viável, economicamente, ou se os materiais mais utilizados nas construções convencionais, atualmente, ainda são mais rentáveis do que a construção em CLT.

A metodologia desenvolve-se em etapas destinadas a assegurar uma análise sólida e rigorosa. Inicia-se com a revisão de bibliografia especializada, que estabelece o quadro teórico e evidencia a relevância e as problemáticas do tema. Segue-se a identificação e análise de casos referenciais que permitam responder aos objetivos definidos, articulando-os com as teorias previamente apresentadas. Procede-se depois à sistematização desses casos, relacionando-os entre si para perceber, quais os aspetos mais importantes a ter em conta no ensaio projetual. Por fim, demonstra-se a pertinência do estudo através da aplicação prática no ensaio projetual a desenvolver em Matosinhos, no âmbito da Unidade Curricular de Projeto III.

Relativamente, ao estado da arte, alguns autores, evidenciam a consolidação de um corpo teórico no qual o livro *Timber Construction Manual* de Herzog et al. (2004) e *Constructing Architecture* de Deplazes (2005), assumem destaque, constituindo enquadramento teórico principal desta dissertação. Estas obras sistematizam de forma rigorosa os princípios estruturais e construtivos da madeira, sustentando a sua relevância no contexto contemporâneo e demonstrando a sua evolução enquanto material. Paralelamente, os estudos de Carvalho (1996, 1997), de Oliveira e Galhano (2020) e Teixeira (2004), aprofundam a tradição construtiva portuguesa, enquanto Blachère (1977) e Greeno e Chudley (2019) enquadram a evolução dos processos industrializados. As investigações específicas sobre CLT, como as de Borgström e Fröbel (2019), Costa (2013) e

Mezeiro (2018), demonstram o potencial deste sistema na construção sustentável e pré-fabricada. Em conjunto, toda a bibliografia contribuiu, para a construção de um enquadramento teórico sólido e multidisciplinar, permitindo compreender a madeira não apenas como um material construtivo, mas como um elemento cultural, técnico e ambientalmente estratégico. Estas contribuições posicionam o CLT como a expressão contemporânea de um material milenar, reforçando a intemporalidade da madeira na arquitetura.

A estrutura adotada para esta dissertação está organizada em três momentos que ajudam a relacionar a temática de forma ampla, desde a reflexão teórica até à análise prática, essencial para o entendimento das reflexões que se pretendem obter.

Num primeiro momento, será feita uma análise teórica que se centrará na madeira enquanto material, que servirá de base para a discussão da (in)temporalidade da mesma na arquitetura. Propõe-se abordar e estudar a pré-fabricação, enfatizando o papel da madeira no mesmo, contextualizando, assim, o objeto de estudo. Pretende-se explorar e estudar as potencialidades do CLT, e por fim numa componente mais teórica, perceber como é que este pode vir a substituir, futuramente, materiais atualmente mais utilizados nas construções, contribuindo para as boas práticas ambientais e entender como este material se pode interligar e adaptar a outros sistemas construtivos.

O segundo momento apresenta três casos referenciais, enquadra-se num modelo de intervenção, que faz a relação entre as teorias do Cap. I e demonstração prática do Cap. III. Os casos exploram diferentes leituras do material: a ideia de como podemos construir em CLT, recorrendo às técnicas e inovações contemporâneas sem perderem a sua identidade e tradição; a aplicabilidade do CLT na construção e como este pode ser o material unificador e estético; e a reabilitação/reconstrução de um edifício, percebendo como o CLT se pode adaptar às necessidades contemporâneas.

O terceiro e último momento, depois do estudo acima apresentado, tem enfoque no projeto da Unidade Curricular Projeto III, como exemplo de aplicabilidade e relevância do estudo do material e demonstrar como atualmente pode ser utilizado vantajosamente na construção como solução sustentável e

ambiental. Segue-se, uma síntese conclusiva com a apresentação dos resultados obtidos, perspectivando o futuro desta investigação e reafirmar o valor transcendental e (in)temporal da madeira.

Para cumprir estes propósitos e estabelecer a pertinência do material no panorama atual, a presente dissertação inicia-se com um rigoroso enquadramento teórico e histórico, que traça a evolução da madeira desde a sua génese enquanto material construtivo primordial até ao seu papel na era pós-industrial.

## **CAPÍTULO I: MADEIRA NA ARQUITETURA: DA TRADIÇÃO À INOVAÇÃO CONTEMPORÂNEA**

## **1.1. MATERIAL DE CONSTRUÇÃO: ENTRE O PASSADO DOMINANTE DA MADEIRA E A SUA (IN)TEMPORALIDADE MODERNA**

“A madeira é, certamente, um dos mais nobres e antigos materiais de construção utilizados pelo homem. (...)”, (Costa,2013:1); assim sendo, a utilização da madeira assumiu um estatuto primordial não só pela sua abundância, mas pelas suas propriedades estruturais únicas. Ao contrário da pedra e da argila, que exigiam grandes massas para resistir à compressão, a madeira destacava-se pela capacidade de trabalhar também à tração e à flexão, tornando-se essencial para a criação de coberturas de grandes vãos, pisos e estruturas de suporte mais leves e económicas. Esta versatilidade impulsionou sistemas construtivos mais rápidos e eficientes, reforçando o desempenho térmico e a resiliência sísmica da madeira.

Simbólica e culturalmente, percebemos que a sua importância ultrapassa assim a função física. A madeira transporta consigo a dimensão simbólica, que se traduz na sua representação como material ligado à regeneração e ao tempo cíclico, como observa Paulo Pereira de Almeida, “(...) o simbolismo da madeira acompanha a sua valorização atual como material sustentável, onde a ideia de ciclo natural e renovação se articula com a procura contemporânea por soluções construtivas de baixo impacto ambiental.” (Almeida,2021:45-46)

Contudo, o caminho histórico da madeira na construção não se caracteriza apenas pela sua importância inicial, mas também pelo modo como foi, em determinados períodos, colocada em segundo plano. A partir da Antiguidade, sobretudo com o desenvolvimento das civilizações mediterrânicas, materiais como a pedra, argilas e adobes começaram a assumir um papel dominante, relegando a madeira para usos mais comuns ou temporários.

Como afirma Cachim, “A madeira, devido às suas características, tem sido um material desde sempre utilizado pelo Homem, (...)” (Cachim,2014:3). Da carpintaria artesanal tem evoluído continuamente graças à sua versatilidade estrutural, eficiência ambiental e abertura à inovação tecnológica. Esta capacidade de responder a desafios distintos, do passado vernacular às instigações contemporâneas, confirmando a sua permanente atualidade e reafirmando a sua intemporalidade na arquitetura.

### 1.1.1. O USO DA MADEIRA NA ERA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL (SÉC. XIII ATÉ À ATUALIDADE)

A Revolução Industrial, com início no final do século XVIII no Reino Unido, transformou o processo de produção, de trabalho e a própria arquitetura. Este período marcou a transição dos processos artesanais e lentos para os sistemas mecanizados, impulsionando a Era Industrial com o uso da máquina a vapor e novos materiais, como o ferro fundido e o aço, em processos mais rápidos e precisos. A urbanização acelerada e o crescimento exponencial das cidades exigiram cada vez mais fábricas, armazéns e pontes, estruturas que se tornaram símbolos da nova era.

Com a Revolução Industrial, este processo de substituição intensificou-se. A época do ferro e do aço introduziu novas formas e lógicas estruturais, permitindo grandes avanços.

Já no século XX, consolidou-se o betão armado, material que dominou a indústria, substituindo a madeira em larga escala como solução estrutural e construtiva. O que estava em causa não era apenas a resistência material, mas também a precisão, a standardização e a capacidade de produção em massa que o aço e o betão, produzidos industrialmente, ofereciam.

“O século XIX constituir-se-á como um período de transição e rotura entre o mundo antigo, perene, assente em valores da tradição e da história, e o mundo moderno, da ciência e da máquina, que no início faz tábua rasa destes valores.

Nos finais deste século, os novos materiais, como o ferro ou o betão armado começam a dominar o mercado da construção. Os arquitetos e engenheiros deixam progressivamente de construir segundo as técnicas antigas de alvenaria e madeira, e deixam também de estudar as complicadas fórmulas de construção dos edifícios antigos, passando a utilizar os novos materiais capazes de responder aos novos desafios da época e da imaginação.”  
(Teixeira,2004:32)

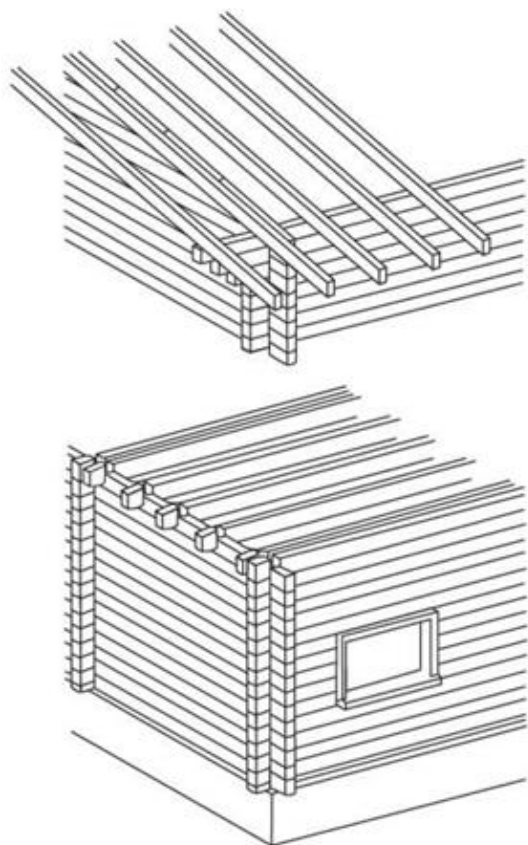


Figura 1 – Log Construction

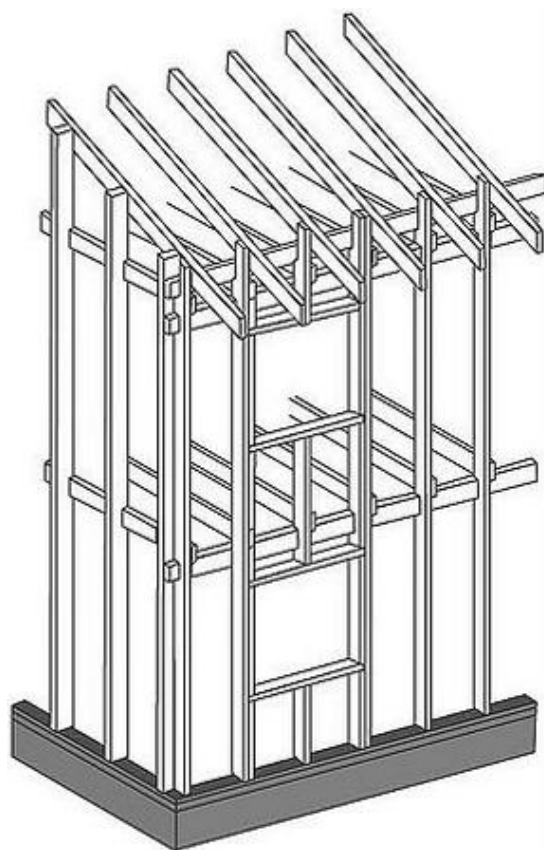


Figura 2 – Ballon Frame

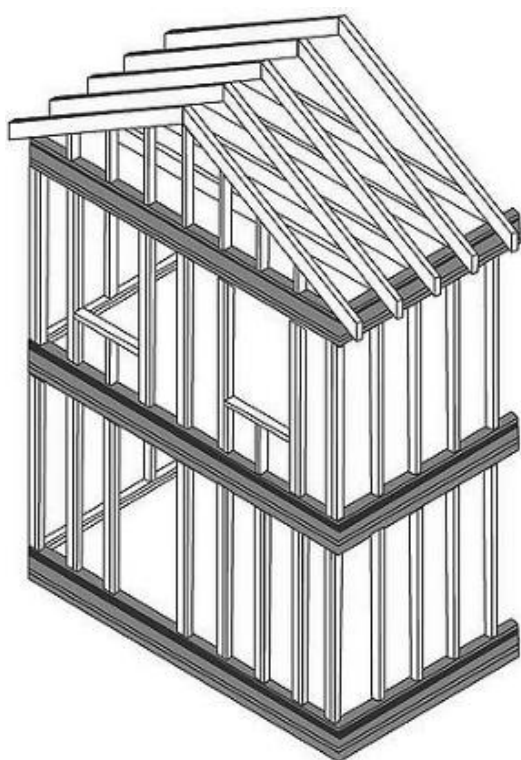


Figura 3 - Platform Frame Construction

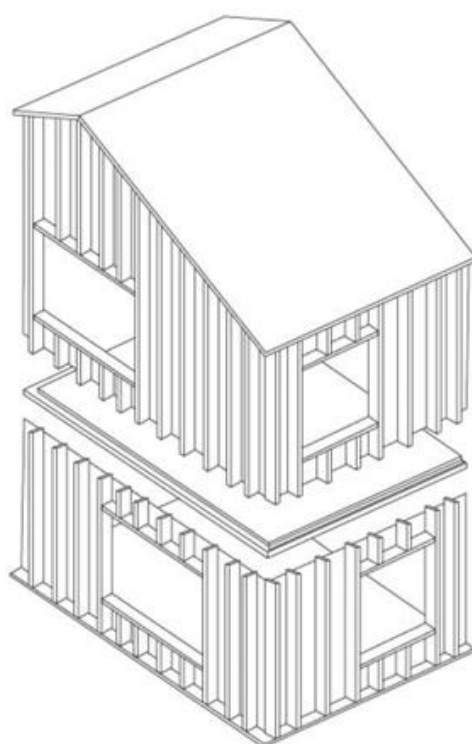


Figura 4 - Panel Construction

#### 1.1.1.1. DA CARPINTARIA ARTESANAL À MODULARIDADE: A PRÉ-FABRICAÇÃO COMO VETOR DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

A utilização da madeira como material de construção remonta a períodos muito antigos, especialmente em regiões densamente florestadas, onde o acesso a árvores de grande porte era facilitado. Neste contexto, os processos relativos à construção eram predominantemente artesanais, realizados *in loco* (no local da obra). Antes da Revolução Industrial, não existiam as técnicas ou as infraestruturas de produção em série: sistemas como a *Log Construction* (Figura 1), dependiam completamente de métodos manuais, de saberes tradicionais que passavam de geração em geração e utilizavam recursos locais. (Desplazes,2005)

Com a Revolução Industrial, o setor da construção em madeira sofreu uma transformação significativa. O aparecimento de ferramentas mecanizadas possibilitou que o processo de serração e de preparação da madeira deixasse de ser realizado exclusivamente no estaleiro e passasse a ocorrer em unidades de produção especializadas. Nesse contexto, iniciou-se também a prática do pré-fabrico de elementos estruturais em madeira, bem como de componentes de acabamento, como portas e janelas, que começaram a ser produzidos em carpintarias de forma mais padronizada e eficiente.

Foi neste quadro de inovação que surgiu um novo sistema construtivo, designado *Balloon Frame* (Figura 2), desenvolvido em 1832 por George W. Snow. Segundo Andrea Desplazes, "(...)consists of closely spaced squared sections of standard sizes based on a "2 x 8 inch" module (roughly 5 x 20 cm). (...)" <sup>2</sup> (Desplazes,2005:96), basicamente, o sistema é composto por montantes de madeira delgados, colocados a intervalos regulares e com altura correspondente à do edifício, mesmo em construções de vários pisos. Os sobrados assentam em vigas apoiadas sobre peças entalhadas nos montantes, enquanto as paredes exteriores recebem revestimento em ambas as faces. A simplicidade deste método permitiu o fabrico em série, a facilidade de transporte e a rápida montagem em

---

<sup>2</sup> Tradução do Autor: Consiste em seções quadradas de tamanhos padrão, próximas umas das outras, baseadas em um módulo de "2 x 8 polegadas" (aproximadamente 5 x 20 cm).

obra. Além disso, o *Balloon Frame* conferiu uma maior flexibilidade no projeto, quer ao nível da volumetria, quer na disposição dos vãos.

Estes sistemas construtivos abriram caminho ao desenvolvimento de métodos de construção em madeira cada vez mais eficazes. Com a evolução tecnológica, surgiram o *Platform Frame Construction* (Figura 3), uma evolução do *Balloon Frame*, e a *Panel Construction* (Figura 4), que está em voga até aos dias de hoje, principalmente em países nórdicos devido às características físicas da madeira e à exigência de eficiência térmica. Este sistema é amplamente utilizado e continua a ser objeto de estudo e aperfeiçoamento, não apenas pela sua versatilidade e rapidez de execução, mas também pela capacidade de responder a critérios de sustentabilidade e desempenho energético. (Desplazes,2005)

A modularidade inerente ao sistema *Panel Construction* permite uma produção controlada em ambiente fabril, assegurando maior precisão e redução de desperdícios, o que contribui para uma melhoria significativa da qualidade construtiva. Além disso, o uso de painéis pré-fabricados facilita a montagem em obra, encurtando os prazos de construção e diminuindo o impacto ambiental associado às fases de execução.

“(…)The latest development in panel construction is leading to a reversal of the principle of platform frame construction. The loadbearing element is now a slab, no longer a linear member. This slab must exhibit high strength and rigidity in order to achieve a structural plate action. One answer to such requirements is the solid timber panel, which consists of cross-banded plies of sawn timber strips. The addition of transverse ribs made from the same material increases the buckling resistance of such panels.”<sup>3</sup>  
(Desplazes,2005:99)

---

<sup>3</sup> Tradução do Autor: O desenvolvimento mais recente na construção de painéis está a levar a uma inversão do princípio da construção de pórticos. O elemento de suporte de carga agora é uma laje, e não é, mais um elemento linear. Essa laje deve apresentar alta resistência e rigidez para alcançar o comportamento de placa estrutural. Uma resposta a tais requisitos é o painel de madeira maciça, que consiste em lâminas transversais de ripas de madeira serrada. A adição de nervuras transversais feitas do mesmo material aumenta a resistência à estabilidade desses painéis.

No contexto português, a construção em madeira seguiu uma evolução particular, distinta de outros países europeus, marcada por uma longa permanência de práticas artesanais e por uma estreita relação com sistemas mistos em alvenaria. A progressiva densificação urbana, sobretudo a partir do século XIX, trouxe consigo a necessidade de acrescentar mais pisos às edificações e de responder a lotes estreitos e profundos, com dimensões relativamente padronizadas, frequentemente entre 6 e 7 metros de largura, o que exigiu estruturas cada vez mais regulares e rigorosas. Assim, aquilo que começou como um sistema baseado em troncos apenas desbastados, de secção irregular e montados diretamente em obra, evoluiu para vigas serradas e seccionadas geometricamente, fruto do aparecimento de serrarias mecanizadas e do acesso a madeira trabalhada com maior precisão.

Esta mudança não foi apenas técnica, alterou profundamente os próprios sistemas construtivos, tornando-os mais previsíveis, modulares e repetitivos. A construção em madeira passou, assim, a aproximar-se de uma lógica quase pré-fabricada, na medida em que as peças eram produzidas com dimensões padronizadas que se adaptavam aos lotes urbanos e permitiam levantar edifícios de vários pisos com maior fiabilidade estrutural, como é exemplo a Casa Burguesa do Porto. Este processo evidencia como a madeira, mesmo antes da industrialização plena, já demonstrava uma capacidade notável de adaptação às exigências arquitetónicas e urbanas de cada época, antecipando as lógicas contemporâneas de modularidade e pré-fabricação.

Em Lisboa, os edifícios gaioleiros constituem um exemplo particularmente elucidativo desta lógica de pré-fabricação aplicada à construção a partir de finais do século XIX. Embora não fossem pré-fabricados no sentido industrial moderno, incorporavam uma forte racionalização modular, com elementos estruturais em madeira repetitivos, normalizados e facilmente montáveis em obra. As paredes de tabique, os pavimentos leves e as gaiolas antissísmicas seguiam, medidas e proporções recorrentes, permitindo maior rapidez de execução, redução de custos e adaptação aos lotes estreitos e profundos.



Figura 5 - Trabalhadores da Fábrica *Ford* a trabalhar na linha de produção



Figura 6 - Escola da *Bauhaus*

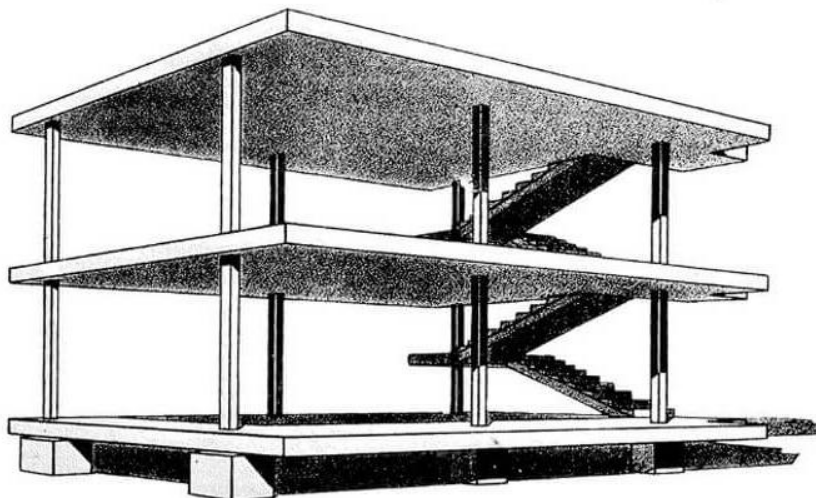


Figura 7 - Planos da Casa *Dom-ino*, patenteados por Le Corbusier em 1915

### 1.1.2. A INDUSTRIALIZAÇÃO E A PRÉ-FABRICAÇÃO NA ARQUITETURA

A industrialização trouxe uma transformação profunda ao setor da construção, ao substituir a destreza artesanal por processos mecânicos. Esta visão foi bem resumida por Le Corbusier: "A indústria exuberante como um rio que rola para seu destino, nos traz os novos instrumentos adaptados a esta época nova animada de espírito novo." (Corbusier, 1977:159)

A diferença essencial entre o produto artesanal e o industrial não está no local de fabrico, mas na tecnologia utilizada. Embora a produção em série seja frequentemente associada à industrialização, ela também pode ocorrer de forma artesanal. Assim, o processo industrial caracteriza-se sobretudo pela mecanização e pela divisão do trabalho em etapas especializadas, reduzindo a necessidade da intervenção manual do artesão. (Blachère, 1977)

Antes de chegar ao setor da construção, a Revolução Industrial já se afirmara noutros ramos produtivos, destacando-se a indústria automóvel. Em 1913, Henry Ford introduziu a linha de montagem (Figura 5), otimizando tempos de fabrico, reduzindo custos e aumentando a eficiência. Este modelo de racionalização influenciou arquitetos de vanguarda, que passaram a imaginar a produção de habitações segundo os mesmos princípios usados nos automóveis. Assim, as construções industrializadas baseiam-se na pré-fabricação, no transporte e na produção em série. Embora mais associadas ao século XX, essas práticas já tinham antecedentes em períodos anteriores, cada um com a sua abordagem. (Strike, 2004)

Algumas figuras como Le Corbusier e Walter Gropius, criador da Escola da Bauhaus, (Figura 6) contribuíram para este entendimento da industrialização. Para Le Corbusier, a indústria era o caminho ideal para a solução dos problemas da construção existentes na época. Em 1914, desenvolveu um sistema estrutural normalizado para a construção de casas em série. As intituladas casas *Dom-ino* (Figura 7) eram constituídas por uma estrutura de colunas e lajes de betão armado sem escoramento, fabricadas em série (Strike, 2004). Esta estrutura defendia dois pontos do pensamento que Le Corbusier preconizava para a nova arquitetura: a planta livre e a fachada livre. (Frampton, 1983)



Figura 8 - Pavilhão da Finlândia na Exposição em Paris

#### 1.1.2.1. O RESSURGIMENTO PÓS-GUERRA E A MADEIRA

Com o fim da 2ª Guerra Mundial, houve uma exponencial necessidade de construir casas novas, não só para substituir a enorme devastação, mas também para albergar as populações migradas pela guerra. Para isso utilizou-se as estruturas pré-fabricadas em madeira, devido à escassez de materiais de construção, consequência da 2ª Guerra Mundial. A madeira existia em grandes quantidades e também como era um material de fácil trabalhabilidade, produção, transporte e montagem, levou a que este fosse a matéria-prima principal nesses tempos.

Este papel da madeira foi reforçado pelo movimento modernista. Arquitetos como Mies Van Der Rohe e Alvar Aalto, na sua obra do Pavilhão da Finlândia na Exposição em Paris, (Figura 8) valorizaram a madeira pela sua capacidade estrutural e estética, frequentemente em diálogo com o vidro, aço e betão. A madeira foi reinterpretada não apenas como herança vernacular, mas como material moderno e versátil, capaz de responder a novas exigências arquitetónicas e de se integrar na lógica da racionalidade construtiva. Este ressurgimento relaciona-se também com o interesse pela arquitetura nórdica e japonesa, onde a madeira sempre manteve protagonismo e serviu de inspiração a uma linguagem de síntese entre funcionalidade e expressão material.

Apesar dos avanços estruturais e da velocidade construtiva alcançados com o betão e o aço, o seu domínio inquestionável no século XX deu origem a sérios desafios ambientais e urbanos que hoje confrontam a arquitetura. O crescimento vertiginoso das cidades, assente nestes materiais, levou a uma homogeneização da paisagem e a uma dissociação das raízes vernaculares, onde a madeira era comum. Mais crucialmente, a produção de cimento e de aço, intensiva em energia, revelou-se um dos maiores contribuintes para as emissões globais de carbono, um custo ambiental que era negligenciado na era da abundância. Este impacto negativo sublinha a necessidade urgente de repensar a escolha dos materiais estruturais, reabrindo o debate sobre o potencial de soluções de baixo carbono e de recurso renovável, como a madeira.

## **1.2. PROBLEMÁTICAS ATUAIS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO NO CONTEXTO PÓS-INDUSTRIAL**

Com a Revolução Industrial, tudo mudou, e muitos aspetos positivos fizeram parte desta época, provocando uma mudança enorme a nível fabril e industrial. Contudo, o modelo construtivo imposto e consolidado no século XX, baseado em materiais como o aço e o betão, gerou um conjunto de problemas que hoje confrontam a arquitetura, exigindo uma reavaliação urgente do setor. A construção civil é, hoje, um dos setores mais poluentes à escala global.

Estes fatores convergem na necessidade de repensar os paradigmas construtivos pós-industrial, abrindo espaço para materiais renováveis, sistemas pré-fabricados e abordagens que conciliem desempenho estrutural, impacto ambiental reduzido e flexibilidade arquitetónica. É neste contexto que a madeira, reaparece como uma resposta credível, sustentável e tecnologicamente avançada, capaz de contrariar muitas das limitações que o setor enfrenta.

### **1.2.1. O IMPACTO AMBIENTAL, ENERGÉTICO E MATERIAL**

O crescimento acelerado das cidades e a dependência de materiais como o aço, o betão e o vidro criaram uma pressão significativa sobre os recursos naturais, resultando em escassez de matérias-primas e aumento progressivo dos custos de produção.

A Pegada de Carbono e a Energia Incorporada é uma das principais problemáticas que reside no colossal impacto ambiental da produção de materiais estruturais. A indústria da construção é responsável por aproximadamente 40% do consumo energético e por cerca de 36% das emissões globais de CO<sub>2</sub>, em termos de energia operacional e incorporada. Dentro desta métrica, a energia incorporada (*Embodied Energy*) do cimento e do aço, materiais altamente intensivos em energia, resulta em elevadas emissões de CO<sub>2</sub> libertadas antes da ocupação do edifício. Este legado industrial contrasta fortemente com a madeira, que é um material renovável e sequestrador de carbono.

A escassez de recursos florestais e minerais e a flutuação de custos dos materiais de construção, agravaram a instabilidade do setor. O aumento dos custos do transporte e da energia, aliado à globalização das cadeias de abastecimento, fez com que muitos países europeus, incluindo Portugal, dependessem fortemente da importação de matérias-primas.

### 1.2.2. A CRISE DA MÃO DE OBRA E A INEFICIÊNCIA DO PROCESSO

Entre as problemáticas decorrentes do contexto pós-industrial destaca-se a falta de mão-de-obra especializada e a reduzida eficiência associada à execução construtiva *in loco*:

Em Portugal, existe um grande desafio humano e cultural, sendo uma realidade agravada pelo envelhecimento da população ativa e pela falta de valorização do trabalho artesanal e técnico. Esta rutura entre o saber construtivo e a execução representa não apenas um desafio económico, mas também cultural, comprometendo a qualidade e a durabilidade das construções.

O método tradicional de construção *in loco* é frequentemente lento, caro e gerador de elevadas quantidades de resíduos de construção e demolição (RCD). Este desperdício maciço contribui para a pressão sobre os aterros e o consumo desnecessário de recursos naturais, seguindo uma lógica de consumo linear insustentável.

