

MESTRADO INTEGRADO

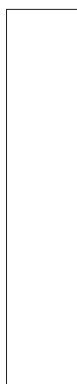
ARQUITETURA

Um projeto para Vila Nova de Cerveira: O percurso pela construção em madeira

João Francisco Santos



2023



UM PROJETO PARA VILA NOVA DE CERVEIRA

O percurso pela construção em madeira

João Francisco Barbosa Amaro Lima Santos

Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura

Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto

Orientação

Arquiteto Nuno Brandão Costa

Agradeço,

Ao Arquiteto Nuno Brandão Costa por aceitar ser o orientador da minha dissertação e pelas conversas que tivemos.

Aos meus pais, Albertina e Paulo, pelos valores, pelo amor incondicional e pelo apoio durante toda a minha vida.

Ao meu irmão, Tiago, pelos momentos de brincadeira ao longo destes meses de trabalho intenso.

À minha família: aos meus avós, tios e primos, por todos os momentos e memórias que partilhamos todos juntos.

À Joana, por todo o carinho, dedicação e amor, e por me apoiar e incentivar sempre durante esta fase da minha vida.

The present dissertation is the result of a series of different moments and studies about wood as a construction material and as a propelling element for the practice of Architecture, carried out through the whole academic journey, both at the *Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP)*, as well as at the *École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*.

Therefore, with the knowledge acquired, mainly through experimentation and direct contact with the material, from the work developed in the *Construção 2* curricular unit, to the intensive experience with wood during the *Erasmus* semester in the 2021/22 academic year, whose experiences were profusely explored and analyzed in this dissertation, it was developed an investigation into wood as a construction material. This research aims to address different themes capable of creating an understanding of the development of wood construction, the properties and qualities of wood as a building material and as a raw product, and the construction methods that make use of materials derived from wood, such as *Glulam* and *CLT*, and their characteristics and advantages over other materials and traditional wood construction methods. It is important to emphasize that this research accompanies the entire development of the dissertation, from the *memories* of the academic journey to the *future* of Quinta das Laranjeiras.

In this way, all the theoretical and experimental learning carried out over the course of these academic years resulted in the desire to create a project of my own. Thus, through a practical design exercise, the aim is to deepen reflection and understanding, not only about different wood construction techniques, but also about the sensory realm of this material and its relationship with the *user*, with *Architecture* and with *Construction*.

RESUMO

A presente dissertação decorre de um conjunto de diferentes momentos e estudos sobre a madeira enquanto material construtivo e impulsionadora do exercício da Arquitetura, realizados ao longo do percurso académico, tanto na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP), como também na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*.

Assim, juntamente com o conhecimento adquirido, sobretudo por experimentação e contacto direto com o material, desde o trabalho desenvolvido na unidade curricular de *Construção 2*, até à vivência intensiva com a madeira durante o semestre de *Erasmus* no ano letivo 2021/22, cujas experiências foram profusamente esplanadas e analisadas na presente dissertação, alia-se uma investigação sobre a madeira enquanto material construtivo. Esta investigação procura visar diferentes temáticas capazes de criar um entendimento sobre o desenvolvimento da construção em madeira, sobre as propriedades e qualidades da madeira enquanto material construtivo e matéria-prima e sobre métodos de construção que fazem uso de materiais derivados da madeira, como a *Glulam* e o *CLT* e quais as suas características e vantagens perante outros materiais e os métodos de construção tradicionais em madeira. É importante de ressaltar que esta investigação acompanha todo o desenvolvimento da dissertação, desde as *memórias* do percurso académico até ao *futuro* da Quinta das Laranjeiras.

Deste modo, todo o aprendizado teórico e experimental realizado ao longo destes anos académicos resultaram na vontade de realizar um projecto próprio. Assim, através de um exercício prático de projeto, propõe-se adensar a reflexão e o entendimento, não só sobre diferentes técnicas de construção em madeira, como também sobre o domínio sensorial deste material e a sua relação com o *utilizador*, com a *Arquitetura* e com a *Construção*.

Por opção do autor, a presente dissertação foi escrita segundo o novo acordo ortográfico.

Todas as citações da dissertação foram traduzidas de forma livre pelo autor, quando necessário, de forma a facilitar a leitura do trabalho.

De forma a enquadrarem-se na dissertação de forma mais adequada, algumas imagens foram submetidas a edição pelo autor, podendo apresentar cor e dimensões diferentes do original.

ÍNDICE

Agradecimentos	5
Abstract	6
Resumo	7
Introdução	11
• Motivação e Contexto	13
• Metodologia e Estrutura	14
Parte I - A madeira enquanto memória da construção	17
• As propriedades e características da madeira	19
• O artesanato <i>versus</i> a industrialização	23
• Novos paradigmas no mundo da construção - As madeiras lameladas coladas	27
• Os processos de fabricação de madeira e dos seus derivados	31
• As madeiras lameladas coladas e as suas características e vantagens perante outros materiais	35
• Construção em madeira - pensar o futuro	39
Parte II - A madeira enquanto memória académica	43
• O primeiro contacto direto com a madeira - o projeto da <i>Tower House</i>	45
• Da FAUP para a EPFL - O <i>Studio Assemble</i> e novas realidades e métodos	55
• Os primeiros passos sobre o entendimento da madeira enquanto recurso e material	59
• Um aprofundar sobre o estudo da madeira - o projeto do <i>Asahi Kindergarten</i>	61
• O projeto final na EPFL - um pavilhão para <i>Burtigny</i>	71
• <i>Takaharu Tezuka</i> - pensamentos sobre o exercício da arquitetura	79
Parte III - A madeira enquanto futuro da Quinta das Laranjeiras	83
• Vila Nova de Cerveira e o terreno da Quinta das Laranjeiras	85
• O programa e a implantação	89
• O <i>CLT</i> como material construtivo e a madeira enquanto criadora de ambientes	103
Considerações Finais	111
Referências Bibliográficas	114
Créditos Iconográficos	116

INTRODUÇÃO

MOTIVAÇÃO E CONTEXTO

A motivação para a presente dissertação nasce de uma reflexão pessoal e de diversas questões sobre a simbiose entre a *Arquitetura*, a *Construção* e a *Materialidade* - a madeira, que foram levantadas ao longo do meu percurso académico, quer na Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (FAUP), como também na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*, ao abrigo de um programa de intercâmbio realizado no ano letivo 2021/2022.

Por um lado, na FAUP, no âmbito da unidade curricular de *Construção 2*, tive a oportunidade de estudar e discutir soluções construtivas e conceitos arquitetónicos intimamente ligados à construção em madeira, quer por intermédio da realização de maquetes, como através do desenvolvimento de pormenores construtivos e consequente estudo de diversas obras de arquitetura. Neste caso, é fundamental destacar a obra *Tower House*, da autoria do estúdio dos arquitetos *Bearth & Deplazes*, uma obra onde é evidente a construção em madeira total, desde a estrutura aos acabamentos, implantada numa colina em *Sevgein*, na Suíça.

Por outro lado, na EPFL, afastando-me do método tão commumente explorado na FAUP, e aproximando-me da matéria, renasceram muitas das questões levantadas ao longo do meu percurso académico na FAUP. Esta diferente abordagem à disciplina da *Arquitetura* levou-me a entrar em contacto com diversos materiais, por observação, interpretação e sobretudo por experimentação. Neste período do meu percurso académico refleti novamente sobre a capacidade do material em caracterizar um espaço e uma arquitetura, e a sua capacidade de criar diferentes sensações no indivíduo.

De facto, o motor da dissertação prende-se fortemente com o trabalho desenvolvido na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, onde o dia-a-dia com a madeira se revelou fundamental. Durante o semestre fui desafiado a estudar e a relacionar-me intrinsecamente com este material, através da exploração de diversos projetos, do qual se destaca a obra do estúdio *Tezuka Architects*, o *Asahi Kindergarten*. Esta obra, localizada no Japão e construída sobre condições particulares e únicas, explora temáticas relacionadas com a construção em madeira absoluta, onde todos os elementos arquitetónicos, produzidos em madeira, são interligados por intermédio de diversas técnicas japonesas tradicionais. Através do estudo de diversos desenhos fornecidos pelos arquitetos foram desenvolvidas duas maquetes em madeira: uma maquete demonstrando toda a estrutura do edifício e uma segunda maquete que explora, à escala 1:5, o pormenor construtivo do pilar de canto em madeira e a forma como as vigas interseitam o pilar.