A arquitetura e a engenharia enfrentam o desafio de transitar para um modelo de economia circular e de baixo carbono. Neste contexto, a pré-fabricação contemporânea e o uso de sistemas de madeira de engenharia, como o CLT, surgem como respostas inovadoras, capazes de reconciliar tecnologia, sustentabilidade e qualificação profissional, apontando o caminho para uma nova era pós-industrial da arquitetura.



Figura 9 - Painéis Laminados CLT

### 1.3. CROSS – LAMINATED TIMBER (CLT): ORIGEM E EVOLUÇÃO

A ideia do CLT, inicialmente conhecido por *X-LAM* ou, em alemão, *BRETTSPERRHOLZ* (BSP), nasceu em Zurique, Suíça, nos inícios dos anos 90. Foi motivada pela necessidade da indústria madeireira em agregar valor às placas de madeira serrada, mas foi desenvolvido e otimizado posteriormente na Áustria, através da colaboração entre a indústria e a universidade. A aplicação do CLT em arquitetura e engenharia redefiniu o modo de projetar, privilegiando a organização em planos e volumes em detrimento das estruturas lineares de vigas e pilares.

O termo *Brettsper Holz* foi usado pela primeira vez em 1981 pelos engenheiros alemães Droge e Stoy, para designar painéis colados cruzados para pontes. Foi traduzido para o inglês *Cross-Laminated Timber* por Schickhofer e Hasewend em 2000. Porém, existem estudos que indicam que placas de madeira laminada coladas cruzadas já tinham sido estudadas no início do século XX, mais precisamente em 1908, por Schuchow e Kalep. O CLT, tal como o conhecemos hoje, teve a sua primeira construção residencial em 1995, executada por Moser.

Após um início lento, a construção em CLT (Figura 9) registou um forte crescimento a partir de 2000, impulsionada tanto pelo reconhecimento da sua sustentabilidade como pelas suas capacidades estruturais. O seu uso é particularmente expressivo no norte e centro da Europa, Alemanha, Suécia, Noruega, Reino Unido e Suíça e também relevante na Austrália e no Canadá. Inicialmente, a tecnologia CLT evoluiu para uma produção industrial há cerca de 15 anos. As primeiras normas europeias surgiram em 1998, sendo apenas aprovadas em 2008, consolidando a sua validação técnica e estrutural.

Neste contexto, podemos aferir que a madeira, não só pela sua herança cultural, mas também para responder de forma exímia aos desafios ambientais e aos avanços tecnológicos da contemporaneidade, segundo Borgström e Fröbel,

*“Cross laminated timber, CLT, is a highly engineered wood product that is excellent for all sorts of different structures. (...)”*<sup>4</sup>. (Borgström e Fröbel, 2019:11)

---

<sup>4</sup> Tradução do Autor: Madeira laminada cruzada, CLT, é um produto de madeira altamente industrializado que é excelente para todos os tipos de estruturas diferentes.

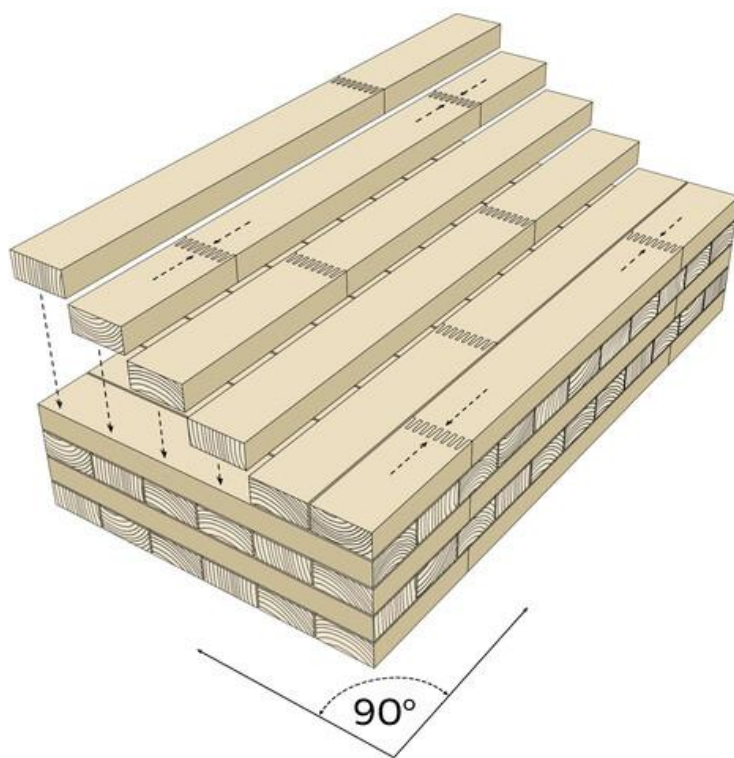


Figura 10 - Estrutura de um painel CLT

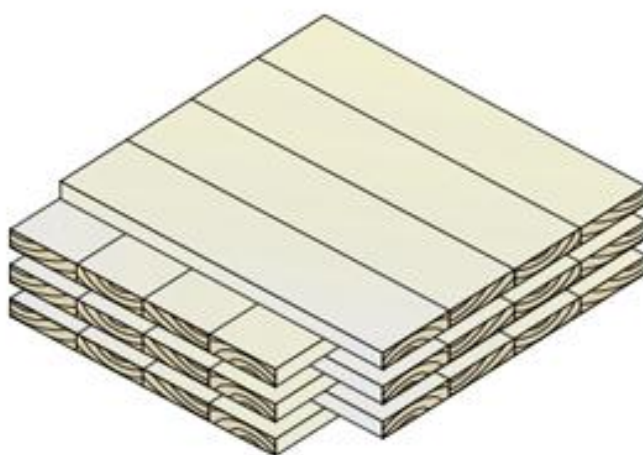


Figura 11 - Camadas contra-fiadas do painel CLT

### 1.3.1. COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

O CLT (*Cross Laminated Timber*), também conhecido, em Portugal, como MLCC, confere e caracteriza-se por ter várias lamelas de madeira maciça coladas entre si, formando uma camada que será colada a outra, sobrepondo as duas ortogonais entre si, sendo este o processo utilizado por vezes até ao número pretendido de camadas, normalmente 3, 5 ou 7, podendo ter mais em casos especiais, sendo obrigatório um número ímpar para manter o eixo de simetria na camada central. (Figuras 10 e 11)

Estes painéis sólidos podem ser utilizados como lajes de piso ou paredes portantes. Geralmente, painéis com 3 ou 5 camadas, com uma espessura entre 80 e 120 mm, são usados em paredes e painéis com 5 ou 7 camadas, com espessura entre 140 e 200 mm, são utilizados para os pavimentos, podendo a espessura e o número de camadas variar de acordo com as especificidades de cada projeto. Segundo, Borgström e Fröbel,

“(...) wood is nothing new in building. Frames of vertical and horizontal timber have formed solid walls in homes since time immemorial. (...)”<sup>5</sup>. (Borgström e Fröbel, 2019:9)

As dimensões dos painéis são ajustadas de acordo com os projetos, mas estão condicionadas, sobretudo, pelo método de transporte para o local da obra. É mais usual a dimensão de 13,5 metros, contudo, podem ser produzidos painéis até 22 metros, exigindo, maiores cuidados e um transporte mais especializado.

“Glued laminated timber is an improved form of solid timber (...). Glued laminated timber consists of at least three dried softwood boards or laminations glued together with the grain parallel. Besides simple, straight components, forms with a variable cross-section and/or in single or double curvature or twist about the longitudinal axis are also possible.”<sup>6</sup> (Herzog et al., 2004:40)

---

<sup>5</sup> Tradução do Autor: A madeira não é novidade na construção. Estruturas de madeira vertical e horizontal têm formado paredes sólidas em casas desde tempos imemoriais.

<sup>6</sup> Tradução do autor: A madeira laminada colada é uma forma aprimorada de madeira maciça (...). A madeira laminada colada consiste em pelo menos três tábuas ou lâminas de madeira macia seca coladas entre si com as fibras paralelas. Além de componentes simples e retos, também são

O CLT apresenta características dimensionais específicas que condicionam o seu desempenho estrutural, o processo de fabrico e as possibilidades de aplicação arquitetónica. As espessuras e larguras das lamelas, bem como as dimensões totais dos painéis, são definidas por critérios técnicos de resistência, estabilidade e transporte, influenciando diretamente a modulação e a eficiência construtiva do sistema. Para isso, exploremos o Quadro I abaixo, com as seguintes especificidades em termos de dimensões dos seus componentes:

**Quadro I:** Especificações Dimensionais das Camadas e Painéis de CLT

| <b>Especificação</b>       | <b>Dimensão</b>                                                        |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Camadas Individuais</b> | Espessura: entre 14 e 45 mm                                            |
|                            | Largura: entre 40 e 300 mm                                             |
|                            | Quociente Largura/Espessura: $\geq 4:1$                                |
| <b>Painel CLT</b>          | Espessura total: entre 42 e 350 mm                                     |
|                            | Espaçamento máximo entre tábuas da mesma camada: 3 mm                  |
|                            | Largura máxima do painel: $\leq 3$ m (limitações de transporte)        |
|                            | Comprimento máximo do painel: $\leq 13,5$ m (limitações de transporte) |

---

possíveis formas com seção transversal variável e/ou com curvatura simples ou dupla ou torção em torno do eixo longitudinal.

### 1.3.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Os painéis CLT, para além de algumas vantagens já anteriormente mencionadas, têm outras relativas à eficiência, versatilidade e desempenhos, provenientes das características físicas do material.

#### VANTAGENS:

**Rapidez e eficiência na instalação e pré-fabricação** - são pré-fabricados, e devidamente cortados já com os detalhes do projeto, ou seja, podem já apresentar as aberturas para portas, janela, escadas, canais para as instalações necessárias. São, deste modo, enviados diretamente do fabricante para a obra já com um grande número de operações realizadas em fábrica, onde podem ser instalados de forma rápida e eficientemente, o que garante uma grande rapidez de execução.

**Flexibilidade e versatilidade durante o projeto** - a sua reduzida massa, entre outras características, tornam o CLT altamente adaptável a diferentes tipos de projetos, desenhos e as condições do local. Elementos em CLT também podem ser combinados com outros materiais de construção, permitindo flexibilidade no projeto, estilo e acabamento arquitetónico,

“(...)Additional potential for CLT lies in new alliances with other materials, such as reinforced concrete, glass and steel.” <sup>7</sup> (Borgström e Fröbel, 2019:10)

**Bons desempenhos a nível térmico, acústico, sísmico, energético e ambiental** - do ponto de vista térmico, é um material naturalmente isolante, contribuindo para a estabilidade das temperaturas interiores; no campo acústico, permite controlar ruídos aéreos e de impacto. Em termos sísmicos, a sua leveza combinada com a elevada resistência confere às estruturas uma notável

---

<sup>7</sup> Tradução do Autor: O potencial adicional do CLT reside em novas alianças com outros materiais, como betão armado, vidro e aço.

capacidade de dissipação de energia, reduzindo o risco de colapso em eventos sísmicos. O desempenho energético é igualmente relevante, sobretudo quando se recorre ao pré-fabrico, que assegura precisão dimensional, estanquidade e maior eficiência global do edifício. Finalmente, no plano ambiental, a madeira, enquanto recurso renovável, funciona como reservatório de carbono e apresenta uma pegada ecológica inferior à de materiais convencionais como o betão ou o aço.

**Resistência Ortotrópica** <sup>8</sup> - a madeira apresenta um comportamento ortotrópico, ou seja, a sua resistência varia conforme o ângulo entre a direção das fibras e o esforço aplicado. A resistência mecânica não é, portanto, uniforme em todas as direções, dependendo da orientação das fibras face à tensão. Quando o esforço atua paralelamente às fibras, o material evidencia uma elevada capacidade resistente, sobretudo à compressão e à tração.

**Estímulo à Gestão Florestal Sustentável** - o uso da madeira na construção contribui para a redução da pegada ecológica e incentiva a gestão florestal sustentável, uma vez que promove a plantação de novas árvores, reforçando o equilíbrio ambiental.

Segundo Herzog, a pré-fabricação apresenta ainda outras vantagens referentes à pré-fabricação, como a otimização de custos, a redução de desperdícios, uma vez que há menos necessidade de adaptações e ajustes, e a possibilidade de reciclagem dos resíduos gerados. Além disso, por não exigir o uso de água durante a construção, torna o processo mais eficiente e sustentável (Herzog et al., 2004).

## DESVANTAGENS:

No que diz respeito às desvantagens na utilização desta solução construtiva, a principal e mais preocupante, é a vulnerabilidade dos painéis de CLT em contacto com o solo, pois a resistência diminui à medida que o teor de humidade aumenta, por isso neste sentido, recorre-se na maioria das vezes a um embasamento executado em betão armado, evitando que a água suba pela construção, por

---

<sup>8</sup> Um material ortotrópico possui propriedades mecânicas e térmicas que são únicas e distintas em três direções mutuamente perpendiculares (eixos ortogonais), como na madeira, onde as propriedades são diferentes nas direções longitudinal, radial e tangencial.

capilaridade. Alguma falta de mão de obra especializada também é uma desvantagem, pois torna este sistema construtivo, passível de ser substituído e nem sequer colocado em cima da mesa na hora de desenvolver o projeto. O preço pouco competitivo deste tipo de material poderá ser um fator que retrai os seus potenciais utilizadores, reforçando a ideia acima exposta. A madeira como ser vivo que é, expande (cresce) quando absorve humidade e retrai (mingua) quando a perde, o que lhe confere instabilidade, assim, podendo afirmar que, “(...) a madeira só atinge a plenitude das suas propriedades quando normal. Todas as irregularidades ou desvios diminuem-lhe a capacidade de utilização.”. (Carvalho,1996:67)

A **mecanização** associada aos processos de pré-fabricação pode igualmente revelar-se uma desvantagem. O aumento da dependência de maquinaria especializada implica elevados custos de aquisição, operação e manutenção, representando um investimento significativo para as empresas do setor. Paralelamente, a automatização tende a reduzir a necessidade de mão de obra qualificada em algumas etapas da construção, o que pode contribuir para a diminuição de postos de trabalho nos processos industriais padronizados. (Herzog et al.,2004)

## 1.4. A PRÉ-FABRICAÇÃO EM CLT

O conceito de pré-fabricação surge associado à industrialização da construção e à procura de maior eficiência, rapidez e controlo de qualidade no processo de construção. Historicamente, esta metodologia foi uma consequência direta da Revolução Industrial, da padronização dos processos produtivos e da introdução de máquinas. A pré-fabricação não se limitou à produção mecânica, mas representou uma mudança conceptual no modo de pensar a arquitetura, que passou a ser concebida com base em sistemas modulares e coordenados, influenciando diretamente a construção em madeira. (Hergoz et al.,2004)

A pré-fabricação está diretamente ligada à construção modular, pois ambas se baseiam na produção de componentes em fábrica para posterior montagem em obra. Este método otimiza a construção, tornando-a mais eficiente, precisa e sustentável em comparação com os processos tradicionais realizados integralmente no estaleiro,

“Un factor importante es que el componente siempre debe estar dimensionado por debajo de su espacio modular, en previsión de las tolerancias y el ajuste en obra.”<sup>9</sup> (Greeno & Chudley,2019:42)

O CLT representa a evolução contemporânea dos sistemas de construção em madeira, superando os modelos *light frame* ao combinar a leveza do material com um desempenho estrutural robusto. O seu carácter de material maciço e o elevado grau de controlo industrial conferem-lhe um papel central na transição da construção tradicional para a lógica da Indústria 4.0, marcada pela digitalização, automação e integração de processos.

---

<sup>9</sup> Tradução do Autor: Um fator importante é que o componente deve estar sempre dimensionado abaixo do seu espaço modular, prevendo as tolerâncias e o ajuste em obra.

#### 1.4.1. O PROCESSO DE PRÉ-FABRICAÇÃO: DA TEORIA À PRÁTICA

Com a pré-fabricação, foram surgindo novos métodos de trabalho, mais organizados e precisos; com isso organizou-se o processo de pré-fabricação em quatro fases distintas, sendo elas:

O **planeamento**, que é uma das fases mais importantes do processo, pois é aqui que se definem os módulos, componentes e uniões que permitirão a produção em série e a montagem eficiente em obra, integrando a arquitetura e engenharia desde início. Esta etapa representa o momento mais importante, pois estabelece a coordenação dimensional e o grau de industrialização pretendido. O arquiteto deve projetar não apenas a forma, mas também o sistema construtivo, antecipando tolerâncias, transporte e montagem. Segundo Strike, a pré-fabricação começa no projeto, onde cada decisão influencia diretamente a produção e a montagem. (Strike, 2004)

O **processo de fabrico**, inicia-se quando o projeto está definido. Inicia-se também a produção em ambiente controlado, normalmente numa fábrica ou oficina industrial. Nesta fase são cortados, moldados e montados os elementos estruturais, painéis, vigas, paredes ou módulos completos, com o auxílio de maquinaria de precisão, como por exemplo, CNC. (Herzog et al., 2004)

O **transporte** é a fase intermédia deste processo, que pouca importância pode aparentar, mas, no entanto, é um dos aspetos mais importantes a ter em conta na fase de planeamento. A eficiência logística é um dos fatores que determina o sucesso da pré-fabricação, sobretudo em componentes de grandes dimensões, como os painéis CLT, cujas dimensões máximas são frequentemente condicionadas pelas regras rodoviárias. (Herzog et al., 2004)

A **montagem em obra** é o culminar destas quatro fases, onde o tempo de realização é avaliado de acordo com o nível de pré-fabricação, para que não haja desperdícios de tempo. A obra torna-se mais rápida, limpa e segura, uma vez que a maioria dos trabalhos foi executada previamente em fábrica. Esta etapa assemelha-se a uma montagem industrial, onde cada componente é colocado no seu lugar com precisão milimétrica. (Herzog et al., 2004)

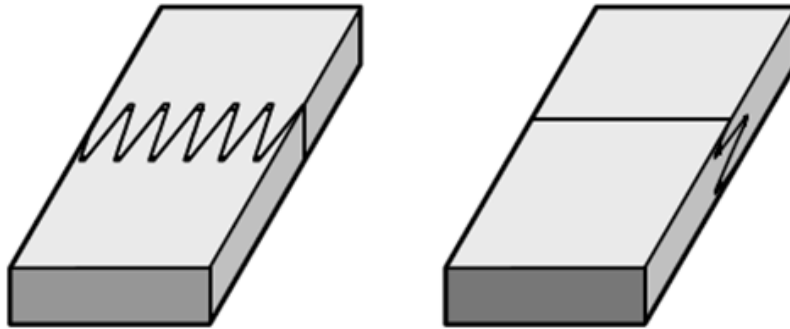


Figura 12 - *Finger-joints* transversais e longitudinais



Figura 13 - Prensa Pneumática para CLT



Figura 14 – CNC para corte do CLT

#### 1.4.2. O FABRICO DO CLT: O DOMÍNIO DA INDÚSTRIA 4.0

O fabrico do CLT é o exemplo da aplicação dos princípios de racionalização da Indústria 4.0 ao material mais antigo da construção. Os painéis são fabricados a partir da seleção criteriosa de diferentes árvores, sendo que as empresas que produzem CLT possuem, na sua maioria, processos de fabrico semelhantes, diferindo apenas no tipo de cola utilizada e nas dimensões finais dos painéis (Figura 15).

Inicia-se assim, a preparação; após a seleção da madeira, procede-se ao corte e seccionamento das tábuas. Como passo seguinte, efetuam-se os *Finger-joints*<sup>10</sup> (Figura 12) no topo das tábuas, de forma a ligá-las e, assim, conseguir os comprimentos pretendidos no sentido longitudinal das mesmas.

Passa-se para a formação do painel, procedendo-se à formação das respetivas camadas de CLT, colando-as umas às outras lateralmente. De seguida, é efetuada a colagem das camadas em sentido ortogonal com recurso a uma cola do tipo PUR<sup>11</sup>, sendo, posteriormente, elaborada a prensagem vertical e, por vezes, horizontal, proporcionando uma colagem rigorosa de todas as camadas e formando um painel maciço (Figura 13).

Depois de secas as madeiras, procede-se ao acabamento, os painéis são lixados por máquinas para obter uma superfície lisa e para retirar os excessos de cola. Seguidamente, inicia-se o processo de maquinação em CNC (Figura 14), sendo um dos passos mais importantes, que operam sob controlo mecânico previamente definido. Estas máquinas processam o corte, não só do dimensionamento do painel, mas também dos vãos e de todos os detalhes de encaixe, de acordo com as exigências do projeto. Isto torna a pré-fabricação destes painéis bastante eficiente, visto diminuir drasticamente os resíduos e o tempo de trabalho em obra.

---

<sup>10</sup> *Finger-joints*, são uniões entre peças de madeira que formam juntas longas e resistentes, utilizadas para produzir painéis de CLT com comprimentos significativos.

<sup>11</sup> Colas do tipo PUR (*one-component Polyurethane*), são colas específicas, livres de formaldeído e solventes.

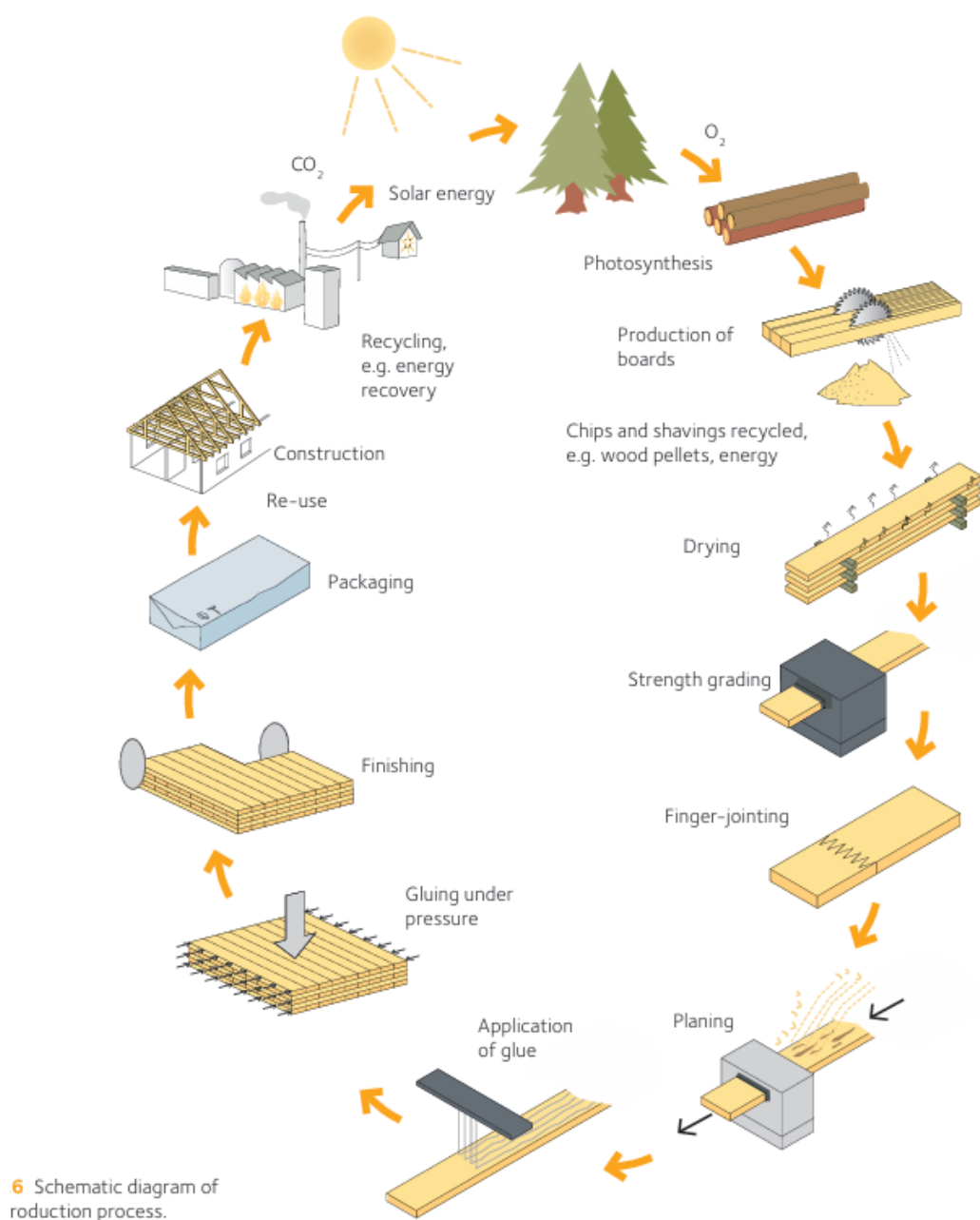


Figura 15 - Diagrama explicativo do processo de produção do CLT

Por último, os painéis devem passar por um rigoroso controlo de qualidade em fábrica, verificando a resistência à flexão, tração, compressão e delaminação, antes de seguir; culmina com o transporte e a montagem, sendo estes facilitados pelo planeamento e preparação exaustiva em fábrica, garantindo um produto final de elevada precisão dimensional.

Em conclusão, o fabrico do CLT exemplifica a aplicação dos princípios da Indústria 4.0 à construção em madeira, combinando precisão tecnológica, eficiência produtiva e sustentabilidade. A integração entre digitalização, pré-fabricação e controlo rigoroso de qualidade resulta num material estrutural de elevado desempenho, reafirmando o potencial do CLT como solução contemporânea e sustentável para a arquitetura do futuro. (Figura 15)

“CLT is an engineered material that can be used for architecture in an industrialised way, with extensive prefabrication of components. Elements based on wood can be processed all the way to the detailing and surface finish. With modern digital technology offering new choices and incredible precision, the construction world is no longer tied to the site-bound, suboptimal building culture.”<sup>12</sup> (Borgström e Fröbel, 2019:9)

---

<sup>12</sup> Tradução do autor: O CLT é um material de engenharia que pode ser usado na arquitetura de forma industrializada, com ampla pré-fabricação de componentes. Elementos à base de madeira podem ser processados até o detalhamento e acabamento superficial. Com a tecnologia digital moderna a oferecer novas escolhas e precisão incrível, o mundo da construção não está mais preso à cultura de construção e limitada ao local.



Figura 16 - Vista Superior do Espaço da Reabilitação

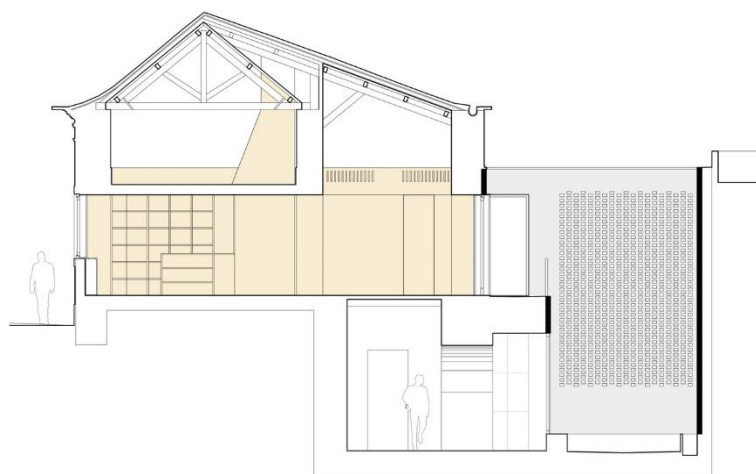


Figura 17 – Corte Representativo da Intervenção



Figura 18 – Espaço Interior da Futura Biblioteca

## 1.5. REABILITAR COM PAINÉIS CLT

A reabilitação de edifícios com o uso de CLT tem sido uma prática crescente nos últimos anos, especialmente devido à capacidade do material de preservar o património e melhorar a eficiência energética dos edifícios existentes. O CLT pode ser utilizado para reforçar estruturas antigas ou para adicionar novas camadas à construção, como pisos e fachadas, sem comprometer a integridade da edificação original. Exemplo disso foi a reabilitação e adaptação do antigo Tribunal a Centro de Artes e Ofícios de Albufeira pelos arquitetos do Estúdio ODS Arquitectos. Trouxeram o CLT para dentro do edifício, reabilitando-o e substituindo os pisos e estruturas degradadas, evidenciando a adaptabilidade e flexibilidade do material, capaz de unir o tradicional ao contemporâneo. (Figuras 16, 17, 18)

A sua utilização em reabilitação permite uma intervenção em obra seca, com poucos resíduos e com prazos reduzidos. Outra das vantagens de se recorrer a estruturas de madeira para a reabilitação de edifícios é o facto de, quando a construção executada com peças de madeira chega ao seu fim de vida, ser possível proceder à sua desmontagem, sem produção de poluição, e ser possível dar novas utilizações a esses elementos de madeira.

Atualmente, há determinadas situações em que reabilitar e aproveitar o máximo possível do existente se torna mais económico e vantajoso, provando que a reabilitação tem intervenções, menos invasivas do ponto de vista estrutural.

A reabilitação com estruturas de madeira apresenta benefícios técnicos na interação com o existente. Quando se compara uma reabilitação de um edifício com painéis CLT e com estruturas de aço, percebe-se que as ligações entre a estrutura de madeira e a alvenaria são pontuais. Em contraste, intervenções onde se opta por utilizar perfis de aço podem apresentar problemas, como as tensões onde estes dois materiais se ligam, consequência da grande diferença de rigidez entre a estrutura em aço e a alvenaria. (Mezeiro, 2018)

Em Portugal, esta prática não é tão comum, mas existem alguns casos em que a reabilitação de estruturas de casas tradicionais, por exemplo, envolve a sua substituição por estruturas e vigamentos em CLT, mantendo o efeito da sua construção original.

## 1.6. O FUTURO DA CONSTRUÇÃO EM CLT

O futuro da construção em CLT é promissor, uma vez que o material oferece soluções sustentáveis e de alta qualidade, cada vez mais procuradas no mercado, à medida que as tecnologias de produção evoluem e o custo de produção reduz, espera-se que o material ganhe mais espaço na construção, além disso, a possibilidade de combinar o CLT com outros materiais, como vidro, aço, betão e granito pode ampliar ainda mais as suas aplicações em projetos de grande escala. A construção em CLT tem, assim, o potencial de transformar a arquitetura contemporânea, proporcionando uma alternativa ecológica, eficiente e duradoura aos materiais tradicionais.

Herzog defende que a cultura do CLT pode-se espalhar cada vez mais, mas dependerá de alguns fatores como, a integração entre a inovação tecnológica, políticas públicas e a cultura arquitetónica, estes são alguns dos fatores que futuramente virão a ser necessários para implementar cada vez mais o CLT como material de construção, dizendo que

“(...)We can only make progress with increased efforts in education, research, development and planning.”<sup>13</sup> (Herzog et al., 2004: 139)

A utilização do CLT também é uma questão cultural, pois os países mais a norte da Europa já têm essas práticas e vivem numa cultura em que a madeira nunca deixou de fazer parte integrante da construção, o que permite que a madeira, seja o elemento estruturante de uma construção. Segundo Borgström e Fröbel,

“(...)The architecture we want for our cities in the future will be built around CLT frames. (...)”<sup>14</sup>. (Borgström e Fröbel, 2019:10)

---

<sup>13</sup> Tradução do Autor: Só podemos fazer progressos com esforços acrescidos na educação, investigação, desenvolvimento e planeamento.

<sup>14</sup> Tradução do Autor: A arquitetura que queremos para as nossas cidades no futuro será construída à volta de estruturas de CLT.

No que toca ao desenvolvimento da construção em madeira, é importante ressaltar que o futuro aponta para uma redefinição do paradigma construtivo,

“(...) é necessário promover acções de desenvolvimento tecnológico nas áreas da transformação e preparação compatíveis com as singularidades dos novos recursos, o que comporta o domínio de processamentos industriais para a otimização dos materiais da floresta intensiva e dos novos recursos da floresta da 3ª geração. (...)”. (Carvalho,1997:402)

Em Portugal já existem empresas como Kōzōwood e a Jular, que já fabricam as suas madeiras e derivados. São duas grandes referências nacionais que levam a acreditar que daqui a alguns anos se tornarão mais proeminentes na construção em madeira, com enfoque no CLT, apoiados na modernização tecnológica, na valorização dos recursos florestais e na afirmação de uma nova cultura construtiva, capaz de aliar tradição material a inovação e sustentabilidade ambiental.



## **CAPÍTULO II: METODOLOGIA E ANÁLISE DE CASOS REFERENCIAIS**

## 2.1. ABORDAGEM

O estudo de casos de referência tem como principal objetivo compreender de que forma os princípios teóricos abordados anteriormente no capítulo, nomeadamente a intemporalidade da madeira e o potencial da pré-fabricação, se aplicam na prática arquitetónica contemporânea, que se traduzem através da tecnologia, da modularidade e da integração no contexto urbano. Através da análise de obras específicas, é possível observar como diferentes arquitetos e contextos geográficos interpretam o uso da madeira e do CLT, não apenas como materiais de construção, mas como elementos estruturantes de uma nova abordagem à sustentabilidade, à eficiência e à expressão arquitetónica.

O posicionamento adotado neste capítulo parte da ideia de que a madeira, enquanto material natural e renovável, representa uma resposta eficaz aos desafios atuais da construção. A escolha dos projetos baseia-se na diversidade de contextos e escalas, permitindo compreender como a tecnologia e a pré-fabricação em CLT podem ser aplicadas em diferentes realidades, desde o contexto urbano português até exemplos internacionais. Assim, procura-se evidenciar como o material se adapta às exigências contemporâneas sem perder a sua identidade e valor simbólico.

Deste modo, os casos selecionados, refletem, uma estratégia comparativa, que abrange diferentes escalas, contextos e soluções construtivas. O primeiro exemplo ilustra a integração da madeira pré-fabricada num contexto urbano português, num edifício em altura, o segundo representa uma abordagem comunitária e cooperativa ao uso do CLT, e o terceiro evidencia a maturidade tecnológica e sustentabilidade da pré-fabricação em madeira aplicada à habitação social, no contexto urbano espanhol. A análise cruzada destes projetos permitirá identificar princípios comuns e divergências na forma como o material e a técnica contribuem para a qualidade arquitetónica e para a sustentabilidade do ambiente construído.

## 2.2. ARGUMENTAÇÃO

A análise dos casos de referência tem como finalidade sustentar a ideia de que a madeira e o sistema CLT representam soluções reais e eficazes para os desafios atuais da construção. Estes projetos demonstram que é possível unir a eficiência da pré-fabricação à qualidade arquitetônica e à sustentabilidade ambiental, conciliando tecnologia com sensibilidade estética e respeito pelo contexto. O argumento central é que a madeira, longe de ser um material do passado, assume hoje um papel de vanguarda na procura de uma arquitetura mais racional e expressiva.

Através destes exemplos, pretende-se evidenciar como o CLT permite transformar o processo construtivo, tornando-o mais rápido, preciso e controlado, sem comprometer a criatividade do projeto. A utilização de painéis pré-fabricados e o recurso a sistemas digitais de concepção e fabrico possibilitam um novo nível de rigor, reduzindo desperdícios e melhorando a eficiência energética dos edifícios. Assim, a madeira surge como um material capaz de unir tradição e inovação, respondendo tanto às exigências técnicas como às preocupações temporais e ambientais.

Por fim, a argumentação defende que o estudo de casos reais é uma via essencial para aprofundar o entendimento entre teoria e prática, permitindo testar conceitos como a intemporalidade material, a industrialização sustentável e a expressividade construtiva. Os casos analisados não são apenas demonstrações de soluções construtivas, mas também reflexões sobre o futuro da arquitetura. Cada projeto contribui para demonstrar que o uso inteligente da madeira e da pré-fabricação pode redefinir a forma como concebemos o espaço habitado, tornando-o mais sustentável, acessível e em harmonia com o meio ambiente. Através desta análise, reforça-se a importância de integrar o conhecimento técnico, a consciência ecológica e a sensibilidade arquitetônica num mesmo processo de criação.

## 2.3. METODOLOGIA DE SELEÇÃO E ANÁLISE

Este capítulo é dedicado à análise de casos de estudo que exemplificam a revalorização da madeira, em particular do CLT, na arquitetura contemporânea, demonstrando de forma prática a aplicação dos objetivos definidos na Introdução. A seleção dos exemplos procurou abranger distintas abordagens ao uso do material: o **Caso A** destaca o diálogo entre o CLT, a identidade local e a tradição construtiva; o **Caso B** evidencia o potencial estrutural e expressivo do material, demonstrando a sua capacidade de atuar em intervenções de maior escala no contexto nacional; e o **Caso C** explora a sua utilização em projetos de reabilitação, demonstrando a compatibilidade do CLT com outros materiais e sistemas construtivos.

Cada caso será analisado de acordo com uma matriz que visa sustentar a argumentação da dissertação. Os critérios de análise incluem:

**Enquadramento e Descrição:** Localização, data e autores, breve descrição do projeto.

**Aplicação Estrutural:** Detalhe sobre o uso do CLT (paredes, lajes, estrutura híbrida) e a sua relação com outros materiais.

**Racional Construtivo e Sustentabilidade:** Avaliação da eficiência do processo de pré-fabricação, tempo de execução e desempenho ambiental do edifício.

**Diálogo entre Tradição e Inovação:** Análise da forma como o projeto integra a herança da madeira no contexto moderno.

## 2.4. APRESENTAÇÃO DOS CASOS DE REFERÊNCIA

O universo de aplicação da madeira e do CLT é vasto. Contudo, para uma análise aprofundada, foram selecionados os seguintes três casos que representam um espectro diversificado de desafios e soluções, sendo os seguintes:

Caso A, o edifício *La Borda*, desenvolvido pelo coletivo de arquitetos LaCol em Barcelona, constitui um marco na habitação cooperativa e sustentável, destacando-se pela utilização de madeira CLT como sistema construtivo principal. A sua abordagem única em termos de design, uso de materiais e gestão comunitária faz dele um exemplo notável de como podemos construir um futuro mais sustentável e colaborativo.

Caso B, o projeto *The Log Porto Hotel*, desenvolvido pelos Ventura+Partners, conquistou o título de edifício mais alto construído parcialmente em CLT em Portugal. Localizado no Porto, mais concretamente nas Antas, o hotel preserva a ligação com a cidade, e assume-se não só um marco da engenharia, mas também é um exercício de reflexão sobre como a arquitetura, conciliando sustentabilidade e inovação tecnológica, pode ainda manter a tradição da cidade.

Caso C, os arquitetos do escritório H Architectes, no projeto do edifício intitulado *Habitatges Socials 2104*, adota uma abordagem mais cuidada e sensível ao contexto do local, tornando parte integrante do projeto as alvenarias do edifício antigo, para poder reaproveitá-las, o máximo possível para as paredes de meiação dos diferentes fogos, tornando possível que as lajes do edifício de quatro pisos sejam em CLT, o que levou a uma simbiose perfeita entre a conjugação de dois materiais naturais, e a simplicidade do projeto.

### 2.4.1. CASO A – LA BORDA



Figura 19 - *La Borda*, Edifício em Construção



Figura 20 - *La Borda*, Fachada para o *Bairro La Bordeta*



Figura 21 - *La Borda*, Galerias de Acesso aos Apartamentos



Figura 22 - *La Borda*, Lobby e Espaço Central

## ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO:

O edifício La Borda, concluído em 2018 em Barcelona e projetado pelo coletivo LaCol, vencedor do Prémio de Arquitetura Emergente Mies van der Rohe 2022, destaca-se como referência na habitação cooperativa. Baseado no direito de superfície, com cessão de uso por 75 anos em terreno público, o projeto procura combater a especulação imobiliária e reforçar a vida comunitária. Localizado na *Rua Constitució*, entre a área industrial de *Can Batlló*<sup>15</sup> e o bairro de *La Bordeta* (Figuras 19 e 20), insere-se num contexto urbano híbrido e socialmente ativo.

O projeto assenta na redefinição do programa de habitação coletiva, oferecendo 28 moradias de 40, 60 e 75 m<sup>2</sup> complementadas por amplos espaços comunitários, cozinha e sala de jantar coletivas, lavandaria, espaço multiuso, espaço de saúde, jardins, pátio e terraços semiprivados (Figura 21). Estes espaços articulam-se em torno de um grande pátio central (Figura 22), aludindo as tradicionais *corralas*<sup>16</sup> e funcionando como núcleo de encontro e convivência.

O projeto materializa uma abordagem de sustentabilidade tripla: ambiental, pelo uso de CLT como principal sistema construtivo; económica, através da otimização de custos de construção e manutenção; e social, graças ao modelo cooperativo e à forte aposta em espaços comuns que ampliam a vivência coletiva.

“Aprendemos com todo este contexto: como satisfazer as necessidades quotidianas; como colocar as pessoas ao centro de uma participação activa; e como poder ampliar estes processos ao nível da gestão urbana, incluindo, por exemplo, a habitação ou o trabalho - como no caso da nossa cooperativa LaCol – enfrentando alguns dos vectores e eixos de intervenção contemporâneos, tais como a emergência social e climática.” (Gamboa, 2022:133)

---

<sup>15</sup> “Um complexo industrial construído no século XIX, no sul de Barcelona. Em 1976, o Plano Diretor Municipal estabeleceu que a actividade industrial deveria cessar – e que equipamentos, habitação e espaços públicos deveriam aí ser implantados. Desde então, a vizinhança de La Borda exigiu continuamente o cumprimento desse acordo. Cansados de esperar a população de Sants e de La Bordeta invadiu o campus industrial e ocupou um dos edificios, onde, através de um processo participativo, se definiram os usos e os projectos que estas comunidades queriam desenvolver em Can Batlló. In [www.laborda.coop/en/project/can-batllo](http://www.laborda.coop/en/project/can-batllo).

<sup>16</sup> Corralas em Espanha referem-se a um tipo de edifício popular com origem em Madrid, caracterizado por um pátio central em torno do qual se organizavam as habitações.



Figura 23 - *La Borda*, Variedade de Materiais

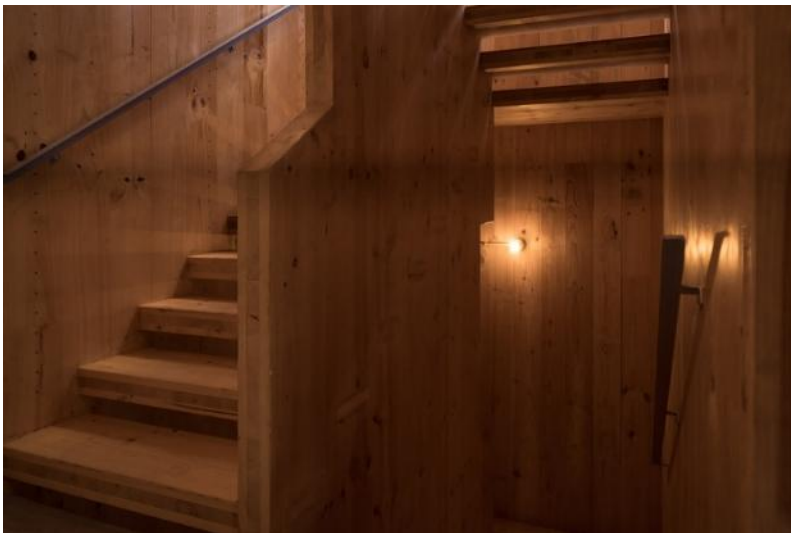


Figura 24 - *La Borda*, Circulação Vertical em CLT



Figura 25 - *La Borda*, Galerias de Acesso

## **APLICAÇÃO ESTRUTURAL:**

O La Borda é notável por ser o primeiro edifício de habitação social em Espanha, a utilizar o CLT como sistema estrutural principal, fornecido pela empresa Egoin, foi estratégica e respondeu diretamente aos desafios do projeto, elevando-se por seis pisos acima de um piso térreo em betão, para contacto com o solo e maior inércia.

Este edifício conjuga, então, materiais como, os painéis CLT com estruturas de ferro e aço, percebendo outra possibilidade e a capacidade que o CLT tem em se conjugar e interligar com outro tipo de materiais. Entre os pisos é possível perceber que é utilizado painéis de policarbonato (Figura 23), estes servem para fazer o ensombramento no interior do edifício.

A nível do piso térreo é feito com uma estrutura de betão, permitindo assim, uma maior resistência e comportabilidade dos pisos cimeiros. Todos estes pisos são acedidos através de uma coluna de circulação vertical, na parte de trás e encostada ao edifício ao lado para colmatar a empena, também em CLT (Figura 24). As coberturas do edifício são aproveitadas para ter terraços acessíveis pelos moradores.

As galerias de acesso são estruturas interiores contínuas, construídas com elementos de madeira que acompanham o pátio central e distribuem as entradas das habitações. Assentam numa lógica modular, recorrendo a vigas e pavimentos em madeira, em articulação com painéis de CLT da estrutura principal, formando passadiços lineares protegidos por guardas metálicas. (Figura 25)

Cada célula varia entre 40, 60 e 75 metros quadrados, o que permite também uma variedade a nível tipológica. Cada uma tem pelo menos, uma zona de sala de estar uma cozinha e um quarto, no qual pode variar entre um espaço maior de sala e cozinha e mais quartos, indo até ao máximo de dois quartos por fogo.

Os acabamentos interiores assentam na opção de deixar a estrutura de CLT exposta, solução que se revela eficiente tanto ao nível do processo construtivo como da própria execução em obra.

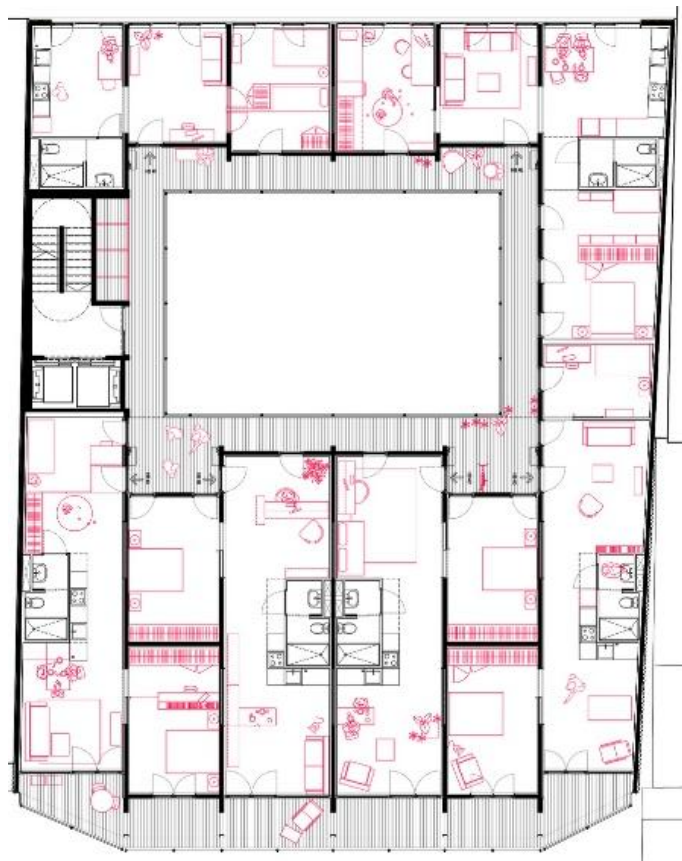


Figura 26 - *La Borda*, Planta Tipo dos Pisos 1,2,3 e 4



Figura 27 - *La Borda*, Planta Tipo dos Pisos 5 e 6

## **RACIONAL CONSTRUTIVO E SUSTENTABILIDADE:**

No que toca a velocidade e eficiência o sistema de pré-fabricação permitiu que a estrutura do edifício fosse erguida em apenas seis semanas, com o trabalho de uma equipa reduzida. A precisão do corte CNC (detalhado no Capítulo I) assegurou um estaleiro mais limpo, menos ruidoso e com mínimos desperdícios, características fundamentais para uma obra em contexto urbano. A lógica modular adotada no projeto La Borda, também é determinante para o seu racional construtivo e para o desempenho sustentável do edifício. Ao recorrer a módulos repetitivos e elementos pré-fabricados em CLT (Figuras 26 e 27), o sistema construtivo reduz significativamente a complexidade em obra, permitindo precisão dimensional, diminuição de erros e maior rapidez de montagem. Assim, a lógica modular articula-se com um processo construtivo mais leve, controlado e sustentável, reforçando os princípios cooperativos e ecológicos que orientam o edifício.

A leveza do CLT em comparação com as estruturas convencionais foi crucial, simplificando as fundações e a estrutura do piso térreo e facilitando a logística no bairro de Can Batlló.

Quanto à sustentabilidade, podemos afirmar que, a madeira CLT permite uma pegada de carbono significativamente inferior à do betão ou do aço, cumprindo o objetivo de baixo impacto ambiental, agindo como um sumidouro de carbono. Alguns princípios estão claramente assentes neste projeto, um deles é o da sustentabilidade e qualidade ambiental, sendo o objetivo construir o edifício com o menor impacto ambiental, tanto na obra como na sua vida útil e, sobretudo, conseguir conforto nas habitações com consumo mínimo para reduzir os custos globais de acesso à casa.

Quanto ao desempenho térmico e acústico, o material CLT e as soluções construtivas adotadas (como o isolamento e fachada e a estufa bioclimática no pátio central) garantem um excelente desempenho térmico e energético, minimizando a necessidade de climatização ativa e, consequentemente, os custos operacionais para os cooperantes.

## DIÁLOGO ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO:

O projeto La Borda estabelece um diálogo profundo com a tradição construtiva local e social, a identidade tipológica, na qual se reflete, a organização em torno de um pátio central e a presença de varandas coletivas remetem às antigas "corralas", uma tipologia tradicional de habitação popular espanhola, promovendo o encontro e a convivência.

A inovação material, devido ao uso visível da madeira CLT nos interiores confere uma qualidade estética e tátil que contribui para um ambiente acolhedor, contrastando com o carácter frio frequentemente associado à habitação social de betão. A madeira, neste caso, não é apenas um material técnico, mas um elemento que fomenta o bem-estar, e principalmente a sustentabilidade.

Por último, a participação comunitária, no coletivo LaCol integrou os futuros moradores em todo o processo de conceção, o que garantiu que as soluções de *design* e os espaços comuns refletissem as necessidades reais da comunidade, reforçando o sentido de pertença ao edifício.



## 2.4.2. CASO B – THE LOG PORTO HOTEL



Figura 28 - The Log Porto Hotel, Fachada da Entrada Principal

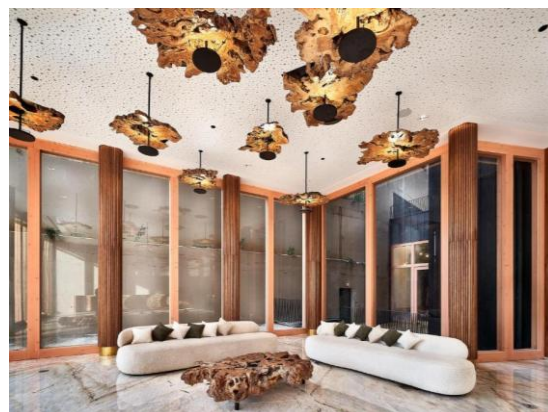


Figura 29 - The Log Porto Hotel, Lobby



Figura 30 - The Log Porto Hotel, Sala de Conferências



Figura 31- The Log Porto Hotel, Sala de Refeições / Bar



Figura 32 - The Log Porto Hotel, Quarto Duplo



Figura 33 - The Log Porto Hotel, Suite Presidencial

## ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO:

O *The Log* Porto Hotel constitui um marco significativo na engenharia portuguesa, ao ter alcançado o título de edifício mais alto do país construído parcialmente em CLT. Localizado na Rua da Vigorosa, na freguesia de Campanhã, no Porto, o projeto representa uma etapa relevante na experimentação e validação do desempenho do CLT em construções de maior altura (Figura 28). Embora desenvolvido pelo gabinete Ventura+Partners, o hotel reflete uma forte componente de engenharia, evidenciando a colaboração multidisciplinar necessária para explorar os limites técnicos e estruturais da construção em madeira massiva no contexto nacional.

O hotel integra diversos espaços coletivos que ampliam a sua versatilidade programática, um lobby para acolhimento e receção dos hóspedes (Figura 29), uma sala de eventos com capacidade superior a 200 pessoas (Figura 30), uma sala de conferências para cerca de 10 utilizadores, um bar na zona de entrada e um restaurante com aproximadamente 180 lugares sentados (Figura 31).

Para além da componente coletiva, o programa do hotel, inclui ainda, um total de 162 unidades de alojamento, distribuídas por 150 quartos duplos (Figura 32), 10 suítes presidenciais (Figura 33) e 2 suítes executivas. Estes espaços foram concebidos para oferecer conforto, funcionalidade e amplitude, respondendo às diferentes exigências dos utilizadores e tirando partido da lógica modular e da eficiência espacial proporcionada pelo sistema construtivo do edifício.

Para além destes espaços, o hotel, contém dois pisos de estacionamento subterrâneo, para albergar tanto transportes particulares de hóspedes, como veículos de pessoas que lá trabalham.

Estes espaços asseguram uma oferta diversificada e coerente, preparada para servir tanto os hóspedes como diferentes tipos de eventos culturais, empresariais e sociais, alinhando-se com os objetivos definidos para o hotel e com o potencial da sua localização e implantação.



Figura 34 - *The Log Porto Hotel*, Estrutura em Betão e Início da Colocação dos Painéis CLT



Figura 35 - *The Log Porto Hotel*, Montagem Modular dos Quartos

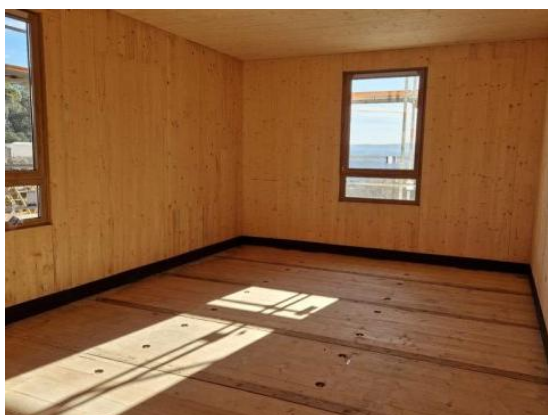


Figura 36 - *The Log Porto Hotel*, Vista Interior dos Quartos em Fase de Toscos

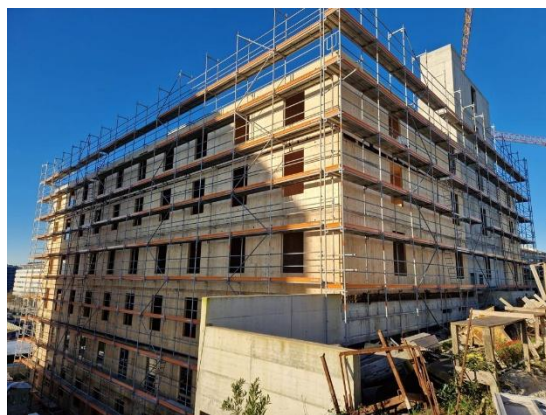


Figura 37 - *The Log Porto Hotel*, Fachada Sul, Montagem



Figura 38 - *The Log Porto Hotel*, Montagem das Lajes dos Pisos

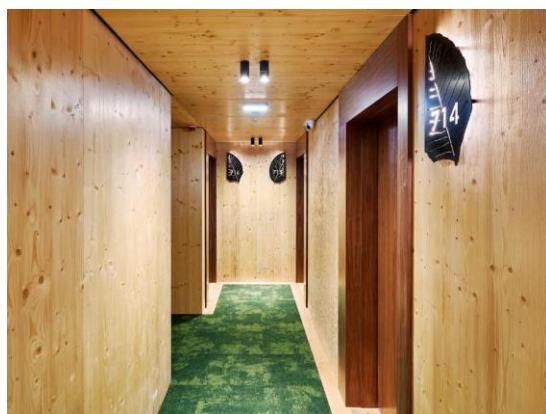


Figura 39 - *The Log Porto Hotel*, Corredor de Acesso aos Quartos

## **APLICAÇÃO ESTRUTURAL:**

Este edifício construído, parcialmente, em CLT apresenta uma série de características que o torna uma escolha inovadora e sustentável na arquitetura contemporânea, é constituído por um piso de acesso e zonas comuns, dois pisos enterrados de estacionamento em toda a implantação e oito pisos acima do solo, totalizando assim 10 pisos.

A solução estrutural do edifício combina pilares, vigas, paredes e lajes maciças em betão armado até ao piso térreo, incluindo lajes fungiformes nos pisos -1 e 0, apoiadas em pilares, núcleos de circulação e paredes estruturais com espessuras entre 0,15 m e 0,20 m (Figura 34). A partir daí, todos os pisos destinados aos quartos são executados em CLT. A construção em betão exigiu uma coordenação rigorosa, especialmente na preparação para betonagem, envolvendo cofragens, armaduras e a definição precisa de negativos para infraestruturas hidráulicas e sistemas de AVAC, cuja omissão implicaria custos acrescidos e potenciais fragilizações na estrutura.

A estrutura de madeira na zona dos quartos baseia-se num sistema integral em CLT, onde as paredes resistentes e as lajes são formadas por painéis lamelados colados que asseguram simultaneamente as funções portante e de contraventamento (Figuras 35 e 36). As paredes em CLT suportam as cargas verticais dos pisos superiores e garantem a estabilidade horizontal (Figura 37), enquanto as lajes em CLT atuam como diafragmas rígidos, distribuindo as ações laterais e permitindo uma construção leve, contínua e de montagem rápida (Figura 38).