Posteriormente, já no final do semestre, foi proposto o desenvolvimento de um projeto tendo como base os conceitos e as aprendizagens realizadas aquando do desenvolvimento dos modelos em madeira precedentes. Deste modo, através de

uma fase de grande experimentação e interação com o material, foi desenvolvido um projeto capaz de explanar todo o conhecimento adquirido, mas ao mesmo tempo, colocando toda uma panóplia de questões ligadas à arquitetura em madeira, que se procuram, mais uma vez, responder e refletir.

Durante o meu percurso académico, refleti, então, sobre a importância da escolha do material na arquitetura e a forma como este condiciona, estruturalmente, visualmente e sensitivamente o espaço e a forma como o indivíduo percebe e sente a arquitetura em que se insere. O material é, de certo modo, o veículo que expressa a intenção do arquiteto, a ideia. Foram estas investigações académicas que me levaram a debruçar e a adensar o meu conhecimento sobre temáticas relacionadas com a madeira, que serão exploradas na presente dissertação.

METODOLOGIA E ESTRUTURA

A presente dissertação atua como que um reflexo do percurso académico, onde se procura criar um entendimento sobre a madeira enquanto material construtivo e impulsionadora do exercício da *Arquitetura* e da *Construção*. Deste modo, a dissertação divide-se em três momentos, sugeridos através da divisão do pensamento em três partes: *A madeira enquanto memória da construção*; *A madeira enquanto memória académica* e *A madeira enquanto futuro da Quinta das Laranjeiras*.

Analisando os títulos de cada capítulo, é necessário entender o porquê das expressões - *memória* e *futuro*. Por um lado, *memória*, evoca, não só, todo o desenvolvimento da madeira, enquanto material de construção, enquanto matéria-prima e enquanto matéria sensorial, mas também evoca todas as etapas do meu percurso académico em que a madeira foi alvo de um estudo intenso, quer por observação, experimentação ou pelo ato de projetar.

Por outro lado, *futuro*, prende-se com a etapa final de todo o meu percurso académico. É o culminar de todo o aprendizado sobre a madeira e todas as questões levantadas nos capítulos anteriores, por intermédio do desenho de arquitetura e do desenvolvimento final de um projeto que procura qualificar a Quinta das Laranjeiras em Vila Nova de Cerveira. *Futuro*, também, pois as questões levantadas na realização deste exercício permitem uma nova panóplia de indagações que um dia poderão ser estudadas.

O primeiro momento - *A madeira enquanto memória da construção* - procura criar um entendimento da madeira enquanto matéria-prima e recurso e, também, enquanto material construtivo, explorando diversas temáticas: desde uma compreensão das propriedades da madeira, quer seja enquanto matéria natural ou enquanto material construtivo, até ao estudo de materiais derivados da madeira, como as madeiras lameladas coladas, que permitem novos horizontes para além da construção tradicional em madeira.

O segundo momento - *A madeira enquanto memória académica* - oferece um olhar sobre os trabalhos e momentos de aprendizagem realizados, sobre a madeira, tanto em Portugal como na Suíça. Neste capítulo, são apresentados diversos projetos estudados e pensados desde o terceiro ano do curso de Arquitetura, capazes de criar um entendimento global sobre diferentes formas e técnicas de construir, e de pensar a ligação entre a *Arquitetura*, a *Construção*, a *Materialidade* e o *Pensamento*.

Aliando estes dois momentos da *memória*, procura-se criar uma rede de conhecimento sobre a madeira capaz de alimentar o trabalho desenvolvido no terceiro momento - *A madeira enquanto futuro da Quinta das Laranjeiras*. Assim, a presente dissertação, propõe o desenvolvimento de um projeto para uma quinta em Vila Nova de Cerveira. Este terreno caracteriza-se pelas suas grandes dimensões e pelas diferentes cotas que o compõem, solucionadas, muitas vezes pela existência de socacos. Trata-se de um terreno marcado pela presença da habitação principal, de onde se desenvolvem um conjunto de anexos dedicados à lavoura e aos trabalhos dos campos. Dada a grande riqueza e diversidade do terreno em termos cénicos, e tendo em vista um aprofundar sobre o estudo deste material, propõe-se desenvolver um projeto onde estão patentes as aprendizagens desenvolvidas sobre a Construção e a Arquitetura em madeira e onde estão espelhadas todas as indagações e experimentações pela busca de conhecimento e na procura de respostas para a questão da simbiose entre a *Arquitetura*, a *Construção* e a *Materialidade*.



PARTE I - A MADEIRA ENQUANTO MEMÓRIA DA CONSTRUÇÃO

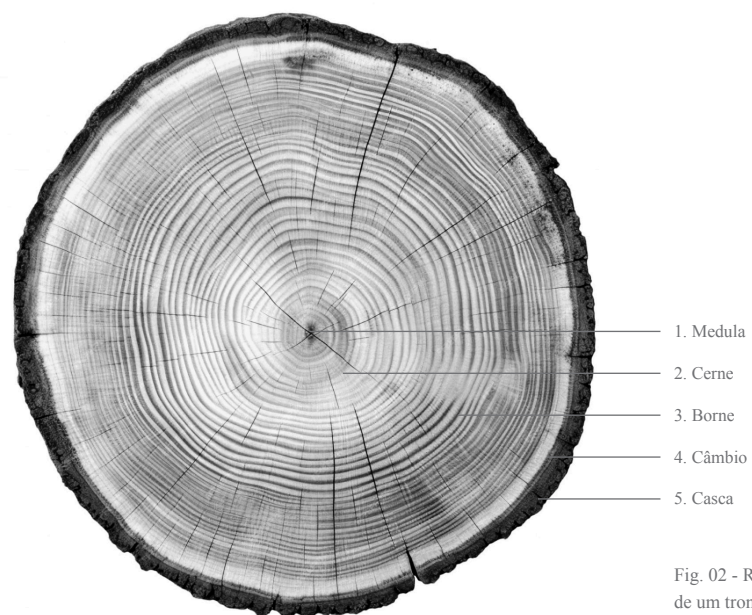


Fig. 02 - Representação da secção transversal de um tronco.

AS PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

As árvores são prodigiosos seres vivos, organismos complexos, (...) propagam-se, por via vegetativa ou sexuada, crescem, vivem, reproduzem-se, senescem e morrem sem renúncia, sem exigência, sem queixume, sem protesto, dando de si tudo e a todos durante prolongada existência, já que são muitas delas esplendorosos macróbios, que enternecidamente acolhem gerações e gerações, quantas vezes distraídas, ignorantes ou ingratas da sua insubstituível prestação.¹

A madeira é um material natural proveniente das árvores, que são, de certa forma, uma construção da natureza, e a madeira é um produto altamente especializado da evolução. Tratando-se de um material natural, a madeira apresenta características únicas, uma vez que a árvore, sendo um ser vivo, é também ela única, e “o seu tecido constitutivo fundamental comporta e conserva essa individualidade, o que significa que as madeiras não apenas se distinguem por serem produzidas por árvores de espécies botânicas diferentes, mas por serem provenientes de indivíduos perfeitamente caracterizados.”²

No que diz respeito à estrutura da árvore, esta é composta por três momentos: a raiz, o tronco e a copa, sendo que estes elementos garantem o suporte, a absorção de nutrientes e a proteção necessária para a sobrevivência do organismo. Para isso, “a composição destes elementos é feita através de uma estrutura celular complexa e de geometria variável.”³, capaz de conferir à madeira diferentes características fundamentais na sua utilização como material de construção. Na indústria da construção, o tronco é o elemento mais utilizado, desde a sua conversão quase direta em secções próprias para estruturas de edifícios, até ao aproveitamento das aparas e do serrim na produção de papel e diferentes aglomerados. A própria manutenção dos solos após o abate da árvore, a produção de energia e a alimentação de máquinas, são outras funcionalidades possíveis com as sobras da madeira.