As circulações na zona dos quartos, incluindo corredores e acessos, são igualmente estruturadas em painéis de CLT, garantindo continuidade e estabilidade ao conjunto (Figura 39).

Todas as outras zonas do hotel, tentam sempre que possível, manter o CLT à vista, o que elimina a necessidade de revestimentos adicionais, otimiza o uso de materiais e simplifica significativamente os acabamentos interiores.

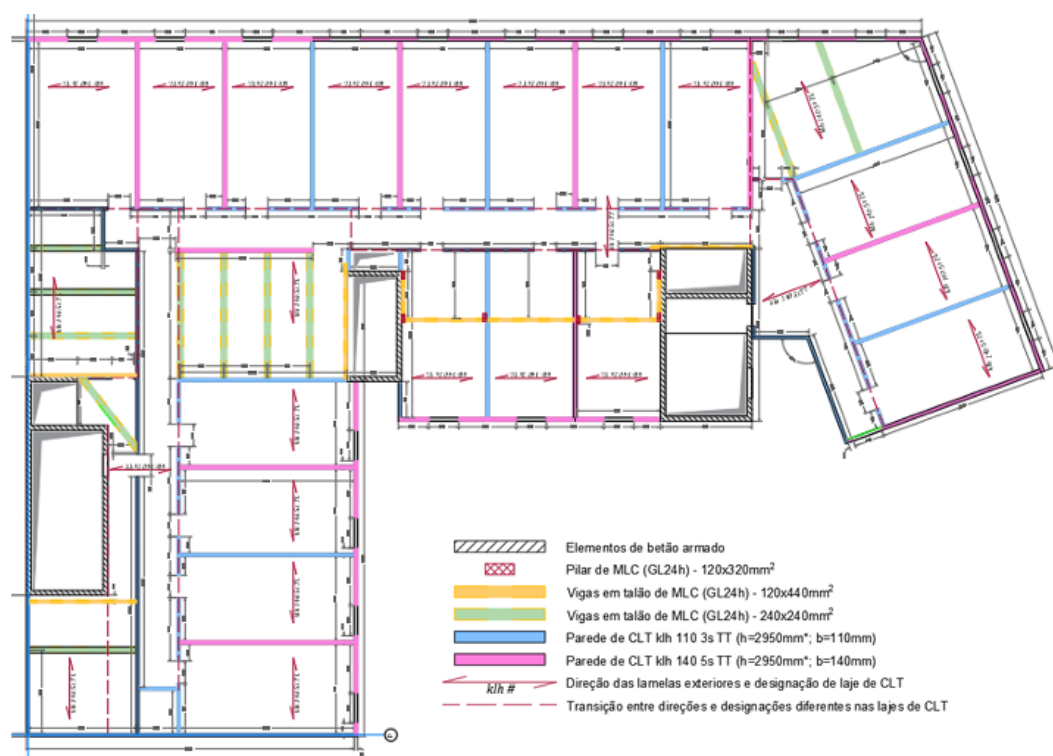


Figura 40 - *The Log Porto Hotel*, Cálculos em Planta para a Pré-Fabricação da Estrutura

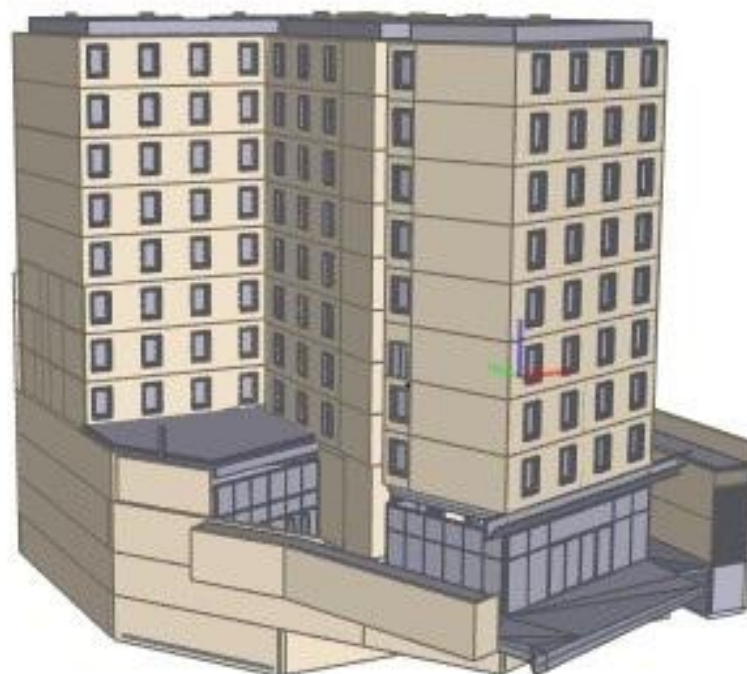


Figura 41 – *The Log Porto Hotel*, Modelo para Cálculo Automático de Acústica e Térmica

## **RACIONAL CONSTRUTIVO E SUSTENTABILIDADE:**

A construção do edifício segue, numa fase inicial, os mesmos princípios das soluções correntes em betão, distinguindo-se apenas pelo facto de a estrutura em madeira, sendo significativamente mais leve, permitir sistemas mais eficientes e elegantes. Esta característica contribuiu para que o hotel fosse concluído em cerca de **1 ano e 6 meses**. Durante o primeiro ano decorreram as escavações e a execução dos pisos subterrâneos e da estrutura em betão, enquanto, em paralelo, os painéis de CLT eram produzidos em fábrica. Esta sobreposição de fases, construção em obra e pré-fabricação em ambiente industrial, permitiu uma otimização substancial do tempo, garantindo maior rapidez e coordenação no processo construtivo.

As estruturas em CLT chegaram à obra com as dimensões do projeto sendo necessário somente a sua montagem, que aproximadamente demoravam 1 semana por piso, logo demorou cerca de 2 meses até a estrutura de madeira, ser finalizada, e mesmo que se verifique a necessidade de executar negativos para passagem de infraestruturas o procedimento é mais simples e rápido, mas raramente é necessário devido ao facto de estes painéis terem sido estudados e bem preparados já em fábrica, existindo uma pré-fabricação cuidada e claramente precisa, que resulta em menos custos extra no decorrer da obra. Os 4 meses restantes, serviu para acabamentos, o que permitiu que esta obra se pudesse realizar em menos de 2 anos.

Como os painéis de CLT são pré-fabricados, foi de extrema importância a sua definição exata em planta (Figura 40), para que no momento da sua montagem não ocorressem erros provenientes de uma má implantação. De modo a obter esforços fidedignos recorreu-se a elaboração de um modelo para o cálculo automático (Figura 41).

A análise deste caso de estudo evidencia que o CLT se afirma como uma alternativa estrutural altamente sustentável, oferecendo um desempenho ambiental claramente superior aos sistemas convencionais em betão ou aço. A utilização de madeira pré-fabricada revela-se capaz de responder de forma eficaz às atuais exigências de redução de emissões, eficiência energética e racionalização de

recursos, enquanto proporciona rapidez construtiva, conforto térmico e elevado controle do processo de produção. O exemplo do hotel demonstra, assim, que o CLT não representa apenas uma inovação material, mas um sistema construtivo completo e ambientalmente responsável, com potencial para transformar as práticas de construção e promover uma arquitetura urbana mais sustentável.

## **DIÁLOGO ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO:**

O *The Log Porto Hotel* estabelece, claramente, um diálogo claro entre tradição e inovação, integrando elementos identitários da arquitetura portuense ao mesmo tempo que introduz sistemas construtivos contemporâneos, como o CLT.

A presença dos soletos de ardósia em algumas fachadas, um elemento tradicionalmente associado à habitação burguesa e a edifícios históricos do Porto, constitui um gesto de continuidade cultural, recuperando uma linguagem formal profundamente enraizada na memória urbana. No entanto, estes soletos são reinterpretados através de uma lógica construtiva moderna: surgem integrados num edifício cuja estrutura superior é executada em painéis de CLT, combinando a estética vernacular com tecnologias de construção leve, pré-fabricada e sustentável. Esta articulação entre um elemento tradicional da fachada e uma solução estrutural inovadora demonstra como o projeto consegue honrar a herança arquitetónica local, preservando referências históricas, enquanto promove uma abordagem construtiva alinhada com os desafios contemporâneos de sustentabilidade, eficiência e modernidade.



### 2.4.3. CASO C – *HABITATGES SOCIALS* 2104



Figura 42 - *Habitatge Socials*, Edifício Antigo



Figura 43 - *Habitatge Socials*, Corte dos Blocos de Betão Ciclópico



Figura 44 - *Habitatge Socials*, Vista Exterior do Piso Térreo



Figura 45 - *Habitatge Socials*, Alçados Interiores Traseiros

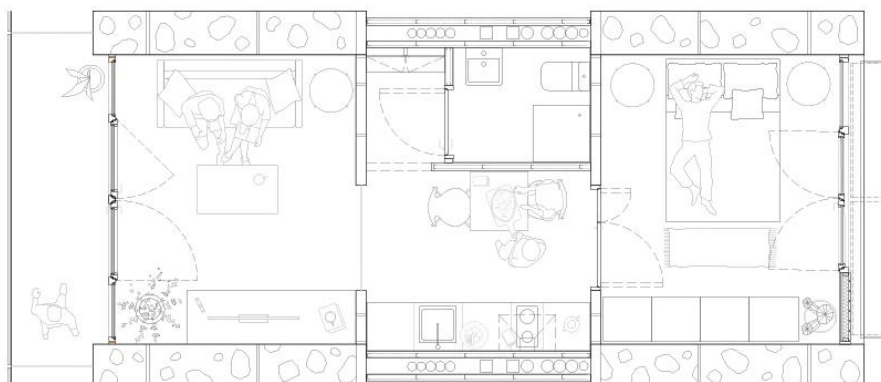


Figura 46 - *Habitatge Socials*, Planta do Módulo Tipo de um Apartamento

## ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO:

O conjunto *Habitatges Socials 2104* situa-se em *Palma de Mallorca*, nas Ilhas Baleares, Espanha. O projeto, desenvolvido pelo escritório HARQUITECTES começou com a demolição de uma antiga escola de três pisos em muito mau estado de conservação. (Figura 42)

O projeto adotou a estratégia de mineração urbana, que muito sucintamente, se descreve como um aproveitamento, para a construção do novo edifício, das demolições provenientes da escola antiga; basicamente o projeto constrói-se com o que o terreno dispõe. (Figura 43)

Toda a organização espacial e programática do edifício é herdeira do sistema estrutural, a composição da planta é organizada com um núcleo de escadas na rótula, que dá acesso a uma galeria para o jardim interior (Figura 44), a partir do qual se acessa a cada um dos módulos de habitações, todas, exceto os do piso que estão em contacto direto com o solo (Figura 45). Os módulos do piso superior, têm metade da profundidade dos andares típicos, fazendo um recuo à fachada que fica virada para a rua, e usam dois compartimentos estruturais para cada apartamento.

A construção em L, que faz gaveto, comporta, 7 apartamentos nos pisos -1, 1 e 2, mantendo a lógica estrutural, sabendo que um dos apartamentos é maior, pois situa-se na rótula do edifício, ganhando, mais um quarto e um espaço maior de sala. No nível do piso térreo são feitas 4 garagens dentro da estrutura do edifício, deixando a rótula para zona de entrada comum e respetivas circulações verticais, sobrando então assim, 5 apartamentos individuais em contacto direto com a rua.

Cada módulo é constituído e igualmente dividido em 3 partes iguais (Figura 46), o que possibilita uma estrutura mais simples, sendo a parte central que comporta as áreas húmidas como a cozinha e a casa de banho, permitindo que o edifício tenha espaços para passarem os tubos das especialidades ao longo de toda a sua estrutura. A partir da galeria de acesso aos módulos entramos numa parte em que cada pessoa pode decidir o que pretende lá colocar tornado um espaço multifuncional, mas que maioria das vezes se pode dizer que é a sala de estar, mais ao fundo e virado para a rua temos o quarto.



Figura 47 - *Habitatges Sociais*, Textura da Parede de Blocos de Betão

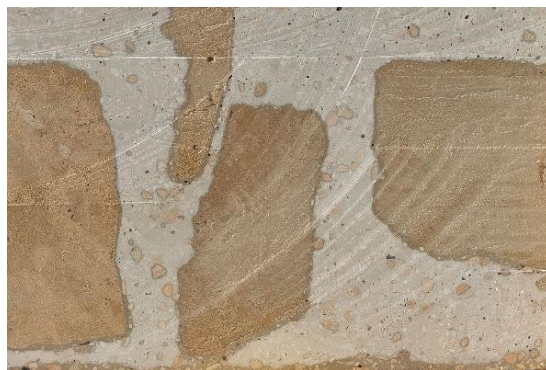


Figura 48 - *Habitatges Sociais*, Textura da Parede de Blocos de Betão



Figura 49 - *Habitatges Sociais*, Vista das Galerias de Acesso aos Apartamentos, Estrutura do Edifício

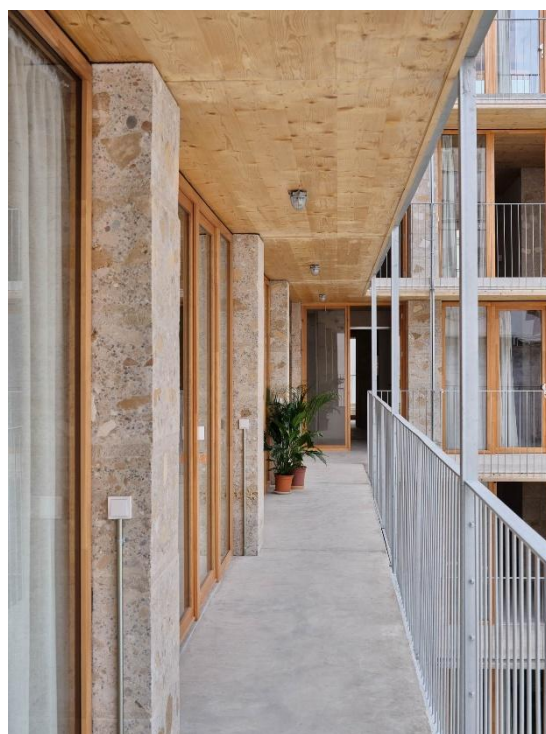


Figura 50 - *Habitatges Sociais*, Vista das Galerias de Acesso aos Apartamentos, Estrutura do Edifício



Figura 51 - *Habitatges Sociais*, Vista Interior de um Apartamento Tipo



Figura 52 - *Habitatges Sociais*, Vista Interior dos Apartamentos Cimeiros

## **APLICAÇÃO ESTRUTURAL:**

A estratégia mais diferencial deste projeto é a utilização do material da demolição da antiga escola como recurso para a construção do novo edifício, praticando o que poderíamos chamar de mineração urbana: onde os recursos materiais saem do próprio terreno urbano como resultado da demolição do edifício pré-existente.

Uma vez concluída a demolição e selecionados os materiais, é utilizado quase todo o entulho da obra, dependendo do tipo de material, principalmente de duas formas: serão despejadas as peças de elementos cerâmicos e betão (140 m<sup>3</sup>) nos poços de fundação; todo o arenito (160 m<sup>3</sup>) serão reaproveitados para a construção de grandes blocos (1.700 unidades) de betão calcário ciclópico misturado com arenito reciclado (40% do volume dos blocos), composto por grandes rochas de até 30cm de diâmetro, brita de arenito e arenito. (Figura 47)

Estes blocos, com cerca de 135 cm de comprimento, 42 cm de altura e largura variável para cada piso (64, 54, 44 e 34 cm), foram pré-fabricados assim que a demolição foi concluída, antes de se iniciar a construção do novo edifício e reduziu consideravelmente a duração da obra. (Figuras 47 e 48)

Os blocos são empilhados para construir paredes de suporte perpendiculares à rua, que suportam lajes de CLT. Em cada piso as paredes são afinadas em 10 cm, permitindo o apoio direto dos painéis CLT, facilitando a rapidez de execução do conjunto habitacional (Figuras 49 e 50). Perpendiculares aos blocos, vigas de 15 cm de espessura, construídas com o mesmo betão ciclópico, bloqueiam a estrutura e fazem o travamento de todo o edifício, juntamente com a escada e o núcleo do elevador.

O CLT é aplicado nas lajes e paredes interiores, deixando a sua textura aparente, de forma a facilitar processos de acabamento. No interior dos módulos habitacionais, as aparências dos materiais dão nome à simplicidade do projeto (Figuras 51 e 52). As caixilharias também são feitas em madeira, demonstrando a continuidade material da estrutura em madeira.



Figura 53 - *Habitatges Sociais*, Contacto com o Solo

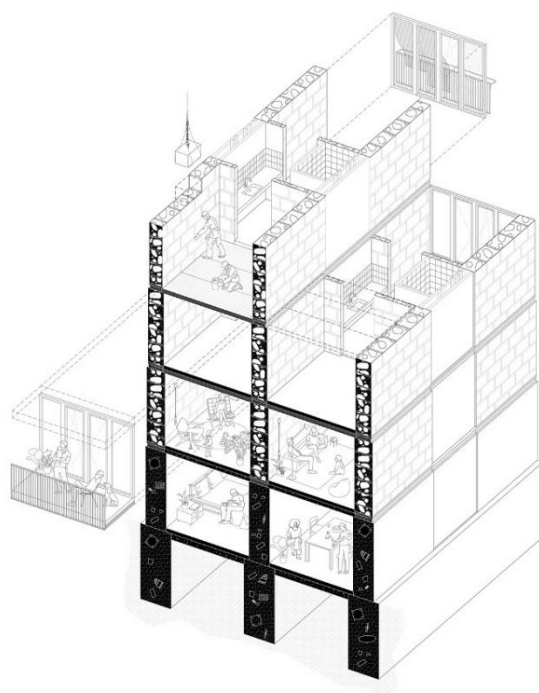


Figura 54 - *Habitatges Sociais*, Corte Esquemático que Representa a Constituição do Edifício



Figura 55 - *Habitatges Sociais*, Fachadas em Confrontação com a Via Pública

O piso que fica subterrado é construído totalmente em betão, tanto lajes quanto as paredes de meação dos módulos, dando assim estabilidade ao resto do edifício acima de si, permitindo atingir cargas maiores para comportar os 4 pisos acima. (Figura 53)

A fachada mostra nitidamente o sistema estrutural, as paredes divisórias verticais das de blocos pré-fabricados, que diminuem de largura em cada andar (Figura 54), e sustentam os tetos/lajes de painéis de CLT horizontais, como a fachada de cada apartamento, de laje a laje, janelas de madeira com fecho lateral, opaca e persianas para proteger do sol leste e oeste. (Figura 55)

### **RACIONAL CONSTRUTIVO E SUSTENTABILIDADE:**

Como em cima explicado, o edifício foi construído á base da mineração urbana, o que permitiu um raciocínio estrutural, estes princípios manifestam-se desde a fase inicial, através de uma abordagem que procura minimizar desperdícios, simplificar processos e otimizar os recursos disponíveis. A reutilização sistemática dos materiais provenientes da demolição da antiga escola, constitui um exemplo claro deste racional: em vez de descartar os resíduos, estes foram reincorporados no novo edifício, reduzindo a necessidade de materiais novos, custos de transporte e impactos associados à extração.

Os painéis CLT, tanto das lajes como das paredes utilizados neste projeto, foram pré-fabricados numa fábrica perto do local da obra, também reduzindo custos de transporte e reduzindo tempo de obra, levando, desde a demolição do antigo edifício existente, 1 ano e 2 meses até ao término da obra.

A título de curiosidade, neste projeto aconteceu algo no qual deveríamos refletir, não só as estruturas em CLT foram pré-fabricadas e pensadas, como os blocos de betão ciclópico, também foram pré-fabricados, pensados e calculados, isto leva-nos a reconhecer que a industrialização e a pré-fabricação já não dizem respeito apenas aos sistemas leves em madeira, mas podem igualmente ser aplicadas a materiais tradicionalmente associados à construção pesada.

A nível de sustentabilidade, o projeto destaca-se pela adoção de estratégias que reduzem a pegada ambiental e promovem a circularidade dos recursos. A decisão de reciclar os materiais *in situ* funciona como um mecanismo de mineração urbana, que valoriza o que já existe e evita a produção de resíduos. Paralelamente, a composição construtiva privilegia materiais de baixa energia incorporada, ventilação natural, controlo passivo do clima e elementos que promovem conforto térmico sem elevado consumo energético. A combinação destes princípios permite que o edifício se afirme como um modelo sustentável, não apenas pela eficiência energética do seu funcionamento, como também pela forma como todo o ciclo de construção, da demolição à execução, foi pensado de forma responsável, ecológica e integrada no contexto local.

### **DIÁLOGO ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO:**

Neste contexto, não há muito a expor sobre esta temática, mas, podemos refletir que este diálogo produtivo entre o antigo e o novo revela uma arquitetura que reconhece o valor da herança construtiva, mas que simultaneamente a desafia e atualiza. Ao combinar materiais naturais, reutilização de recursos locais, sistemas pré-fabricados e soluções estruturais inovadoras, o projeto demonstra que a tradição pode ser uma base sólida para a inovação, contribuindo para edifícios que são simultaneamente enraizados, sustentáveis e tecnicamente avançados.

### **CAPÍTULO III: ENSAIO PROJETUAL: REABILITAÇÃO DO QUARTEIRÃO DE SÃO PEDRO, MATOSINHOS**



Figura 56 - Planta de Implantação | Enquadramento Geral no Lugar

### **3.1. OBJETO DE INTERVENÇÃO – O EXISTENTE**

O objeto de estudo da Unidade Curricular de Projeto III, tem como lugar o concelho de Matosinhos (ver apêndice I), localizado a noroeste de Portugal e integrado na área metropolitana do Porto (Figura 56), apresenta uma identidade fortemente marcada pela sua relação histórica com o mar (ver apêndice III, Pesca e Casas de Mar). A vocação portuária e industrial do território desenvolveu-se em torno da pesca, da indústria conserveira e da construção do Porto de Leixões (ver apêndice II), fatores decisivos na sua evolução económica, social e urbana.

#### **3.1.1. ENQUADRAMENTO GERAL NO LUGAR**

As “Casas de Mar” em Matosinhos, além do seu valor histórico, revelam a transição tecnológica que marcou a região no final do século XIX e início do século XX. A proximidade ao Porto de Leixões (ver Apêndice III), importante polo industrial e logístico, influenciou os sistemas construtivos locais, originando edifícios com vigas de madeira esquadriadas resultantes dos novos processos de transformação industrial. Estas vigas, de secção regular e padronizada, evidenciam a crescente industrialização da construção. Assim, as “Casas de Mar” testemunham não só modos de vida ligados ao mar, como também a gradual incorporação de técnicas mais eficientes, precursoras da racionalização e da pré-fabricação.

Compreendendo a Rua de São Sebastião, a Rua do Sul e a Rua do Conde de São Salvador, esta área reflete uma profunda ligação ao mar. Originalmente vinculada à pesca, a atividade evoluiu ao longo do tempo, dando origem a uma forte presença de espaços dedicados à restauração. O edificado existente destaca-se pela sua tipologia estabilizadora, que manteve a morfologia característica ao longo dos anos, adaptando-se funcionalmente às novas atividades e usos. Esta constância formal, aliada à transformação progressiva das práticas económicas e sociais, faz das Casas de Mar um testemunho vivo da relação de Matosinhos com o mar e com a sua história marítima. (ver apêndice III, Pesca e Casas de Mar, Contemporaneidade e Estâncias Balneares) A área simboliza a essência da identidade local (ver apêndice III, Integridade do Local), combinando memória, tradição e adaptação, e continua a ser um marco representativo do património cultural e urbano de Matosinhos.



Figura 57 - Planta de Implantação | Caracterização do Objeto de Intervenção



Figura 58 - Vista do gaveto da Avenida Serpa Pinto e a Avenida Engenheiro Duarte Pacheco | Existente

### 3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE INTERVENÇÃO

O objeto de intervenção localiza-se em Matosinhos, inserido nas "Casas de Mar" (Figura 57), quarteirão constituído por vários lotes que já se expuseram a vários usos durante os anos, muito exposto ao tempo; hoje encontram-se algumas partes em ruína parcial e outras em ruína total, o que permite a reabilitação do quarteirão por inteiro, visto a localização no gaveto da Avenida Serpa Pinto e a Avenida Engenheiro Duarte Pacheco. (Figura 58)

As ruínas, representam um fragmento significativo da história local, testemunhando antigas ocupações e usos do espaço urbano. Com uma arquitetura marcada pela passagem do tempo, estas estruturas oferecem um rico campo para reflexão sobre a relação entre preservação e intervenção contemporânea em Matosinhos.

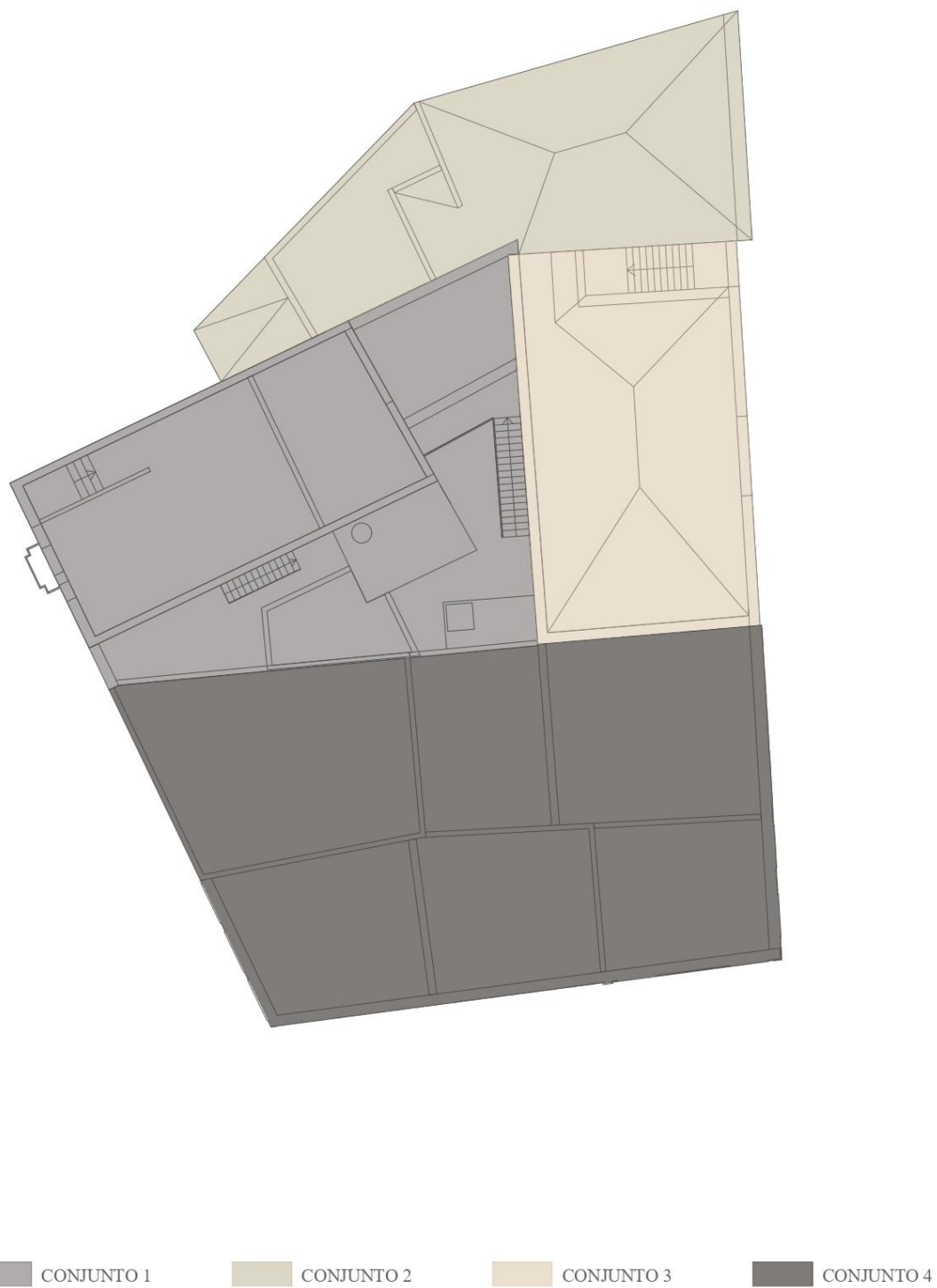


Figura 59 - Esquema dos Vários Conjuntos do Quarteirão de Intervenção

### 3.1.2.1. LEVANTAMENTO

O levantamento do quarteirão foi realizado de forma sistemática em grupo, combinando observação direta, registo fotográfico e análise métrica, com especial atenção às soluções construtivas em madeira presentes nas “Casas de Mar”. A primeira etapa consistiu na identificação das tipologias arquitetónicas predominantes e dos elementos exteriores que sugeriam a presença de estruturas tradicionais, como vãos estreitos, fachadas alinhadas e coberturas inclinadas.