Através da leitura de uma secção transversal, é possível observar as diferentes camadas que constituem o tronco: o cerne, o borne, o câmbio e a casca [fig.02]. O cerne está localizado no centro do tronco e é a parte mais antiga da árvore, composto por células mortas e em torno do qual crescem as camadas e as células da madeira.⁴ O cerne tem como funções principais, envolver a medula, que representa a estrutura primária da árvore, e sustentar toda a estrutura do organismo. O borne, normalmente de cor mais clara, estende-se desde o cerne até às camadas da casca, e contém as células vivas da árvore, que conduzem e armazenam a seiva e os nutrientes. O câmbio é uma camada intermédia entre o borne e a casca, que, ao longo do tempo, dá origem aos anéis de crescimento e à casca. Por sua vez, a casca, cuja função principal é “proteger o câmbio e a madeira do tronco de danos mecânicos e secagem excessiva.”⁵, divide-se em duas subcamadas: uma interior capaz de conduzir nutrientes e uma exterior, composta por células mortas.

1. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. p. 15

2. Idem, p. 130

3. CACHIM, Paulo Barreto, *Construção em Madeira - a Madeira como Material de Construção*. 2ªed. Porto: Publindústria, 2014, p. 3

4. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 82

5. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 31

O processo de serração dos troncos, é uma tarefa que exige muita destreza em aproveitar quase toda a totalidade da madeira para produzir secções das mais variadas dimensões a partir de uma só árvore [fig.03]. A partir do câmbio e do borne é possível obter uma série de secções isentas de fissuras, nós e outros defeitos e anomalias, o que permite a criação de tábuas mais finas e polidas. Por outro lado, perto do centro, a madeira poderá apresentar nós e fissuras, o que resulta na serração de secções mais grossas, como vigas destinadas à construção.⁶ Finalmente, a madeira de menor qualidade, aquela que é, por exemplo, aparada das tábuas cortadas, é encaminhada para a produção de outros produtos como o papel, ou para a produção de energia e combustível.

As árvores não crescem simplesmente, mas sim crescem em certas condições, suportando uma variedade de forças ambientais hostis. Consequentemente, uma árvore desenvolve um conjunto único de propriedades em função do local de crescimento e da sua resistência nele. Isto contribui para uma falta de uniformidade; mas longe de ser uma desvantagem, estas idiossincrasias podem eventualmente ser vantajosas para o edifício.⁷

De facto, diferentes condições de crescimento ao longo do período de vida da árvore influenciam de forma preponderante a qualidade e as propriedades da madeira enquanto material de construção. A idade da árvore no momento do abate e o seu ritmo de crescimento, é também um aspeto fundamental na resistência e na capacidade de resposta da madeira a diversas solicitações mecânicas. Deste modo, estando perante um material natural, influenciado por diversos fatores, desde o clima e o terreno à sua composição biológica única, é necessário entender quais as características e propriedades inerentes a esta matéria-prima, que transformam este produto da natureza, num material de construção extremamente versátil e capaz de dar resposta a diferentes necessidades e utilizações.

Assim, “sabe-se que a madeira é um material lenho-celulósico, celular, anisotrópico, visco-elástico e biodegradável, singularidades que determinam o seu comportamento em todas as circunstâncias.”⁸ Por outro lado, a madeira é também resistente à água salgada, à oxidação e a outros componentes químicos e agentes corrosivos.⁹ Uma das propriedades físico-mecânicas mais importantes da madeira é a dureza. Esta característica pode ser “definida como a resistência que o material opõe à penetração de um corpo estranho, quer essa ação resulte de uma pressão gradual, quer de uma percussão ou choque.”¹⁰ No que diz respeito ao trabalho da madeira, é importante salientar que quanto maior for a dureza do material, maior será a dificuldade de trabalho e maior o gasto de energia. Em relação estreita com a dureza, surge uma outra propriedade: a densidade, sendo que quanto mais duras são as madeiras, ou seja mais pesadas, mais densas serão.