Posteriormente, efetuou-se, na medida do possível um levantamento dos interiores acessíveis, recorrendo à medição manual e ao registo gráfico das principais componentes estruturais. Foram analisadas vigas, barrote, asnas e elementos de apoio no Conjunto 2, que era o único que ainda tinha as estruturas deterioradas, mas originais, destacando-se a utilização de madeira esquadriada, característica da influência industrial do Porto de Leixões. Sempre que possível, observou-se o estado de conservação, as ligações entre peças, as secções, o ritmo estrutural e eventuais substituições ou reforços ao longo do tempo.

Sempre que possível e acessível, o levantamento integrou ainda a análise de paredes e tetos, permitindo identificar, reparação ou adição estrutural. Fotografias de pormenor foram recolhidas para registar os sistemas de encaixe ou fixação, e a relação entre a estrutura e os restantes materiais do edifício.

Por fim, todos os dados foram sistematizados em plantas, alçados e cortes (ver apêndice IV), que permitiram compreender a lógica estrutural original. Paralelamente, foram também realizadas maquetes físicas e digitais que aprofundaram a leitura espacial e construtiva do conjunto (ver apêndice V). Este enfoque no elemento madeira revelou a coexistência entre técnicas tradicionais e soluções industrializadas, essenciais para interpretar a evolução construtiva do quarteirão.



Figura 60 – Fachada Conjunto 1



Figura 61 - Fachada Conjunto 2

## **CONJUNTO 1:**

O Conjunto 1 (Figura 60), situado no gaveto da Avenida Serpa Pinto, ocupa uma posição urbana de destaque e reflete várias fases de transformação ao longo do tempo. Segundo registos históricos, o edifício manteve-se habitado até cerca de 2009, entrando depois num período prolongado de abandono que intensificou a sua degradação e desabamento. Atualmente apresenta fissuras em paredes de alvenaria, infiltrações, degradação de revestimentos e danos significativos nos elementos em madeira. Apesar disso, conserva valor patrimonial e potencial para uma reabilitação que respeite a sua memória construtiva e permita a sua reintegração no tecido urbano.

## **CONJUNTO 2:**

O Conjunto 2 (Figura 61), situado na confluência da Avenida Engenheiro Duarte Pacheco com a Rua de São Pedro, apresenta uma tipologia mista que integra atividades residenciais e comerciais, refletindo a dinâmica económica do bairro. Ao longo das décadas, o edifício sofreu alterações morfológicas significativas para responder a diferentes usos, mantendo-se funcional até cerca de 2012, momento a partir do qual permaneceu devoluto. O longo período de abandono, agravado por uma inundação e um incêndio, acelerou a degradação do imóvel e afetou de forma severa a compartimentação interior e a estabilidade estrutural. Apesar do estado de deterioração, o edifício mantém valor arquitetónico e urbano, constituindo uma oportunidade de requalificação capaz de revitalizar um ponto estratégico de Matosinhos.



Figura 62 - Fachada Conjunto 3



Figura 63 - Conjunto 4

### **CONJUNTO 3:**

O Conjunto 3 (Figura 62), localizado na Rua de São Pedro, tem origem na habitação coletiva, mas registos orais e documentais confirmam que também acolheu atividades industriais, conferindo-lhe uma identidade híbrida e um valor patrimonial singular. O edifício sofreu várias transformações e ampliações ao longo do tempo, refletindo adaptações aos diferentes usos e dinâmicas económicas do quarteirão. Com o encerramento das atividades fabris, entrou num período de abandono que acelerou a sua degradação física, comprometendo a integridade construtiva e a leitura arquitetónica da preexistência. A sua reabilitação torna-se assim estratégica, permitindo recuperar a memória industrial de Matosinhos e reintegrar o edifício no tecido urbano contemporâneo.

### **CONJUNTO 4:**

O Conjunto 4 (Figura 63), situado num gaveto com três frentes, Avenida Serpa Pinto, Rua de São Pedro e o atravessamento pedonal a sul, encontra-se atualmente em estado de ruína total. Resultante de várias fases de ocupação e transformação desde o início do século XX, o edifício perdeu praticamente toda a sua integridade física devido ao abandono prolongado, à ausência de manutenção e à exposição constante às intempéries, fatores que levaram ao colapso parcial das estruturas e à destruição de elementos arquitetónicos relevantes. Apesar disso, a sua localização estratégica e o valor simbólico que carrega fazem dele uma peça central no processo de reabilitação do quarteirão.

### 3.1.2.1.1. Resolução Construtiva – Existente

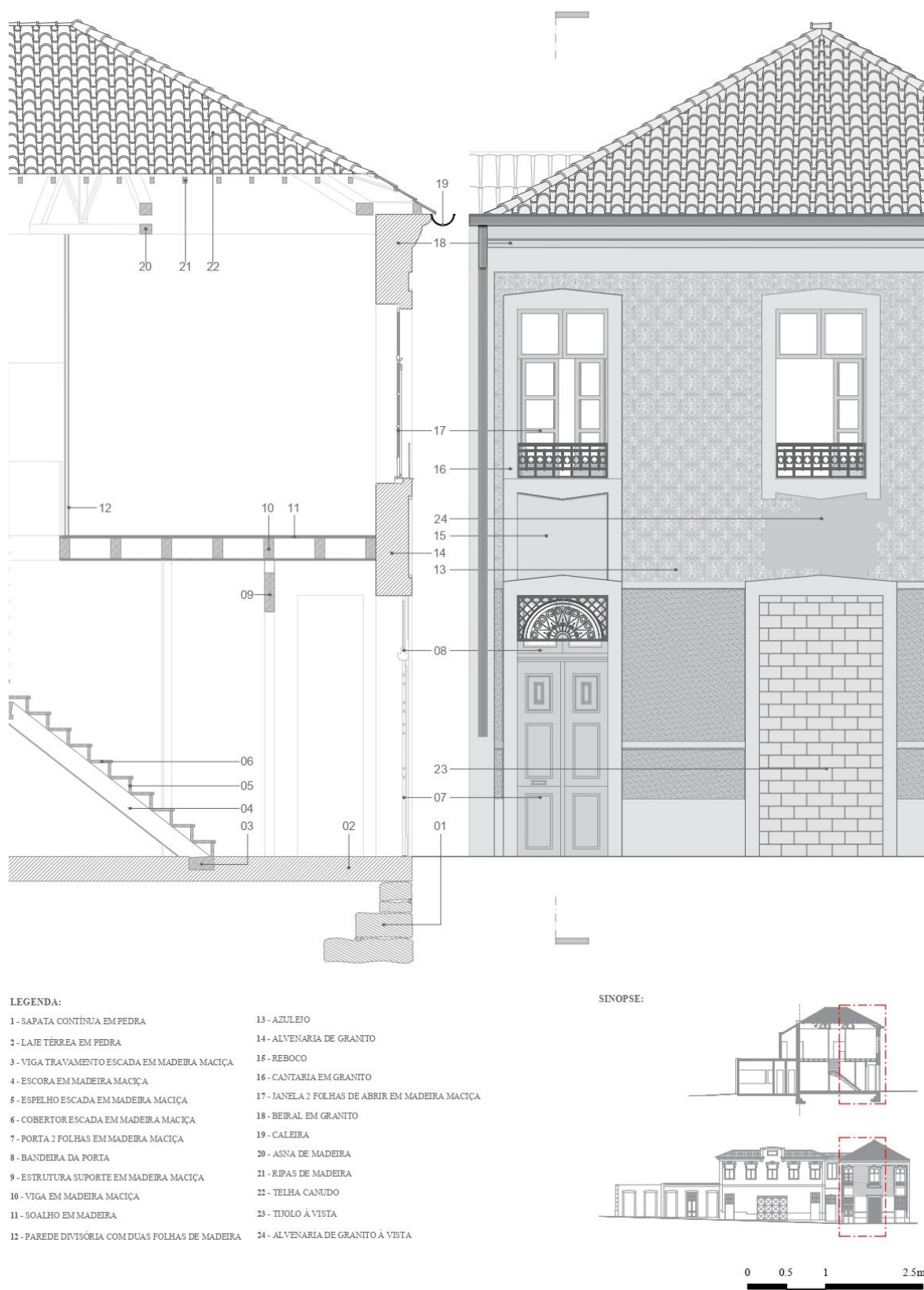


Figura 64 - Corte Construtivo, Fachada do Conjunto 2 | Levantamento

A habitação apresenta uma solução construtiva tradicional (Figura 64), característica da arquitetura portuguesa do início do século XX, combinando sistemas estruturais em alvenaria de pedra com elementos interiores em madeira. A fundação assenta sobre sapatas contínuas em pedra (01), que suportam paredes exteriores espessas em alvenaria de pedra (14), responsáveis pela estabilidade e estrutura do edifício. Sobre estas paredes assentam lajes térreas em pedra (02), que estabelecem a transição para o piso térreo.

A estrutura interior dos pavimentos superiores é constituída por um sistema tradicional de vigas, travamentos e soalhos em madeira maciça. As vigas (10) suportam o pavimento em soalho (11), configurando um pavimento leve, típico das construções habitacionais do período. Este sobrado, ao apresentar vigas esquadriadas (10), evidencia já uma fase de maior evolução e racionalização construtiva, marcada pela utilização de madeira serrada e padronizada. Este detalhe indica a transição de métodos artesanais para processos mais controlados e eficientes, refletindo o avanço técnico da época e a crescente influência da industrialização na execução estrutural em madeira. As escadas interiores são seguras por escoras em madeira maciça (04), que por sua vez descarregam a carga nas vigas de travamento (03), os espelhos (05) e cobertores (06) também são em madeira maciça, característico da época.

Os vãos exteriores apresentam caixilharias em madeira, compostas por portas e janelas de duas folhas com vidraças, destacando-se a porta de entrada com bandeira superior decorada (08) e as janelas (17) com duas folhas de abrir e portada inferior. As cantarias de emolduramentos dos vãos são realizados em granito (16), material amplamente empregue no local pela sua durabilidade e carácter identitário.

A fachada é revestida com azulejo cerâmico (13), elemento distintivo que contribui para a expressão estética e proteção superficial da alvenaria. No interior, existem paredes divisórias de madeira, nomeadamente paredes com painéis em madeira (12) e alvenarias interiores com diferentes graus de acabamento.

A cobertura é composta por asnas em madeira, uma estrutura tradicional da época, suportando a telha cerâmica tipo canudo (22), assente sobre ripado de madeira (21). O beiral é definido por uma peça de granito moldurada (18) e

rematado com caleira metálica (19), garantindo a drenagem adequada das águas pluviais.

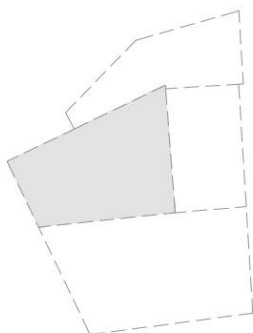
No conjunto, esta habitação combina técnicas tradicionais, num sistema construtivo coerente que expressa tanto a lógica estrutural do período como a valorização material e decorativa das fachadas. Trata-se de um edifício de grande coerência morfológica, cujo sistema híbrido entre alvenaria resistente e pisos leves de madeira exemplifica um modelo construtivo vernacular ainda amplamente presente no tecido urbano histórico português.



### 3.1.2.2. DIAGNÓSTICO E ESTADO DE CONSERVAÇÃO

#### Quadro II – Patologias e Estado de Conservação | Conjunto I e II

##### CONJUNTO 1 CASA VERMELHA



###### Patologias:

###### Estruturais:

Deformação da fachada  
Cantaria fissurada  
Cobertura em ruína total  
Laje do primeiro piso em ruína total

###### Físicas:

Fissuração  
Permeabilidade das paredes  
Humidade

###### Orgânicas:

Vegetação  
Fungos

###### Estéticas:

Descaracterização  
Sujeidade

###### Degradação:

Vidros Partidos  
Entrada de água para o interior  
Falta de manutenção

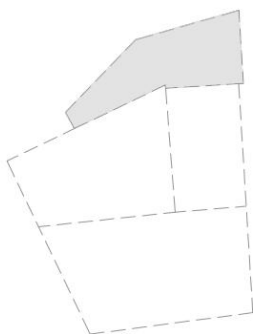
###### Estado de Conservação:

**Ruína Parcial**

##### REGISTO FOTOGRÁFICO:



##### CONJUNTO 2 CASA VERDE



###### Patologias:

###### Estruturais:

Deformação da fachada  
Cantaria fissurada  
Cobertura em ruína total  
Laje do primeiro piso em ruína total

###### Físicas:

Fissuração  
Permeabilidade das paredes  
Humidade

###### Orgânicas:

Oxidação / Corrosão  
Fungos

###### Estéticas:

Descaracterização  
Sujeidade  
Interior Incinerado

###### Degradação:

Vidros Partidos  
Decadência devido ao Incêndio  
Falta de manutenção e negligência

###### Estado de Conservação:

**Ruína Parcial**

##### REGISTO FOTOGRÁFICO:

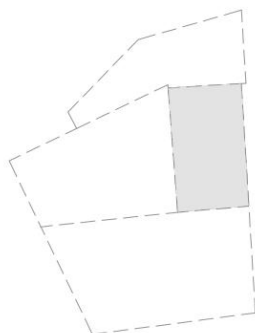


O Conjunto 1 (Quadro II), revela um estado avançado de degradação, refletido tanto nas patologias estruturais como nos danos materiais observáveis. As patologias estruturais incluem deformação da fachada, cantaria fissurada e colapso quase total da cobertura e da laje do primeiro piso, evidenciando uma perda significativa da capacidade resistente. As patologias físicas, nomeadamente fissuração, humidade e elevada permeabilidade das paredes, demonstram uma ausência prolongada de manutenção e uma vulnerabilidade acrescida à ação das intempéries. A dimensão estética é igualmente afetada pela descaracterização e sujidade, testemunhando um processo de abandono prolongado. Já as patologias orgânicas, como vegetação invasiva e indícios de fungos, revelam a exposição da estrutura a condições inadequadas, acelerando a deterioração dos elementos construtivos, sobretudo madeira e revestimentos frágeis. A degradação visível, vidros partidos, invasão de água e falhas de manutenção, confirma o estado de ruína parcial. As imagens demonstram colapsos generalizados, perda de cobertura, infiltrações e degradação extrema dos espaços interiores.

O Conjunto 2 (Quadro II), apresenta um cenário semelhante ao Conjunto 1, porém agravado por dois episódios críticos, incêndio e inundação, que intensificaram os danos estruturais e aceleraram a degradação física. As patologias estruturais incluem deformação da fachada, colapso da cobertura e degradação acentuada da laje do primeiro piso. O registo de um interior incinerado sugere perda total dos elementos de madeira (vigas, pavimentos, caixilharias), bem como fragilização das alvenarias devido ao choque térmico. As patologias físicas, dos quais se destacam fissuração, humidade e permeabilidade das paredes, sintomas típicos de infiltrações prolongadas e ausência de medidas de proteção. As patologias orgânicas, como oxidação, corrosão e fungos, ilustram o grau de desgaste dos materiais metálicos e o ambiente insalubre do interior. A degradação geral, vidros partidos e negligência acumulada, confirma um estado de ruína parcial, embora mais severo que o Conjunto 1 devido ao impacto do fogo. As fotografias revelam pavimentos destruídos, paredes expostas, vegetação espontânea e uma atmosfera de abandono profundo. A recuperação deste conjunto exigirá não só a reconstrução de elementos estruturais perdidos, mas também a descontaminação dos resíduos resultantes do incêndio e a substituição integral de madeiras e revestimentos.

## Quadro III – Patologias e Estado de Conservação | Conjunto III e IV

### CONJUNTO 3 FÁBRICA ANTIGA



#### Patologias:

##### Estruturais:

Cantaria fissurada

##### Físicas:

Fissuração  
Permeabilidade das fachadas  
Humidade

##### Orgânicas:

Corrosão  
Fungos

##### Estéticas:

Descaracterização  
Sujidade  
Interior pouco cuidado

##### Degradação:

Vidros Partidos  
Entrada de água para o interior  
Falta de manutenção  
Caxilhanas danificadas

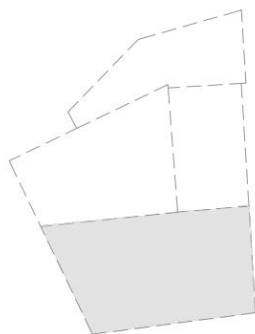
##### Estado de Conservação:

Razoável

#### REGISTO FOTOGRÁFICO:



### CONJUNTO 4 RUÍNA



#### Patologias:

##### Estruturais:

Deformação da fachada  
Cantaria em ruína parcial  
Cobertura em ruína total

##### Físicas:

Fissuração  
Permeabilidade das paredes  
Humidade

##### Orgânicas:

Vegetação  
Oxidação / Corrosão  
Fungos

##### Estéticas:

Descaracterização  
Sujidade

##### Degradação:

Abandono Total  
Exposição às intempéries  
Falta de manutenção

##### Estado de Conservação:

Ruína Total

#### REGISTO FOTOGRÁFICO:



O Conjunto 3 (Quadro III), apresenta um estado de conservação razoável, apesar das marcas evidentes de abandono e degradação progressiva. As patologias estruturais são relativamente localizadas, destacando-se fissuras em cantarias, enquanto as patologias físicas, como humidade, permeabilidade das fachadas e fissuração generalizada, revelam falhas de manutenção prolongadas. A presença de corrosão e fungos confirma a exposição contínua aos agentes atmosféricos. No plano estético, a descaracterização e a sujidade reforçam o quadro de negligência. As caixilharias danificadas, vidros partidos e entradas de água para o interior demonstram a perda de desempenho dos vãos e a vulnerabilidade do edifício. O registo fotográfico mostra um conjunto ainda estruturalmente legível, mas bastante degradado, cuja recuperação exige intervenção técnica, sobretudo ao nível das fachadas, vãos e controlo de humidade.

O Conjunto 4 (Quadro III), encontra-se em ruína total, constituindo o caso mais crítico entre todos. As patologias estruturais são severas, incluindo deformação da fachada, degradação parcial da cantaria e colapso integral da cobertura. As patologias físicas, fissuração, humidade extrema e permeabilidade das paredes, ilustram a exposição prolongada às intempéries, agravada pela ausência de qualquer proteção. As patologias orgânicas, como vegetação invasiva, oxidação e fungos, aceleram o processo de deterioração dos poucos elementos remanescentes. A degradação, caracterizada por abandono absoluto e falhas totais de manutenção, resulta num conjunto estruturalmente instável e materialmente comprometido. As imagens confirmam a condição de ruína, evidenciando muros fragmentados e ausência completa de cobertura e compartimentação interna.

Apesar destas patologias e do estado deplorável do quarteirão, o lote mantém elevado potencial estratégico no âmbito da regeneração urbana, permitindo uma intervenção que respeite a memória do lugar e introduza soluções construtivas sustentáveis, o que permitirá recuperar a identidade perdida com uma linguagem contemporânea, reduzindo a pegada ambiental, acelerando a construção e garantindo elevado desempenho térmico e estrutural. Assim, um novo projeto pode transformar a ruína num ponto de renovação, aliando tradição e inovação através de um material renovável e expressivo como a madeira.

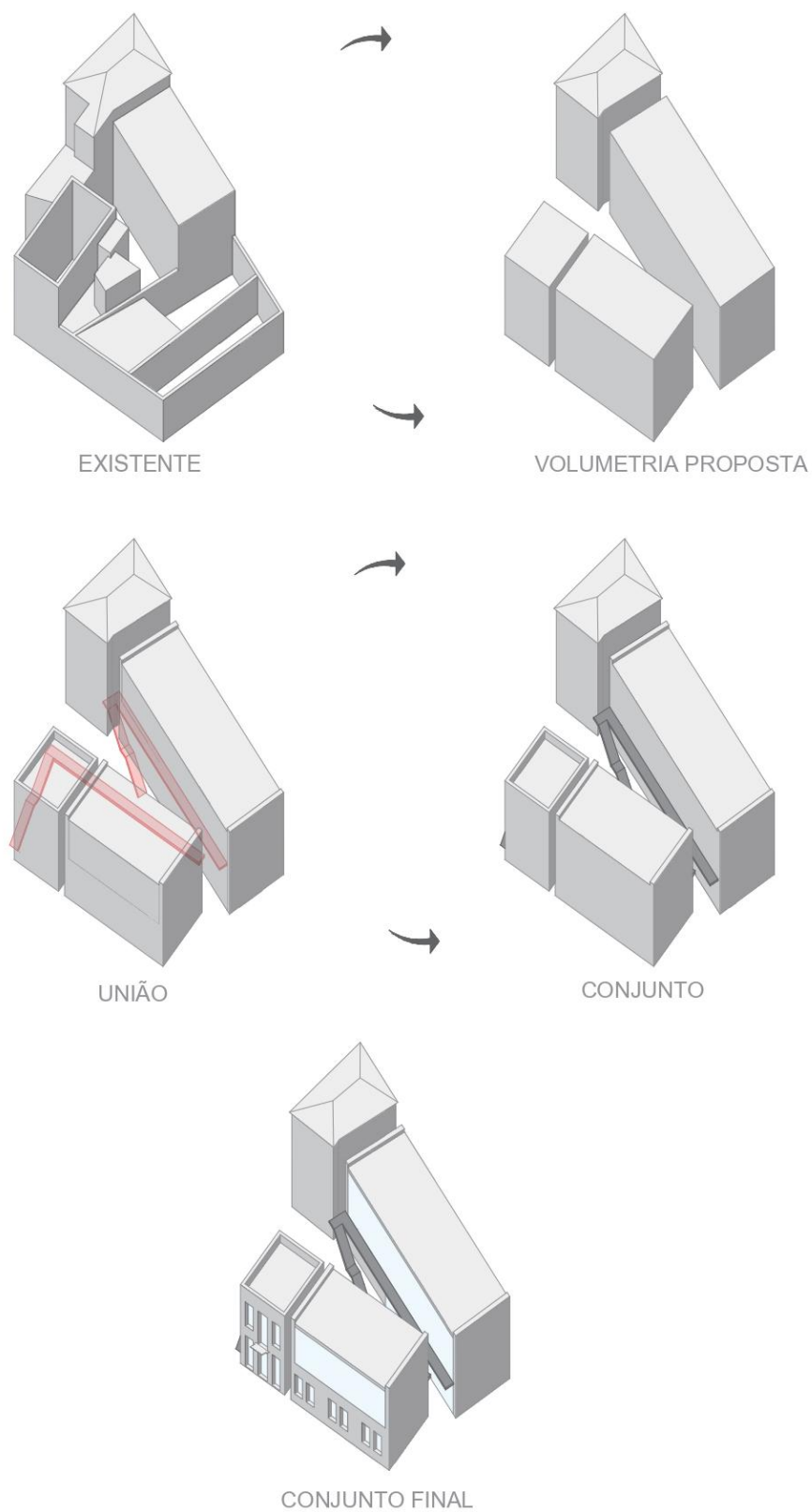


Figura 65 - Diagrama Conceitual | Proposta

### **3.2. RELAÇÃO ENTRE TEORIA E A PRÁTICA: CONCEITO GERAL DE INTERVENÇÃO:**

A intervenção proposta para o quarteirão das “Casas de Mar” (Figura 65), resulta da síntese crítica entre os princípios teóricos desenvolvidos no Capítulo I e as aprendizagens e metodologias de análise, retiradas dos casos de estudo analisados no Capítulo II. Esta articulação estabelece a base conceptual do projeto, permitindo compreender como a reflexão académica se traduz em decisões concretas de desenho e de construção. A teoria fornece o enquadramento, intemporalidade da madeira, potencial da pré-fabricação, relação entre tradição e inovação, enquanto a prática materializa esses conceitos, testando-os no contexto real de Matosinhos.

O quarteirão de São Pedro assenta na premissa de que a arquitetura contemporânea deve ser capaz de dialogar com o tempo, reconhecendo a memória construída e, simultaneamente, introduzindo sistemas construtivos inovadores que garantam sustentabilidade, eficiência e continuidade histórica. Neste contexto, a madeira, e em particular o CLT, assume-se como o elemento central do conceito, pela sua intemporalidade material, pela sua capacidade de se integrar em contextos pré-existentes e pela sua afinidade com os valores da construção leve e pré-fabricada.

É precisamente nesta confluência entre teoria e prática que se inscreve o conceito de intervenção para o quarteirão das Casas de Mar. A ruína, presente como condição inicial do lugar, não é encarada como um obstáculo, mas como uma oportunidade crítica para reinterpretação arquitetónica. O projeto parte da leitura das preexistências em alvenaria de granito, fragmentos que testemunham a história industrial e habitacional de Matosinhos ligadas ao mar, e sobre elas constrói-se um novo sistema, leve e reversível, que não busca apagar o passado, mas antes encaixar-se nele, como uma “caixa de madeira” que repousa sobre a memória construída. Este gesto estabelece um diálogo claro entre a permanência do granito e a leveza estrutural da madeira, mais concretamente, entre tradição e inovação.

A escolha da pré-fabricação em CLT não é apenas técnica, mas conceptual. A precisão, rapidez e sustentabilidade associadas ao CLT oferecem uma resposta

eficaz às exigências habitacionais contemporâneas, já anteriormente estudadas, enquanto evocam a tradição construtiva em madeira presente tanto nas casas portuenses como nos modos de habitar vernaculares. A madeira, aqui, simboliza intemporalidade, não apenas pela sua durabilidade ou capacidade de envelhecer com dignidade, mas por permitir uma arquitetura que se renova sem destruir, que acrescenta sem sobrepor, e que se adapta às transformações do território.

Em síntese, o conceito da intervenção assenta na articulação entre memória e pré-fabricação, materialidade mineral e materialidade orgânica. O CLT surge não apenas como solução construtiva, mas como manifesto arquitetónico que reivindica a relevância da madeira no futuro das cidades. Através dela, a intervenção propõe um modo de habitar sustentável, reversível e atento ao contexto, demonstrando que a madeira continua, e continuará, a ser um material intemporal na arquitetura.

### 3.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

Mantendo o critério e a metodologia de análise definida no Capítulo II, e procurando garantir uma leitura sequencial e coerente ao longo da dissertação, aplica-se à seguinte proposta a mesma estrutura interpretativa. Assim, cada projeto é examinado segundo uma matriz analítica que sustenta a argumentação desenvolvida e permite comparar de forma sistemática a aplicação da madeira e do CLT em diferentes contextos. Tento sempre em atenção as peças desenhadas que se encontram em apêndice, pois auxiliam a leitura, e permitem clarificar aspetos que, apenas pela descrição textual, poderiam permanecer menos evidentes. Também as maquetes realizadas permitem ter uma perceção do conjunto tridimensionalmente, o que se propõe que a leitura seja feita em paralelo com os elementos em apêndice. Os critérios de análise incluem:

**Enquadramento e Descrição:** Localização, breve descrição do projeto.

**Aplicação Estrutural:** Detalhe sobre o uso do CLT (paredes, lajes, estrutura híbrida), a sua relação com outros materiais e resolução construtiva.

**Racional Construtivo e Sustentabilidade:** Avaliação da eficiência do processo de pré-fabricação, tempo de execução e desempenho ambiental do conjunto.

**Diálogo entre Tradição e Inovação:** Análise da forma como a proposta integra a herança da madeira no contexto moderno.



Figura 66 - Fachada Principal | Proposta



Figura 67 - Café e Zona Exterior | Proposta



Figura 68 - Vista Superior das Galerias | Proposta

### **3.4. PROPOSTA – REABILITAÇÃO DO QUARTEIRÃO DE SÃO PEDRO**

O quarteirão onde foi desenvolvido a proposta de reabilitação tem uma geometria de gaveto, associada à existência de três frentes urbanas de elevada visibilidade, confere ao quarteirão um papel estratégico na reconfiguração deste setor da cidade. A posição de destaque, aliada à excelente exposição solar e à permeabilidade visual proporcionada pelas frentes múltiplas, oferece condições favoráveis à criação de um conjunto habitacional contemporâneo, adaptado às necessidades atuais de Matosinhos.

#### **3.4.1. ENQUADRAMENTO E DESCRIÇÃO**

A proposta visa reabilitar e reativar este fragmento urbano através da introdução de quatro volumes independentes, implantados de forma a respeitar e reinterpretar a memória do quarteirão. Três desses volumes destinam-se a habitação, acolhendo tipologias T0 e T1 desenhadas para responder à crescente procura de soluções residenciais compactas e eficientes, especialmente relevantes num contexto de pressão imobiliária como o do concelho em questão. O quarto volume é dedicado a um café (Figura 67), estratégia que procura manter a presença histórica de atividade comercial no local e reforçar a dimensão social da proposta.

O volume à direita (Figura 66), comporta seis apartamentos T0, distribuídos por dois pisos, cada um concebido para funcionar como unidade habitacional autónoma, com kitchenette, instalação sanitária e zona de dormir. O segundo volume mais à esquerda (Figura 66), de carácter diferenciado, integra duas tipologias T1, desenvolvidas a partir da preservação da fachada existente em granito, numa estratégia que garante continuidade formal e patrimonial. Estes apartamentos apresentam áreas mais generosas e uma relação direta com a pré-existência, valorizando o diálogo entre passado e presente. O terceiro volume à direita (Figura 68) comporta mais dez apartamentos T0, igualmente distribuídos por dois pisos. Totalizando, o projeto é constituído por: 16 tipologias T0 e 2 tipologias T1. (Figura 69)

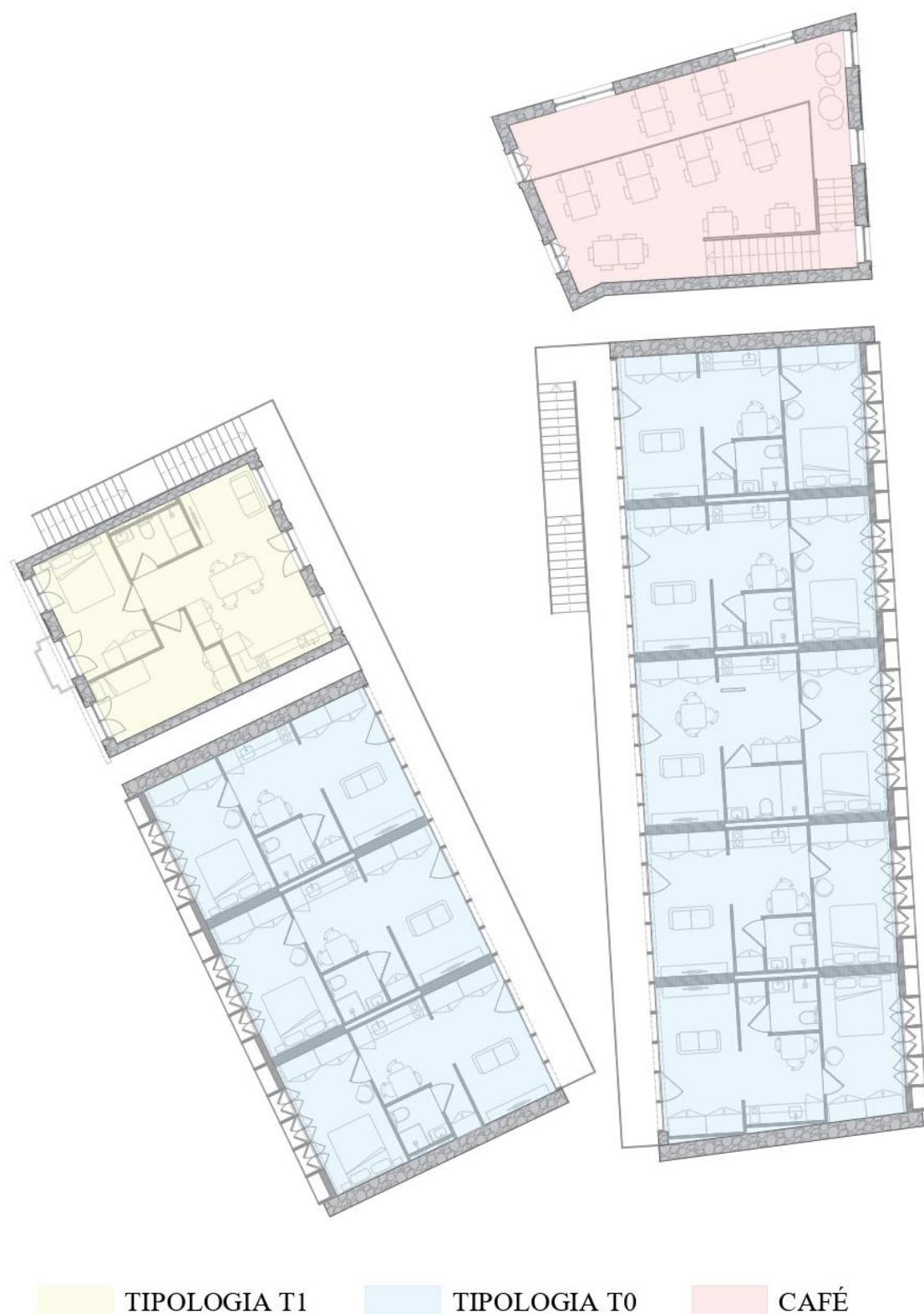


Figura 69 - Diagrama Tipológico | Proposta

Os volumes habitacionais são articulados por galerias, acessíveis através de escadas estrategicamente colocadas, que asseguram percursos claros e fluidos entre os diferentes níveis. Estes elementos, para além de promoverem circulação eficaz, evocam soluções tradicionais presentes em ilhas e pátios portuenses, contribuindo para reforçar a identidade local. O volume destinado ao café ocupa uma posição privilegiada de esquina, aproveitando a abertura visual para as três frentes urbanas e consolidando o carácter público do conjunto.

A implantação dos volumes permite ainda a criação de um pátio semiprivado ao centro do quarteirão, concebido como espaço de transição entre os edifícios e o interior urbano. Este pátio, resultante da permeabilidade entre os volumes e das passagens que retomam a lógica dos antigos estilicídios portuenses, constitui um elemento estruturante da proposta, conferindo-lhe escala humana, convivialidade e continuidade histórica.

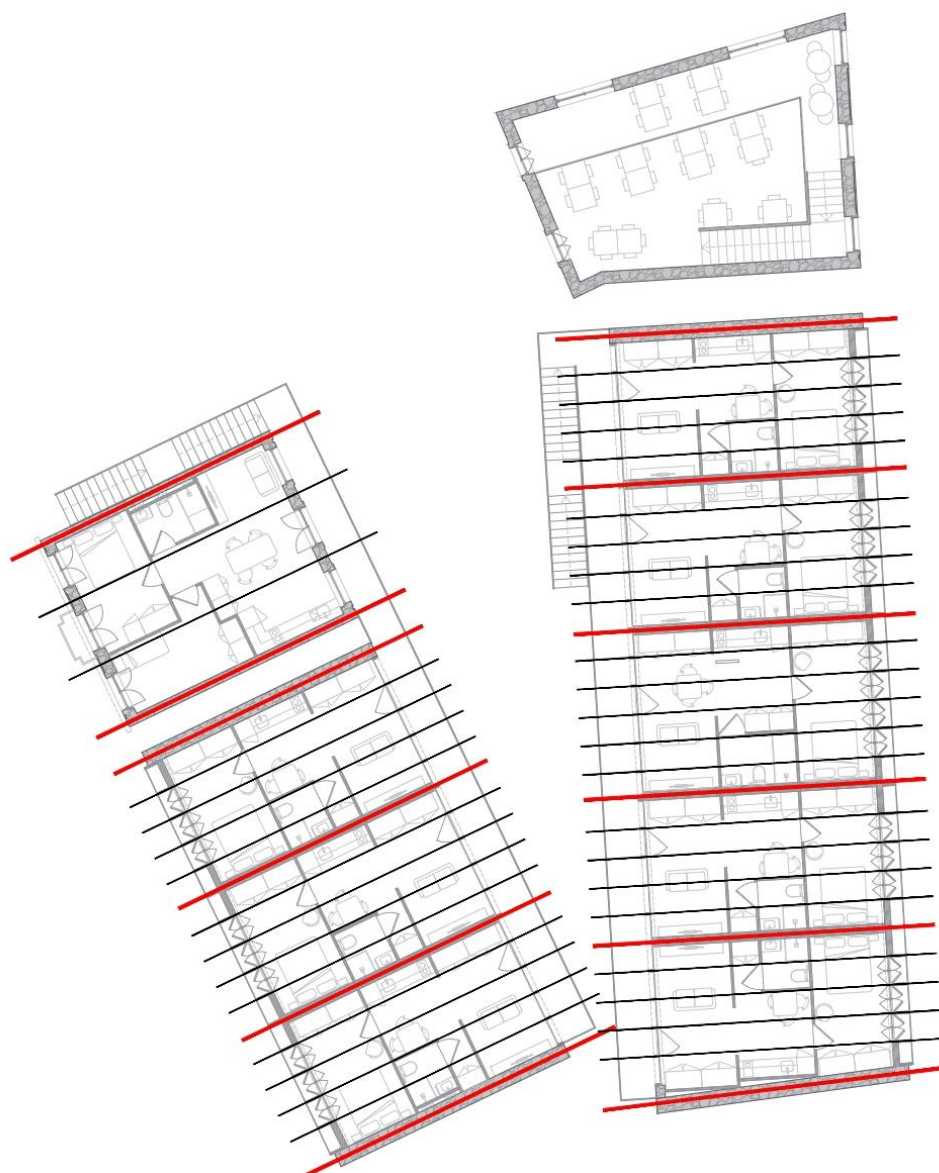


Figura 70 - Estrutura Reguladora do Projeto | Proposta



Figura 71 – Demonstração da Estrutura | Proposta

### 3.4.2. APLICAÇÃO ESTRUTURAL

A solução estrutural proposta para a reabilitação do quarteirão inspira-se diretamente nos princípios observados no Caso C do Capítulo II, articulando a preservação das pré-existências com a introdução de um sistema contemporâneo em CLT. Esta combinação permite respeitar a memória material do lugar, incorporando simultaneamente uma tecnologia construtiva sustentável, eficiente e adaptada ao contexto urbano atual. Esta aproximação metodológica permite, à semelhança do Caso C, integrar uma tecnologia construtiva leve, sustentável e pré-fabricada sobre uma base histórica resistente, assegurando compatibilidade entre materiais, eficiência construtiva e uma reabilitação que respeita o passado enquanto responde às exigências funcionais e urbanas do presente.

Para melhor percepção, foram realizadas peças desenhadas que auxiliam em toda a extensão destes tópicos (ver apêndice VI), permitindo clarificar aspetos que, apenas pela descrição textual, poderiam permanecer menos evidentes. Também maquetes foram realizadas, para se perceber o conjunto tridimensionalmente (ver apêndice VII).

#### EXTERIOR:

Nos setores onde subsistiam apenas vestígios do piso térreo, em alvenaria de granito, procedeu-se à sua consolidação estrutural, garantindo que estes elementos continuassem a desempenhar o papel de base resistente, a alvenaria não recebe cargas excessivas provenientes dos novos pisos, mas funciona como suporte e como elemento de integração urbana. A partir desta fundação mineral, ergue-se a nova estrutura em CLT, que se prolonga pelos pisos superiores e define o sistema resistente principal dos volumes habitacionais.

Todo o quarteirão assenta numa lógica modular de 4,6 m por 8 m, que permite organizar de forma eficiente a estrutura, a distribuição dos espaços e a própria lógica construtiva (Figuras 70 e 71). Esta grelha modular garante a compatibilidade entre as pré-existências em granito e a nova estrutura em CLT, facilitando a adaptação às irregularidades do lote e assegurando uma montagem rápida e precisa dos elementos pré-fabricados.



Figura 72 - Vista Pátio Interior | Proposta



Figura 73 - Vista da Avenida Engenheiro Duarte Pacheco | Proposta



Figura 74 - Vista para o Porto de Leixões | Proposta

O CLT é utilizado tanto em paredes exteriores e interiores de distribuição, como em lajes estruturais, garantindo uma resposta uniforme e coerente ao nível do comportamento estrutural. O sistema em painéis lamelados cruzados assegura rigidez e excelente desempenho térmico, enquanto permite superar vãos reduzidos e compatíveis com tipologias compactas como os T0 e T1. A pré-fabricação destas peças permite precisão dimensional, rapidez de montagem e minimização de resíduos em obra.

No volume das tipologias T1, a integração estrutural assume particular importância. A fachada em granito é preservada, funcionando como invólucro histórico dentro do qual se insere a nova “caixa” estrutural em CLT (Figura 72). A ligação entre o granito e a madeira é feita garantindo total independência estrutural.

As galerias exteriores de acesso (Figuras 73 e 74), fundamentais para a circulação vertical e horizontal entre os volumes habitacionais, são também estruturadas em madeira. Estas galerias funcionam como elementos autónomos fixados ao corpo principal, evidenciando a lógica modular do conjunto e reforçando a facilidade de montagem e desmontagem associada ao uso do CLT. As escadas que conectam as galerias são igualmente executadas em madeira, mantendo coerência material e reforçando a ideia de leveza e transparência do sistema.

A solução estrutural híbrida adotada demonstra como o CLT pode complementar e revitalizar as pré-existências em granito, aliando sustentabilidade, leveza e eficiência à preservação da memória construída. A articulação entre estes dois sistemas reafirma a capacidade da madeira de se integrar em contextos históricos e projetar novas formas de habitar, evidenciando a pertinência do seu uso em processos de reabilitação. Paralelamente, a própria conceção da estrutura em CLT teve em consideração as dimensões reais dos painéis, condicionadas pelo transporte, pela capacidade de montagem em obra e pelos limites de fabrico, assegurando uma montagem precisa, rápida e racionalizada. Esta atenção ao ciclo completo do material, desde a produção em fábrica até à sua instalação no local, reforça a eficiência do sistema e sublinha a sua compatibilidade com os princípios contemporâneos de pré-fabricação. Assim, o CLT, enquanto expressão atualizada de um material ancestral, confirma plenamente a presença e a permanência da madeira na arquitetura, reafirmando o seu carácter verdadeiramente intemporal.

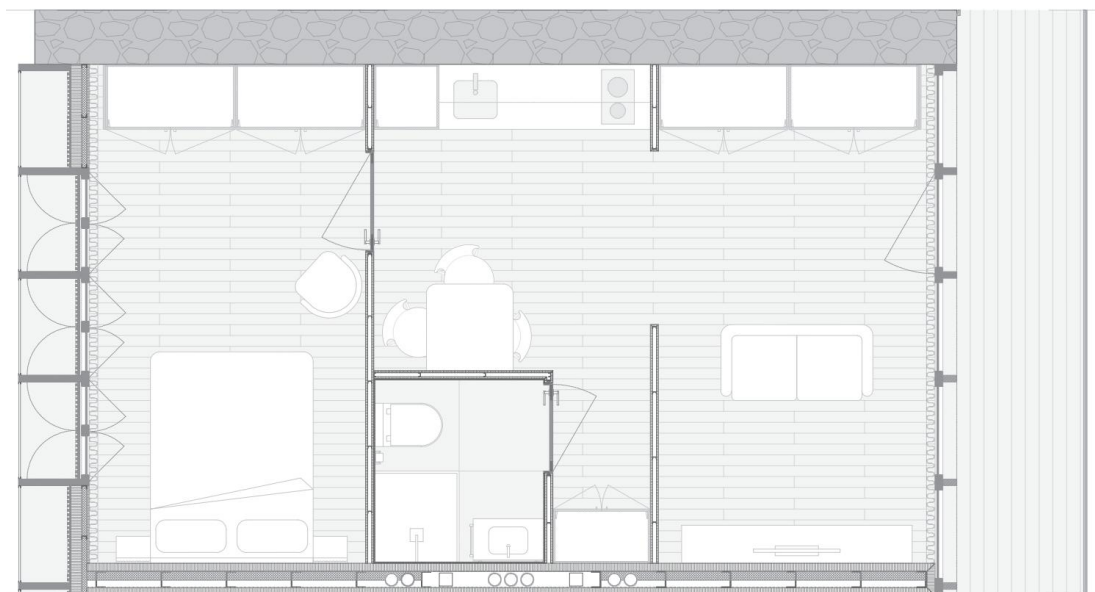


Figura 75 – Tipologia Tipo T0 | Proposta



Figura 76 - Ambiente Interior, Zona de Estar e Cozinha | Proposta



Figura 77 - Ambiente Interior, Quarto | Proposta

## INTERIOR:

A aplicação estrutural reguladora do projeto, também se reflete nas tipologias, é importante também analisar o interior tipo de uma tipologia para perceber, uma organização espacial racional, diretamente influenciada pela modulação estrutural em CLT e pelo carácter compacto e eficiente que se pretende para este tipo de habitação, tendo sempre por referência as tipologias do Caso de estudo C do Capítulo II. O espaço é estruturado de forma clara, articulando três zonas iguais, área de estar, área de repouso e núcleo húmido, todas integradas num único ambiente contínuo, mas separadas pela disposição estratégica do mobiliário e dos painéis divisórios. (Figuras 75,76 e 77)

A planta demonstra ainda coerência com a modulação de 4,6 m por 8 m, visível na organização linear das paredes estruturais, no ritmo e na repetição dos vãos. Esta matriz estrutural favorece a eficiência material, reduz desperdícios e assegura que o interior se adapta à escala dos painéis de CLT.

Em termos globais, o T0 apresenta uma distribuição equilibrada entre áreas sociais e privadas, assegurando conforto, funcionalidade e clareza espacial. A planta evidencia uma forte relação entre arquitetura e sistema construtivo, explorando a precisão e racionalidade proporcionadas pelo CLT e reforçando a coerência do projeto com o conceito de intemporalidade da madeira.

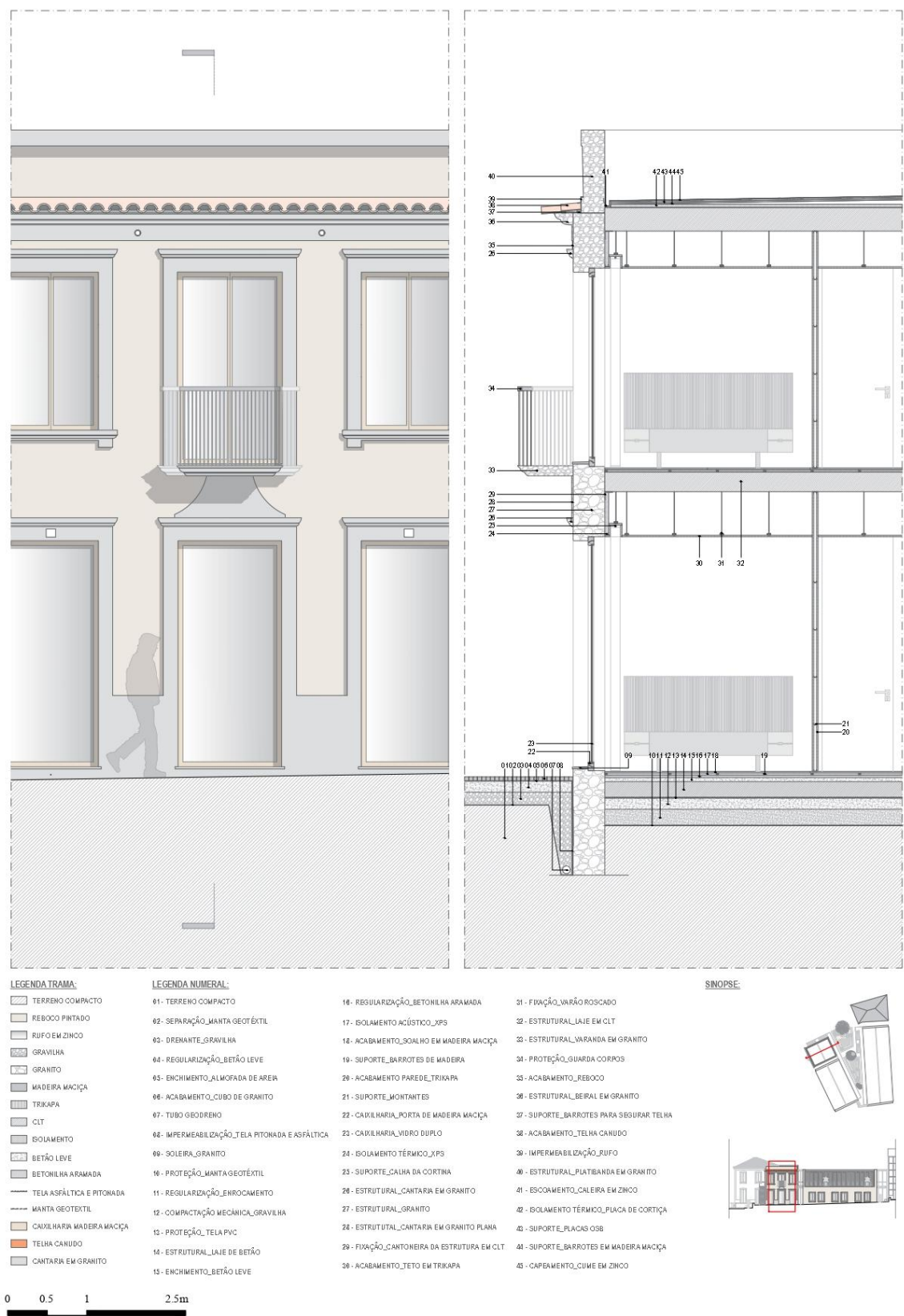


Figura 78 - Corte Construtivo com Fachada em Granito | Proposta

### 3.4.2.1. RESOLUÇÃO CONSTRUTIVA – PROPOSTA

A solução construtiva do edifício reabilitado combina a alvenaria tradicional de granito com uma nova estrutura em madeira laminada cruzada (CLT), formando um sistema híbrido que prioriza as pré-existências e integra técnicas contemporâneas. O edifício assenta sobre terreno compactado (01), que suporta as paredes existentes em granito (27), preservadas e regularizadas para assegurar estabilidade e compatibilidade com a nova intervenção. O piso térreo é constituído por uma laje de betão (14) assente nas camadas por baixo da mesma; enrocamento (11) e gravilha (12), tendo como acabamento final o soalho em madeira maciça (18) para manter a coerência com o resto da proposta. Sobre esta base assenta as paredes com acabamento em madeira *trikapa* (20). A laje do piso 1 é constituída por painéis de CLT (32), que integra uma solução eficiente de isolamento térmico, que suporta a estrutura do teto falso (31) com o acabamento em *trikapa* (30), garantindo conforto interior e reduzindo o peso próprio da estrutura. A ligação entre a laje em CLT e a alvenaria é feita com fixações metálicas (29) e membranas técnicas, evitando o contacto direto e prevenindo futuras patologias.

A caixilharia (22) é nova, mas mantém e preserva a leitura tradicional através das cantarias (26) e reinterpreta o carácter local, com bom desempenho térmico e acústico.

A cobertura é resolvida com painel estrutural em CLT (32) revestido por isolamento térmico em placa de cortiça (42), seguidamente, como suporte, placas OSB (43) e finalizado com zinco (45), garantindo continuidade estética e funcional. O beiral é constituído por uma cantaria em granito também existente (36), coroado por telha canudo (38) e com as devidas impermeabilizações (39). A caleira também em zinco (41), assegura a correta drenagem das águas pluviais e protege a madeira da exposição direta.

No conjunto, este sistema híbrido combina a resistência e durabilidade da alvenaria de granito com a leveza, precisão e sustentabilidade da madeira laminada cruzada. O resultado é um edifício que preserva a identidade formal e material do pré-existente, enquanto integra um sistema construtivo contemporâneo, eficiente e sustentável, expressão clara da intemporalidade da madeira na arquitetura e da sua capacidade de coexistir com as técnicas tradicionais do contexto português.

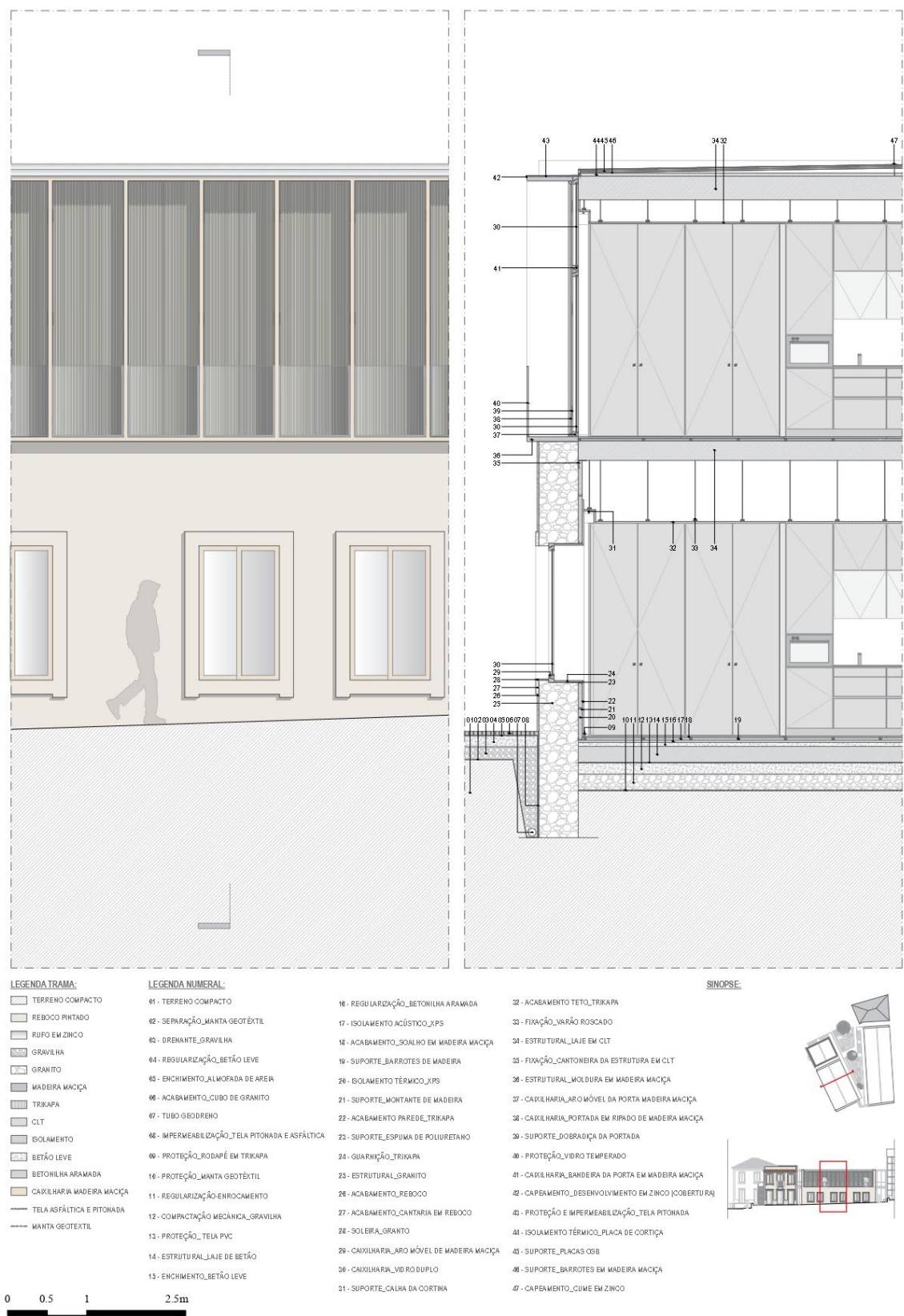


Figura 79 - Corte Construtivo com "Caixa de Madeira" | Proposta

O volume reabilitado apresenta uma solução construtiva também híbrida (Figura 79), mas diferente da anterior, combinando a base existente em alvenaria de granito com uma nova estrutura superior em madeira, refletindo a estratégia global de intervenção do quarteirão. A pré-existência é constituída por paredes espessas em granito (25), que se mantêm como elemento resistente do piso térreo, assegurando a estabilidade vertical. Estas paredes assentam sobre terreno compactado (01) e camadas de regularização, complementadas com enchimentos drenantes (03) e impermeabilização (08), que garantem o controlo da humidade e a durabilidade do conjunto.

Sobre este embasamento antigo ergue-se a nova estrutura em madeira, totalmente independente em termos de cargas. As lajes superiores são constituídas por painéis de madeira laminada cruzada (34), que integram camadas funcionais como isolamento térmico e acústico (17) e acabamento em soalho de madeira maciça (18). O CLT é também utilizado nas paredes divisórias das frações, que funcionam simultaneamente como elementos portantes, superfícies de acabamento e suporte para o revestimento exterior. Entre o granito e a nova estrutura é mantida uma zona de transição cuidadosamente tratada, composta por membranas técnicas, argamassas de regularização e fixações metálicas (35).

A fachada do piso superior apresenta uma expressão contemporânea marcada pela moldura em madeira maciça (36), que suportam grandes panos envidraçados (30) e portadas (38). Este sistema cria uma pele leve e ritmada, garantindo iluminação natural abundante e contribuindo para o desempenho energético do edifício. As caixilharias, embutidas na estrutura de madeira, são desenhadas de acordo com critérios de eficiência térmica e acústica, mantendo simultaneamente uma coerência formal com a linguagem arquitetónica do conjunto.

No conjunto, este edifício constitui um exemplo representativo da convivência entre técnicas tradicionais e sistemas contemporâneos. A alvenaria de granito preservada expressa a permanência e o carácter histórico do lugar, enquanto a estrutura em CLT introduz leveza, precisão e sustentabilidade. A combinação destes materiais, pedra e madeira, revela um sistema construtivo coerente, que valoriza tanto a memória urbana como a inovação contemporânea.



Figura 80 – Fachada Principal | Proposta



Figura 81 – Escadas de Acesso às Habitações | Proposta



Figura 82 – “Caixa de Madeira” assente na Estrutura de Alvenaria | Proposta

### 3.4.3. RACIONAL CONSTRUTIVO E SUSTENTABILIDADE

O racional construtivo da intervenção assenta numa estratégia que privilegia eficiência, compatibilidade material e redução de impacto ambiental, inspirando-se nas metodologias observadas também, no Caso C do Capítulo II. A ruína existente é entendida não como entrave, mas como recurso, sempre que possível, os pisos térreos e as paredes em alvenaria de granito (Figura 82) são preservados, reduzindo a necessidade de demolição e evitando a produção de resíduos. Esta opção reforça uma abordagem de economia circular, onde o existente é integrado no novo sistema, garantindo continuidade histórica.

Sobre estas bases preservadas implanta-se o sistema em CLT, cuja pré-fabricação traz ganhos significativos no processo construtivo. Como observado nos projetos de referência, os painéis produzidos em fábrica asseguram precisão dimensional, controlo de qualidade e redução substancial do tempo de obra.

A estratégia modular adotada, otimiza o dimensionamento dos painéis de CLT, reduz desperdícios em fábrica e assegura compatibilidade geométrica entre o novo sistema estrutural e as pré-existências em granito. Esta modulação permite ainda ajustar com eficiência as tipologias T0 e T1, garantindo economia de meios e flexibilidade futura, caso seja necessário reorganizar ou adaptar os espaços. (Figuras 80 e 82)

Do ponto de vista da ambiental, a escolha da madeira laminada cruzada reforça o compromisso com uma construção sustentável. O CLT é um material renovável e com excelente desempenho térmico reduzindo necessidades energéticas e permite alcançar elevados níveis de conforto com menor dependência de sistemas mecânicos. A decisão de deixar parte da madeira aparente nos interiores diminui a necessidade de revestimentos adicionais, reduzindo consumos e simplificando a manutenção futura.

Esta abordagem confirma que a madeira, enquanto sistema construtivo atual e eficiente, continua a oferecer respostas adequadas às exigências urbanas contemporâneas, reforçando o princípio orientador desta dissertação, a intemporalidade da madeira na arquitetura.

#### 3.4.4. DIÁLOGO ENTRE TRADIÇÃO E INOVAÇÃO

O diálogo entre tradição e inovação constitui um dos pilares conceptuais da proposta para o quarteirão de São Pedro, traduzindo-se numa intervenção que reconhece a identidade histórica do lugar enquanto introduz um sistema construtivo contemporâneo capaz de responder às exigências atuais de sustentabilidade, eficiência e qualidade espacial.

O uso da madeira como sistema dominante reforça este diálogo, não apenas pela ligação histórica de Matosinhos a este material, mas pela sua expressão contemporânea na arquitetura através da pré-fabricação.

A madeira, enquanto material ancestral, surge aqui com uma nova leitura: industrializada, tecnologicamente otimizada e incorporada num processo construtivo limpo, rápido e reversível. Esta dualidade permite reconectar a tradição construtiva em madeira, presente nas casas burguesas, nos sobrados e em múltiplas estruturas vernaculares, com uma visão inovadora de futuro, onde a sustentabilidade e a eficiência passam a orientar as escolhas de projeto.

Este diálogo revela, finalmente, o carácter intemporal da madeira, capaz de atravessar épocas e sistemas, assumindo-se tanto como herança como vanguarda. A intervenção mostra que a madeira continua a ser um material fundamental para uma arquitetura que procura ser simultaneamente enraizada e inovadora, confirmando plenamente o tema que orienta esta dissertação.



## CONCLUSÃO

A presente dissertação procurou demonstrar que a madeira, enquanto material estrutural e arquitetônico, mantém uma relevância indiscutível no panorama contemporâneo, afirmando-se como um elemento verdadeiramente intemporal. Através de um percurso que articula tradição e inovação, estudou-se a forma como este material, profundamente enraizado na história construtiva de múltiplas culturas, se reposiciona na atualidade graças aos avanços tecnológicos, às exigências ambientais e à emergência de sistemas pré-fabricados de elevada eficiência, como o CLT.

A investigação permitiu demonstrar que a pré-fabricação em CLT desempenha um papel decisivo na afirmação da intemporalidade da madeira na arquitetura contemporânea. Verificou-se que este sistema construtivo, pela sua precisão, sustentabilidade e capacidade de integração em estruturas tradicionais, possibilita reabilitar e reconstruir sem perder identidade, garantindo continuidade histórica e coerência material. O CLT revelou ainda potencial para substituir gradualmente materiais convencionais, contribuindo para práticas mais eficientes e alinhadas com os desafios ambientais atuais. Além disso, confirmou-se que a pré-fabricação responde eficazmente às exigências de rapidez e racionalização da construção, reforçando a pertinência do material tanto em edifícios permanentes como em soluções mais efêmeras.

Paralelamente, o estudo permitiu compreender as potencialidades estruturais, económicas e operativas do CLT, demonstrando a sua versatilidade e capacidade de adaptação a diferentes sistemas construtivos. Apesar de um investimento inicial por vezes superior, o material apresenta vantagens relevantes em termos de desempenho, durabilidade e eficiência global, o que o torna competitivo face aos métodos convencionais. Em síntese, os objetivos propostos foram alcançados, evidenciando que a pré-fabricação em CLT constitui uma ferramenta estratégica para uma arquitetura mais sustentável, inovadora e capaz de conciliar tradição, tecnologia e futuro.

A análise bibliográfica empreendida permitiu verificar que a madeira deixou de ser vista apenas como um recurso natural tradicional, passando a integrar um

discurso técnico e arquitetônico altamente especializado. Entre as obras consultadas, destacou-se de forma estruturante o *Timber Construction Manual* de Herzog et al. (2004), e o livro *Constructing Architecture* de Deplazes (2005), cuja sistematização rigorosa dos princípios construtivos da madeira serviu de alicerce teórico para toda a investigação. Aliada aos contributos de diversos autores sobre anatomia, tecnologia, pré-fabricação e sustentabilidade, esta base permitiu enquadrar a evolução da madeira desde os sistemas vernaculares até às soluções industrializadas que caracterizam o panorama contemporâneo.

Os casos de referência analisados contribuíram decisivamente para validar as reflexões teóricas, evidenciando diferentes abordagens ao CLT: a sua integração em contextos tradicionais, a sua aplicação como sistema estrutural de escala significativa e a sua capacidade de dialogar com pré-existências em processos de reabilitação. Estes exemplos confirmam que o CLT não constitui apenas uma resposta técnica, mas um instrumento arquitetônico com poder expressivo próprio, apto a redefinir práticas e linguagens no domínio da construção sustentável.

A proposta desenvolvida no âmbito do Projeto III materializou, por sua vez, a pertinência prática desta investigação. Aliando as competências teóricas do Capítulo I, e as aprendizagens práticas do Capítulo II, a intervenção no quarteirão de São Pedro, em Matosinhos, demonstrou que o CLT pode assumir um papel determinante na regeneração urbana contemporânea, operando simultaneamente como solução estrutural, estratégia sustentável e elemento mediador entre o património construído e as exigências atuais de habitabilidade. A combinação entre as pré-existências em alvenaria de granito e a nova construção em madeira laminada cruzada colada permitiu evidenciar a compatibilidade entre sistemas de épocas distintas, reforçando a ideia de que a madeira é um material intemporal capaz de atravessar técnicas e paradigmas.

Neste sentido, esta dissertação demonstra que a madeira mantém, no século XXI, uma relevância estrutural, ambiental e cultural que a posiciona como um material verdadeiramente indispensável às práticas arquitetónicas contemporâneas. A pré-fabricação em CLT, enquanto expressão tecnológica desta tradição milenar, não só responde às problemáticas ambientais e produtivas do setor da construção, como abre caminho para novos modos de pensar e fazer

arquitetura, mais sustentável, mais racional, mais flexível e mais consciente do seu impacto. Partindo da necessidade desta evolução técnica, a madeira assume outras características, criando compostos que atualmente já estão a ser empregues em construções. O CLT é um exemplo válido e tem, claramente, vindo a expandir a sua utilização, podendo-se aferir que do ponto de vista económico, sustentável e ambiental é uma alternativa muito conveniente.

Ao longo desta dissertação, surgiram diversas adversidades que influenciaram o processo de investigação e desenvolvimento. A primeira relacionou-se com a escassez de bibliografia específica em língua portuguesa sobre CLT e pré-fabricação aplicada ao contexto nacional, exigindo uma pesquisa intensiva em publicações estrangeiras e a constante tradução e interpretação de conceitos técnicos. Somou-se a isto a limitada disponibilidade de informação detalhada sobre algumas obras de referência, o que dificultou a comparação rigorosa entre os casos estudados. Por fim, no âmbito do levantamento do quarteirão das Casas de Mar, a degradação de algumas estruturas e o acesso restrito a determinados espaços criaram obstáculos ao levantamento completo das soluções construtivas.

Assim, reafirma-se que a madeira, longe de pertencer apenas ao passado, constitui hoje uma das vias mais promissoras para o futuro da construção. A sua intemporalidade não reside apenas na longevidade do material, mas na sua capacidade de se reinventar continuamente, acompanhando os desafios, ambições e instigações de cada época.

Em última instância, este trabalho conclui que a madeira, é um testemunho silencioso da nossa história, estudá-la e preservá-la é garantir que o passado continua a dialogar com o futuro.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Monografias:

**ALMEIDA**, Paulo Pereira de. (2021). *Madeira: Manual de construção light framing* 1.<sup>a</sup> edição. Lisboa. Portugal. Caleidoscópio.

**BLACHÈRE**, Gerard. (1977). *Tecnología de la construcción industrializada*. Barcelona, Espanha. Gustavo Gili.

**BARGSTRÖM**, Eric; **FRÖBEL**, Johan. (2019). *The CLT handbook: CLT structures – Facts and planning*. Suécia. Swedish Wood.

**CACHIM**, Paulo Barreto. (2014). *Construção em Madeira, A Madeira como Material de Construção*. 2<sup>a</sup> edição. Lisboa, Portugal. Publinústria.

**CARVALHO**, Albino de. (1996). *Madeiras Portuguesas: Estrutura anatómica, Propriedades, Utilizações (Vol. I)*. Lisboa, Portugal. Instituto Florestal.

**CARVALHO**, Albino de. (1997). *Madeiras Portuguesas: Estrutura Anatómica, Propriedades, Utilizações (Vol. II)*. Lisboa, Portugal. Direcção-Geral das Florestas.

**CORBUSIER**, Le. (2022). *Para uma arquitectura*. Imprensa da Universidade de Lisboa.

**COSTA**, Ana Alexandra Pontes. (2013). *Construção de edifícios com cross laminated timber*, ([Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]). [Reportório Aberto da Universidade do Porto].

**DEPLAZES**, Andrea. (2005). *Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook*. 2<sup>a</sup> edição. Basel. Birkhäuser

**FRAMPTON**, Kenneth (1983). *Modern architecture 1920–1945*. Tóquio, Japão. A.D.A. Edita Tokyo Co. Ltd.

**GAMBOA**, Cristina (2022). In *Conflict* (Vol. 2), *Assuntos domésticos: Uma conversa com LaCol* (pp. 130–145).

**GREENO**, Roger; **CHUDLEY**, Roy. (2019). *Manual de construcción de edificios* 3.<sup>a</sup> edição. Barcelona, Espanha. Editorial Gustavo Gili.

**HERZOG**, Thomas; **NATTERER**, Julius; **SCHWEITZER**, Roland; **VOLZ**, Michael; **WINTER**, Wolfgang. (2004). *Timber construction manual*. Basileia, Suíça. Birkhäuser – Publishers for Architecture.

**MEZEIRO**, Rafael Maria Marques. (2018). Construção em madeira – Aplicabilidade de painéis CLT em habitações de média densidade em Portugal. ([Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Lisboa]). [Reportório da Universidade do Lisboa].

**MOREIRA**, Marco António Nogueira Teixeira. (2015). Arquitetura e Pré-Fabricação: A expressividade dos sistemas construtivos em madeira maciça. ([Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto]). [Reportório Aberto da Universidade do Porto].

**NEGRÃO**, João; FARIA, Amorim. (2009). Projecto de Estruturas de Madeira. Coimbra, Portugal. Publindústria.

**OLIVEIRA**, Ernesto Veiga de; GALHANO, Fernando. (2020). Arquitectura Tradicional Portuguesa. Lisboa, Portugal. Etnográfica Press.

**SEGAL**, Kenneth; VENTURA, Jonathan. (2022). *Touch wood: Japan, Africa, and the Shakers – Designing cultural objects*. 1ª edição. Tel Aviv, Israel. Nine Lives Press.

**SILVA**, Ana Isabel da Costa e. (2014). A madeira na Arquitetura: Práticas Construtivas Entre Finais de Oitocentos e Finais do Século XX. ([Tese de Doutoramento, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto]). [Reportório Aberto da Universidade do Porto].

**STRIKE**, James. (2004). *De la construcción a los proyectos: La influencia de las nuevas técnicas en el diseño arquitectónico, 1700–2000*. Barcelona, Espanha. Editorial Reverté, S.A.

**TEIXEIRA**, Joaquim José Lopes. (2004). Descrição do sistema construtivo da casa burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX: Contributo para uma história da construção arquitectónica em Portugal (Prova de aptidão pedagógica e capacidade científica, FAUP).

### **Fontes Eletrónicas:**

Câmara Municipal de Matosinhos. Urbanismo. [Em linha]. CM Matosinhos [Consult. 21 Nov. 2024]

Disponível em: <https://www.cm-matosinhos.pt/urbanismo>

Habitação de Interesse Social 2104 / HARQUITECTES | ArchDaily [Consult. 10 Jun. 2025].

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1030263/habitacao-de-interesse-social-2104-harquitectes>

História de Matosinhos | Câmara Municipal de Matosinhos [Consult. 25 Nov. 2024].

Disponível em: <https://www.cm-matosinhos.pt/servicos/cultura/historia-e-patrimonio/historia-de-matosinhos>

La Borda / Lacol | ArchDaily [Consult. 4 Jun. 2025].

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

La Borda / Can Batlló | [Consult. 18 Set. 2025].

Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/945797/edificio-la-borda-lacol>

Painéis CLT / Placas e Painéis / Produtos | Jular [Consult. 5 Jul. 2025].

Disponível em: <https://jular.pt/produtos/placas-e-paineis/paineis-clt/>

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE I



Figura 83 - Carta 1830 | Matosinhos



Figura 84 - Carta 1930 | Matosinhos



Figura 85 - Carta 1960 | Matosinhos

## Origem de Matosinhos

Contextualizando o local de intervenção, historicamente, Matosinhos tem um percurso intimamente ligado ao mar e à sua localização estratégica junto à costa atlântica. A origem da região remonta à Idade do Ferro, com evidências de ocupação nos povoados castrejos, como o Castro de Guifões, habitado pelos Brácaros Galaicos. Estes primeiros habitantes utilizavam o rio Leça e os recursos costeiros para comércio e subsistência. Com a chegada dos romanos, Matosinhos integrou-se nas rotas comerciais do Império, aproveitando o estuário navegável do Leça para o transporte de produtos como conservas de peixe, cerâmica e vinho. Este período marcou o início do desenvolvimento portuário e económico da região, reforçando a sua ligação às atividades marítimas. Matosinhos, também tinha uma grande foz o que permitia ter uma grande praia onde no verão os ingleses se apoderavam e vinham de férias.

No livro *À Beira Mar* (1889), Eduardo Sequeira escreve sobre Leça da Palmeira:

“Olhando para Mattosinhos, do lado direito do Lessa, està esta praia favorita da colonia britannica do Porto. São os inglezes os princinaes habitantes de Lessa durante o verão, imprimindo-lhe o caracter peculiar e especial do viver inglez. É raro vêr-se durante o dia banhistas nas ruas, ou as casas abertas patenteando francamente os limpos interiores. (...)”

Na Idade Média, Matosinhos consolidou-se como um núcleo piscatório e comercial, servindo como ponto de apoio para embarcações que navegavam pela costa atlântica. Ao longo dos séculos, a região adaptou-se às mudanças sociais e económicas, destacando-se na indústria conserveira e na construção naval nos séculos XIX e XX.

Hoje, Matosinhos é uma cidade que combina a sua herança histórica com a modernidade, afirmando-se como um importante centro urbano, cultural e gastronómico em Portugal.

## APÊNDICE II

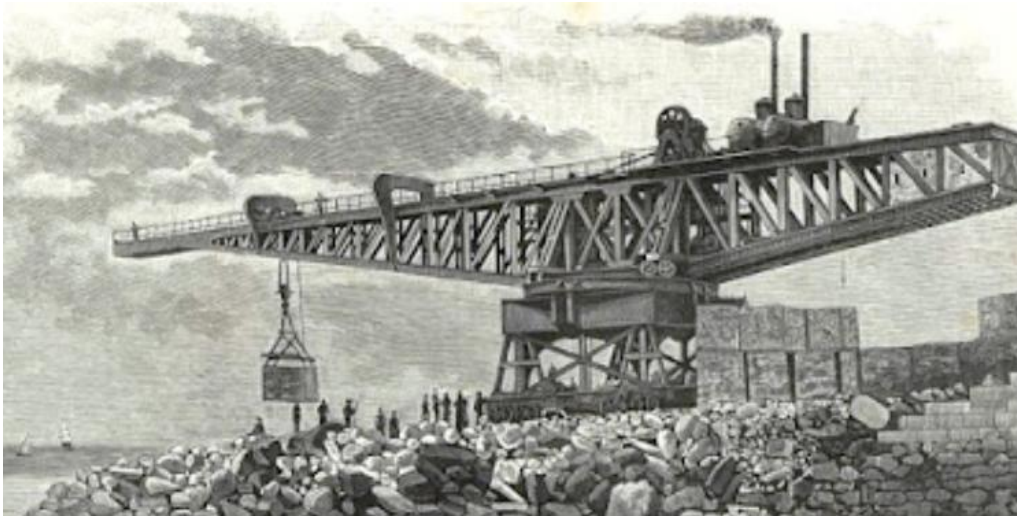


Figura 86 – Grua *Titan* do Porto de Leixões



Figura 87 – 2ª Intervenção no Porto de Leixões



Figura 88 – Porto de Leixões Atualmente

## Porto De Leixões

O Porto de Leixões (Figuras 86,87 e 88), situado em Matosinhos, tem as suas origens profundamente enraizadas na história marítima da região. Desde tempos remotos, os rochedos conhecidos como Leixões, localizados na foz do rio Leça, formavam uma enseada natural que oferecia abrigo às embarcações que navegavam pela perigosa "Costa Negra".

No entanto, o desenvolvimento moderno do Porto de Leixões começou apenas no final do século XIX, impulsionado pela necessidade de criar uma infraestrutura portuária robusta que superasse as limitações naturais da foz do Douro. A construção do porto artificial teve início em 1884, com sucessivas expansões ao longo dos anos, tornando-o uma das maiores obras de engenharia marítima de Portugal. Hoje, o Porto de Leixões é o maior porto do Norte de Portugal e um dos principais polos económicos e logísticos do país, mantendo viva a relação histórica de Matosinhos com o mar e consolidando a sua posição como um centro estratégico no comércio internacional.

“Entre 1950 e 1964, o porto de Leixões tornou-se um dos maiores portos sardinheiros do mundo, em conjunto com Safi e Agadir, em Marrocos. É neste período que o centro conserveiro de Matosinhos consolida as suas vantagens competitivas típicas do fenómeno de cluster. As vantagens de Matosinhos devem-se à concentração de bens e serviços auxiliares à indústria de conservas, à disponibilização de uma abundante mão de obra feminina com um custo de trabalho mais baixo do que noutros centros e à cooperação entre fábricas de pequena e média dimensão para a criação de economias de escala.

O preço do pescado foi, no entanto, o elemento que mais venceu as vantagens comparativas e as assimetrias regionais [...].

Em Matosinhos, a concentração dos desembarques permitiu a venda da sardinha à indústria com os preços mais baixos em todo o país.”<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> André Tavares; Diego Inglez de Souza (2021), "A biologia dos peixes e a arquitectura no litoral português", Coruña: Boletín Académico. Revista de Investigación y Arquitectura Contemporánea. Journal of Research and Contemporary Architecture, Escola Técnica Superior de Arquitectura da Coruña, n.º II, p. 23

## APÊNDICE III

### Integridade do Local

A integridade do local revela-se na capacidade de Matosinhos em preservar, adaptar e reinterpretar os elementos que definem a sua identidade ao longo do tempo. Embora profundamente influenciado pela relação histórica com o mar, o território mantém vestígios das suas raízes piscatórias e industriais, enquanto integra novas dinâmicas urbanas, culturais e turísticas. Entre o legado material e imaterial, visível nas antigas casas de pescadores, nos portos e nas áreas balneares, e as transformações decorrentes das necessidades contemporâneas, o lugar constitui um conjunto de camadas históricas em constante diálogo.

### Estâncias Balneares

O desenvolvimento das estâncias balneares começou com a chegada dos primeiros banhistas em 1820-1830 e ganhou impulso com a inauguração da linha férrea (1872) e do elétrico (1898), que facilitaram o acesso à praia. Durante o final do século XIX e início do século XX, a construção de infraestruturas urbanas, como ruas, hotéis e cafés, e a intervenção de arquitetos como Siza Vieira (Piscinas das Marés, 1966) moldaram a relação do espaço urbano com o mar.

A presença da comunidade britânica influenciou a cultura local e promoveu tanto Leça como Matosinhos, como destinos de lazer associado ao requinte. O turismo balnear transformou Leça e Matosinhos em locais de convivência, interação cultural e estética arquitetónica, consolidando a sua posição como referência no litoral norte de Portugal.



Figura 89 - Antiga Praia de Matosinhos



Figura 90 - Antiga Praia de Leça

## Portos de Mar

A construção do Porto de Leixões em 1884 representou um marco significativo, não apenas pela melhoria das condições de escoamento de mercadorias, mas também pela diversificação das atividades económicas que permitiu.

O surgimento de fábricas de conservas e a subsequente expansão da indústria proporcionaram novos empregos, impulsionaram o comércio marítimo e elevaram a sardinha a um produto de exportação emblemático, consolidando a importância económica de Matosinhos.

A principal distinção entre os dois tipos de portos reside nas suas funções e na dimensão das operações. O porto comercial de Leixões movimenta milhões de toneladas de mercadorias anualmente, sendo essencial para o comércio externo português, enquanto o porto turístico foca-se na receção de passageiros de cruzeiro, desempenhando um papel vital na promoção do turismo local e regional.

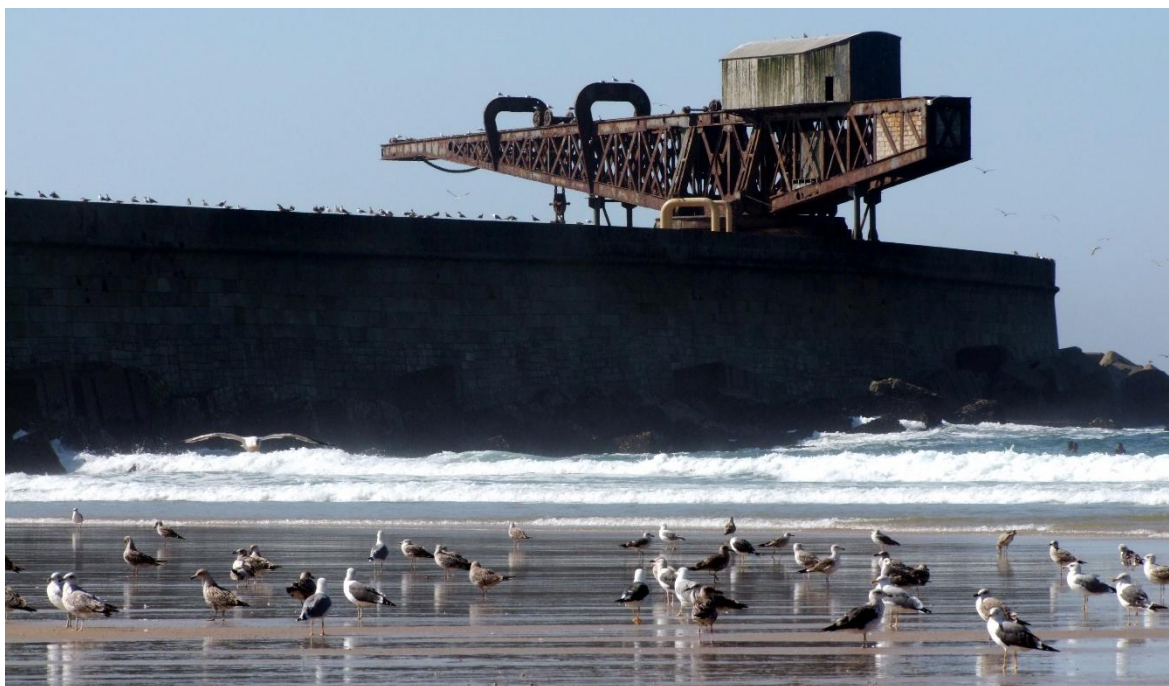


Figura 91 - Grua *Titan* | Matosinhos

## **Pesca e Casas de Mar**

A arquitetura das casas de pescadores em Portugal é um reflexo da forte ligação entre as comunidades costeiras e o mar. Estas construções, moldadas pela necessidade de adaptação às condições naturais e às exigências da pesca, são um testemunho da engenhosidade e resiliência dos pescadores portugueses.

Embora muitas destas habitações tenham sido modernizadas ou transformadas, a sua preservação é fundamental para manter viva a memória das comunidades piscatórias e o seu papel na história e identidade de Portugal.

As casas de mar continuam a ser um símbolo importante da cultura portuguesa, representando não só o passado, mas também a necessidade de equilíbrio entre a preservação do património e a adaptação aos desafios do presente. A pesca, embora modernizada, mantém-se uma atividade crucial para muitas comunidades, e as suas tradições, incluindo a arquitetura vernacular, permanecem elementos fundamentais da herança cultural portuguesa.



Figura 92 - "Casas de Mar" | Matosinhos

## Contemporaneidade

A unidade morfológica das Casas de Mar cria um conjunto perfeitamente identificativo e homogéneo, que se distingue da área urbana sua adjacente mais recente. É rica pela tipologia arquitetónica característica, e pelo espaço urbano no seu interior que é também o espaço social comunitário.

O comércio e a restauração de pequena escala mantêm as vivências da população de um modo equilibrado, potenciando o carácter económico e social que prestam na comunidade.

A implantação de espaço urbano requalificado, com áreas de permanência, com espaços verdes é um dos aspetos que iriam enriquecer as vivências da população e de quem a visita, pois foi a partir destas vivências que se originou tudo o que são as Casas de Mar.

A escala do lugar é o que também permite transmitir a sua identidade, no entanto assistimos ao aumento excessivo de fogos destinados ao turismo local, de população residente não permanente, tal como remodelações que descaracterizam, ambos agentes que enfraquecem a integridade do local.



Figura 93 - "Casas de Mar" na Atualidade | Matosinhos

## APENDICE IV

Peças Desenhadas, relativas ao levantamento do objeto de intervenção:

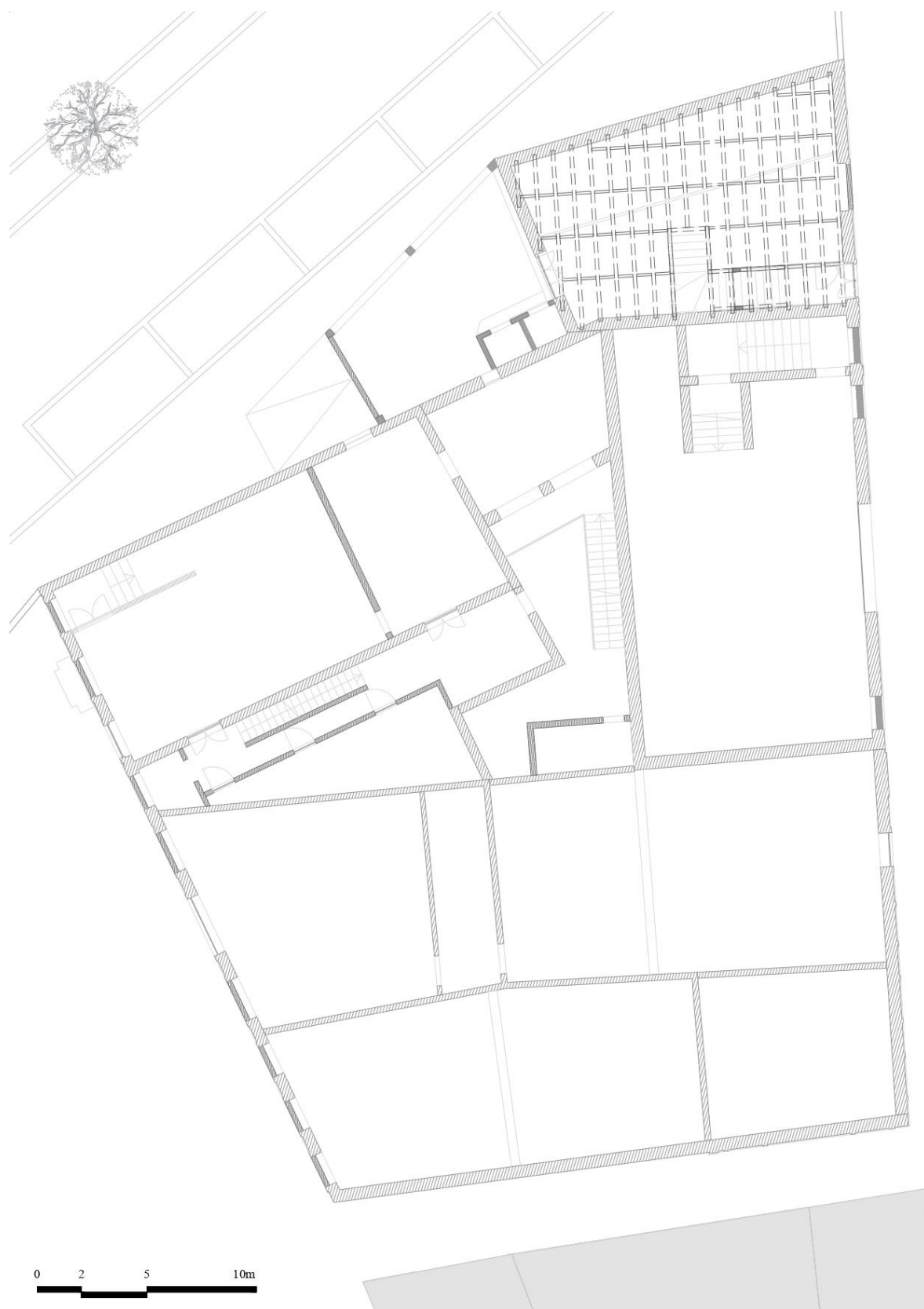


Figura 94 - Planta do Piso Rés-do-Chão | Levantamento

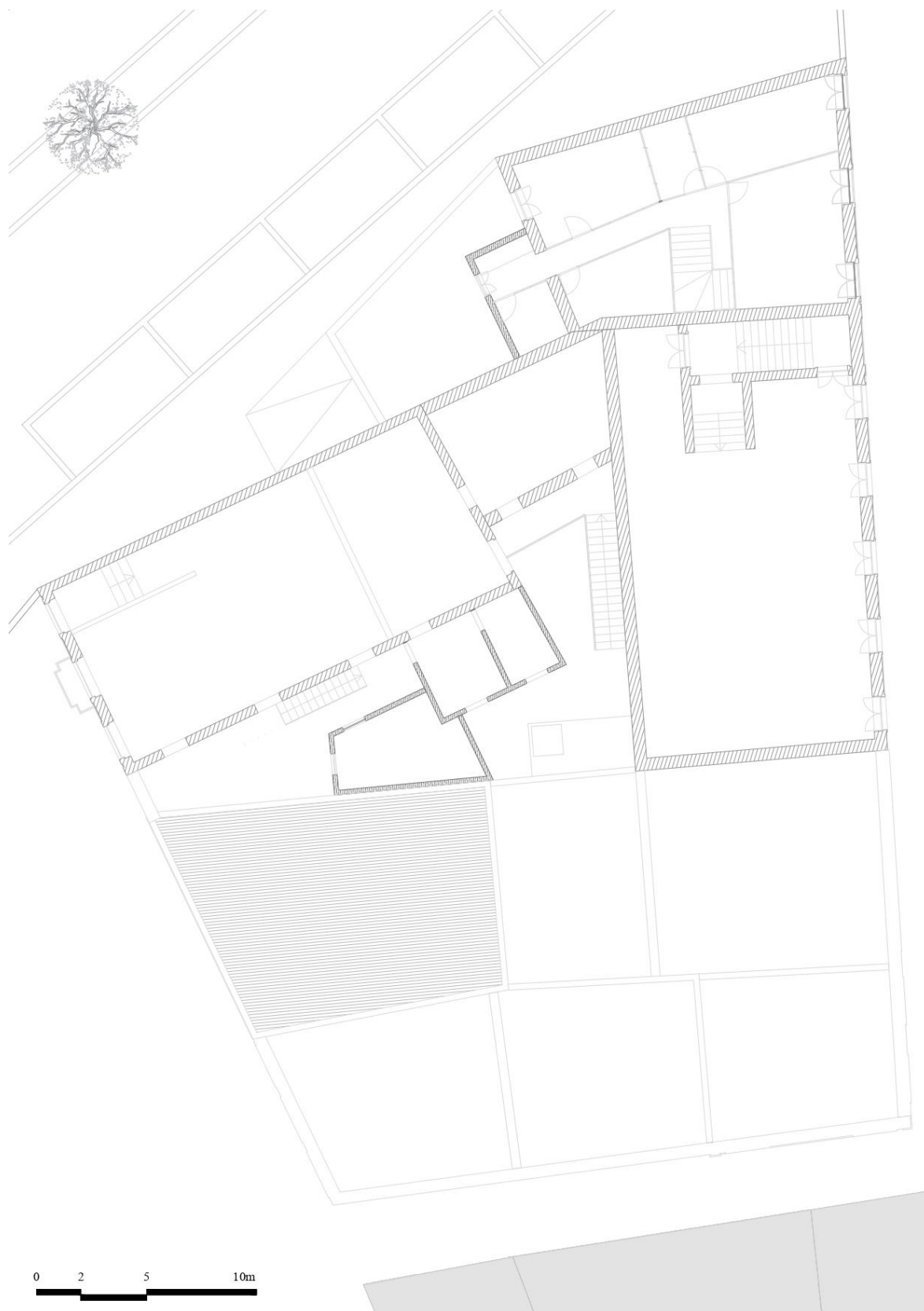


Figura 95 - Planta do Piso 1 | Levantamento

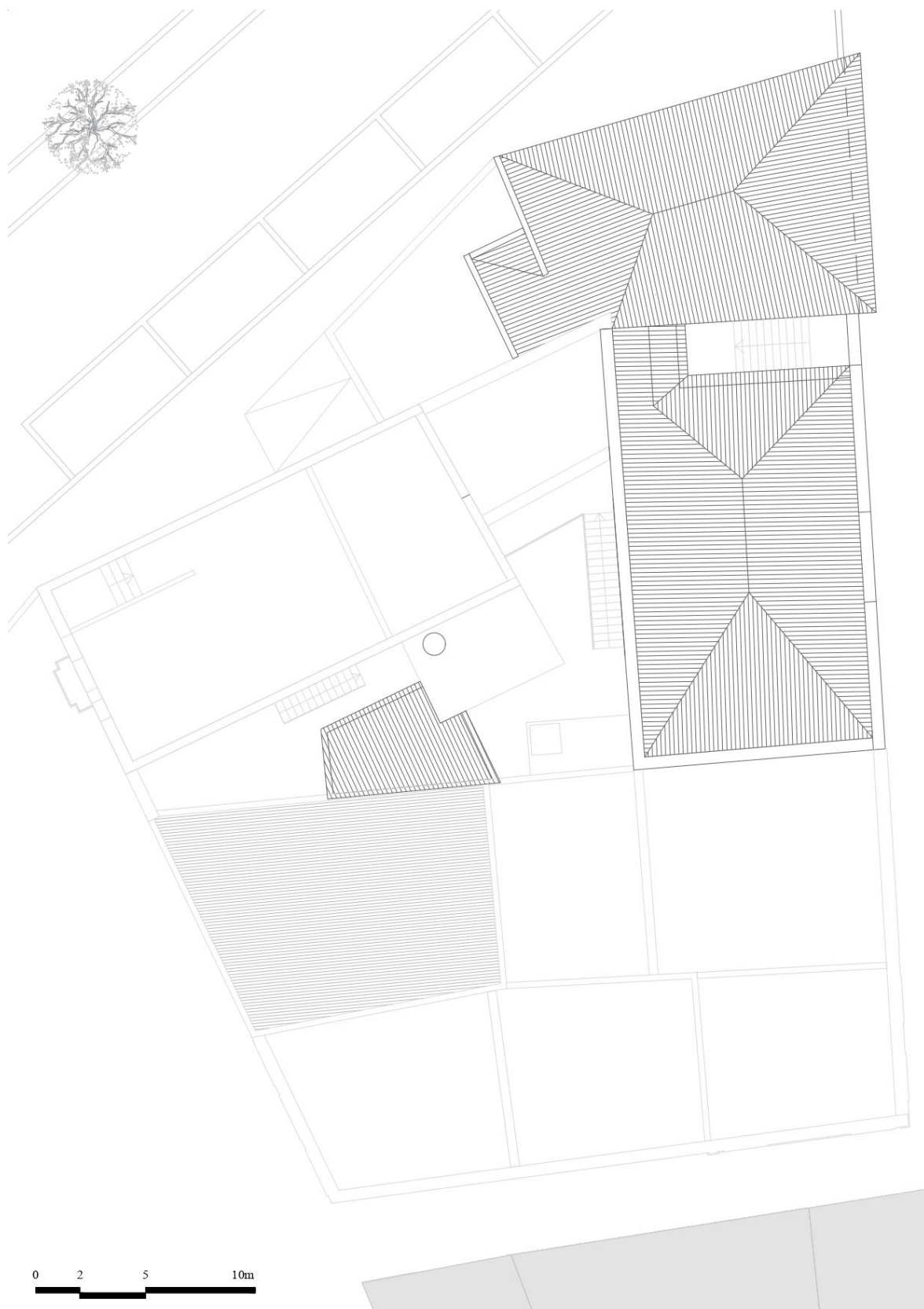


Figura 96 - Planta do Piso 2 | Levantamento

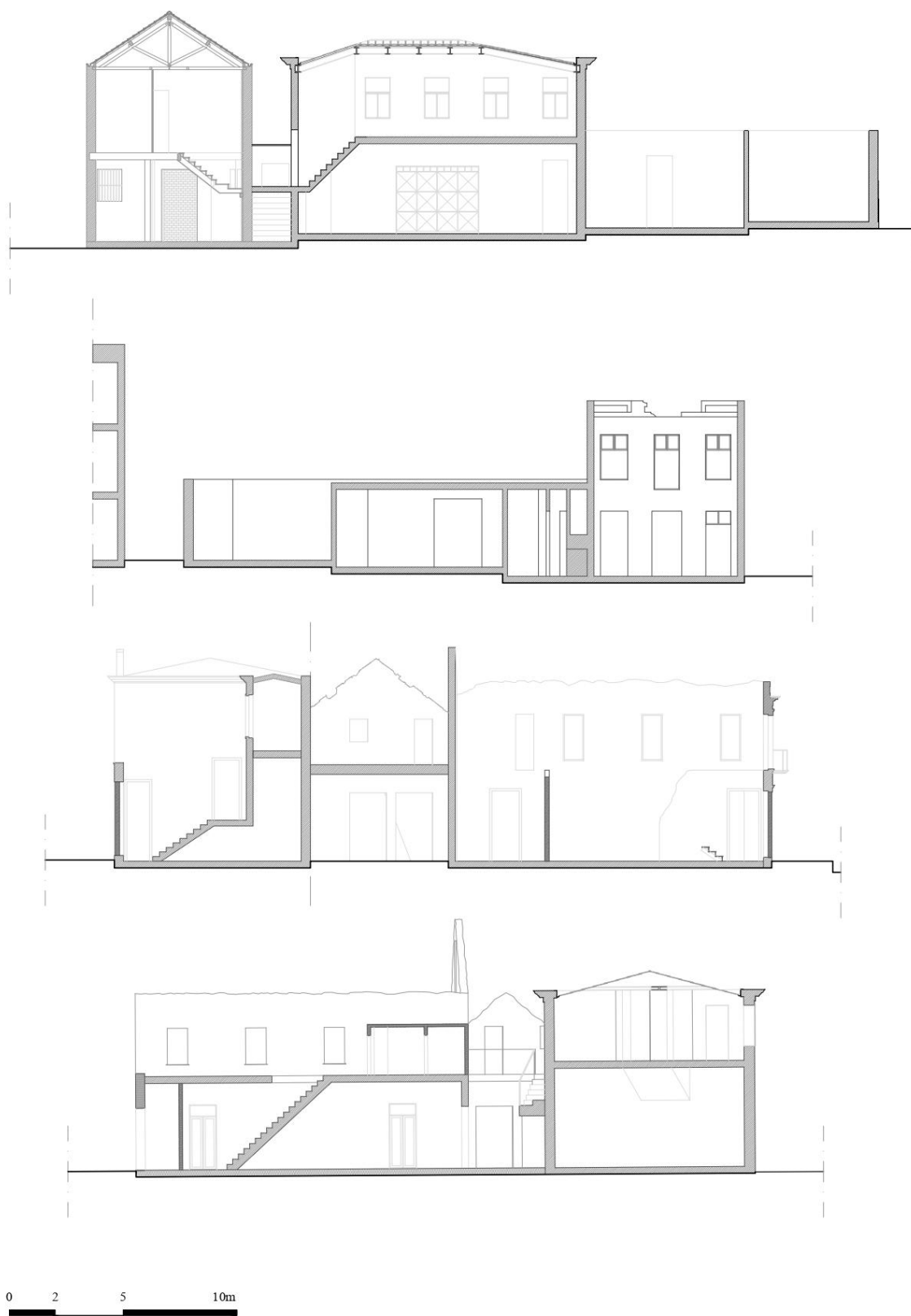


Figura 97 - Cortes | Levantamento



Figura 98 - Alçados | Levantamento

## APENDICE V

Maquetas realizadas em grupo, após o levantamento do objeto de intervenção:

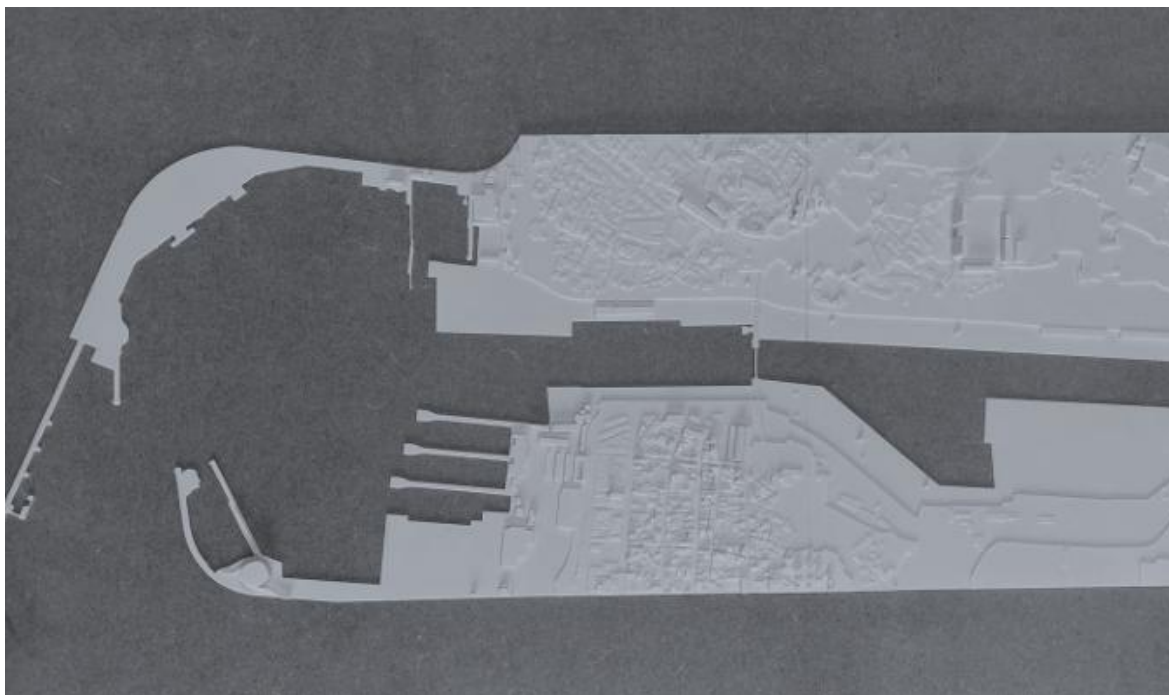


Figura 99 - Maquete 1:5000 | Existente

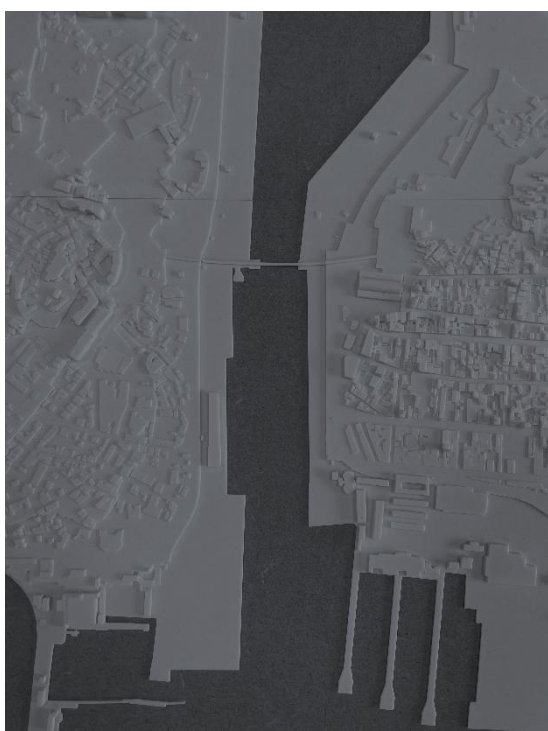


Figura 100 - Maquete 1:5000 | Existente

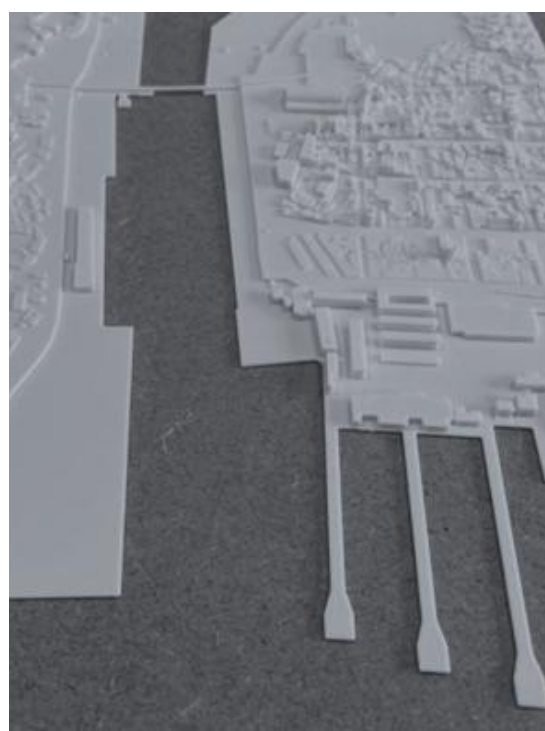


Figura 101 - Maquete 1:5000 | Existente



Figura 102 - Maquete 1:100 | Existente



Figura 103 - Maquete 1:100 | Existente



Figura 104 - Maquete 1:100 | Existente



Figura 105 - Maquete 1:100 | Existente

## APENDICE VI

Para melhor percepção da proposta do Quarteira de São Pedro, estas são as peças desenhadas, que ajudam a clarificar alguns aspetos, mais evidentes.



Figura 106 - Planta do Piso Térreo | Proposta



Figura 107 - Planta do Piso 1 | Proposta

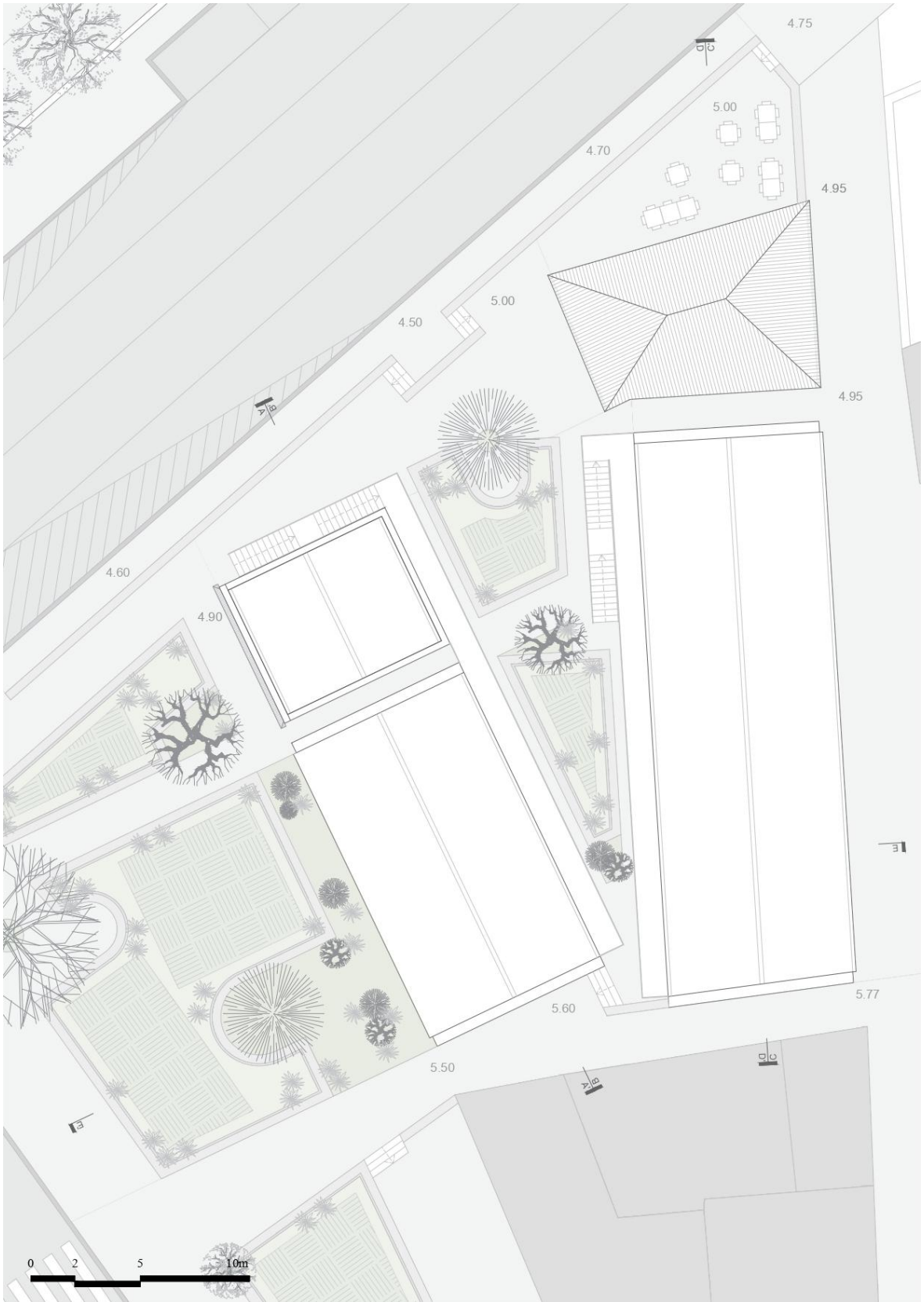


Figura 108 - Planta de Cobertura | Proposta



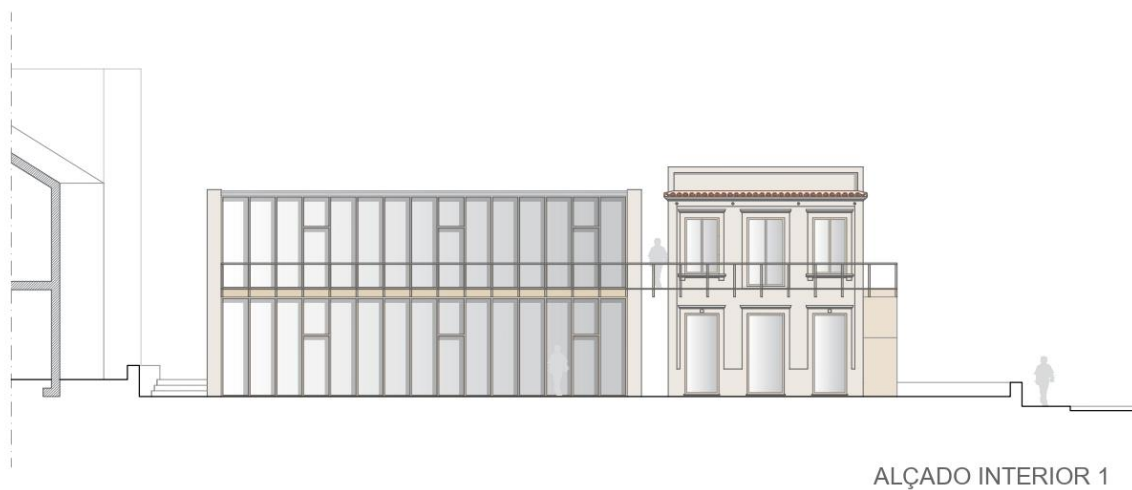
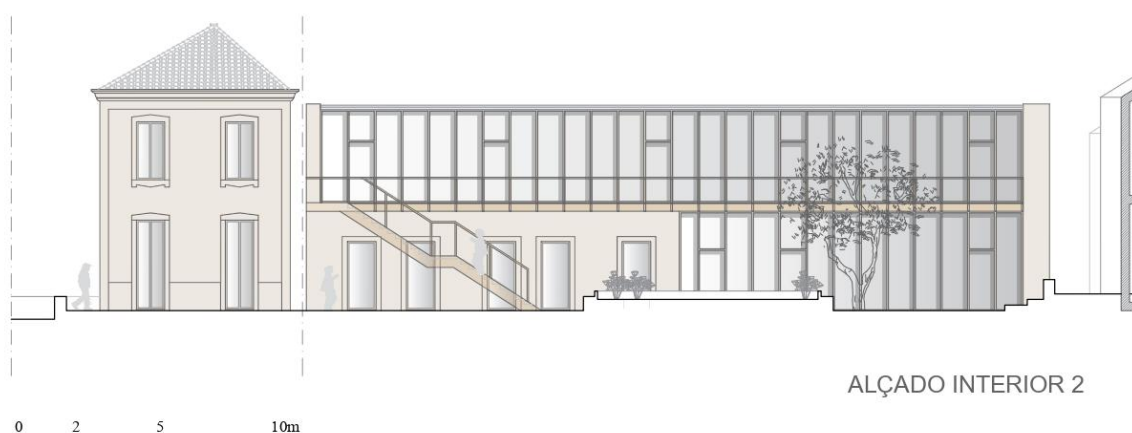
Figura 109 - Cortes AA', BB', CC' | Proposta



Figura 110 - Cortes DD', EE' | Proposta



Figura 111 – Alçados Exteriores | Proposta



0 2 5 10m

Figura 112 – Alçados Exteriores e Alçados Interiores | Proposta

## APÊNDICE VII

Maquetes realizadas no âmbito da proposta de reabilitação do Quarteirão de São Pedro, para melhor perceção tridimensional:

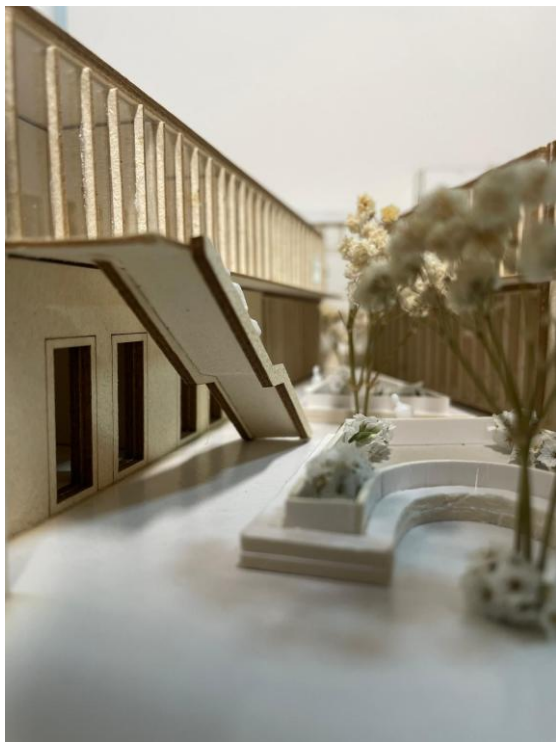


Figura 113 - Maquete 1:100 | Proposta



Figura 114 – Maquete 1:100 | Proposta



Figura 115 - Maquete 1:100 | Proposta



Figura 116 - Maquete 1:100 | Proposta



Figura 117 - Maquete Construtiva 1:20 | Proposta



Figura 118 - Maquete Construtiva 1:20 | Proposta



Figura 119 - Maquete Construtiva 1:20 | Proposta



Figura 120 - Maquete Construtiva 1:20 | Proposta