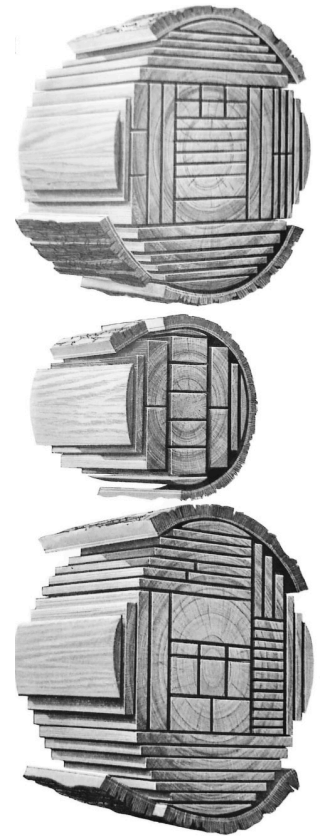


Fig. 03 - Diagrama de serração de diferentes troncos em secções de diferentes dimensões.

6. AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 48

7. KNIGHT, John, *The second life of trees: family forestry in upland Japan*. Em: RIVAL Laura, *The Social Life of Trees: Anthropological Perspectives on Tree Symbolism*. Universidade de Oxford, 1998, p. 202

8. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. p. 130

9. CACHIM, Paulo Barreto, *Construção em Madeira - a Madeira como Material de Construção*. 2ªed. Porto: Publindústria, 2014, p.3

10. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. p. 139

“A madeira é um material de construção de alta resistência e baixo peso. É composto por células cujas cavidades proporcionam isolamento térmico e cujas paredes celulares absorvem e liberam humidade. Um dos benefícios disso é garantir um clima interior saudável.”¹¹, o que faz com que a madeira apresente índices de eficácia térmica elevados.

A estrutura anatómica da madeira é anisotrópica, o que significa que as propriedades mecânicas do material estão dependentes da direção das suas fibras. De facto, seguindo a direção das fibras, a madeira apresenta uma resistência à tração cem vezes maior e uma resistência à compressão quatro vezes maior do que numa direção perpendicular às fibras.¹² Esta propriedade apresenta vantagens, também em comparação com outros materiais como o betão, sendo que estas características são enaltecidas com o desenvolvimento dos produtos à base de madeira, que apresentam capacidades ímpares no que diz respeito a estruturas que suportam enormes vãos. De facto, estas características anatómicas das suas células e fibras, bem como a composição química da madeira, permitem explorar as suas qualidades técnicas, procurando cada vez mais, dotar a madeira e os seus derivados, de capacidades para dar resposta a projetos estruturalmente desafiantes.

Ademais, uma das características principais da madeira é o seu carácter higroscópico, ou seja, a sua capacidade de absorver água e a humidade do ambiente onde se insere. Como se sabe, “em princípio, a madeira para construção deveria estar seca; um alto teor de humidade reduz a resistência e influencia a precisão dimensional e a estabilidade da forma.”¹³, bem como aumenta a probabilidade da criação de fungos e do apodrecimento das partes. Assim, é necessário ter em conta esta característica do material e permitir que este se mantenha ventilado numa estrutura, pois a madeira absorve e liberta humidade consoante as variações do ambiente em que se insere e uma vez que “a capacidade de carga da madeira diminui à medida que o seu teor de humidade aumenta.”¹⁴ O carácter higroscópico da madeira, aliada à sua anisotropia, provocam na madeira fenómenos de encolhimento e/ou inchaço, que resultam em possíveis deformações e empenos.

Uma das propriedades mecânicas mais apreciadas da madeira é a sua visco-elasticidade. A elasticidade da madeira permite que esta seja capaz de recuperar a sua forma original após a aplicação de uma força ou carga, mas quando o módulo de elasticidade, que determina o coeficiente de elasticidade da madeira, é ultrapassado, atinge-se uma deformação permanente, mas sem se verificar uma rotura do elemento. Assim, a madeira é um material muito flexível, sendo que esta é uma “propriedade que conjuga a elasticidade e a rigidez quando solicitada à encurvadura mais ou menos instantânea (...).”¹⁵

11. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 47

12. RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 12

13. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures - a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 83

14. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 33

15. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. p. 148

Todas estas características, fazem da madeira um material qualificado no que diz respeito ao controlo dos custos numa construção, um dos aspetos primordiais no mundo industrializado da atualidade. A relação custo-benefício é cada vez mais relevante, e os custos de construção, bem como os custos de manutenção são aspetos fundamentais a ter em conta. Tratando-se de um material versátil, a madeira pode ser utilizada como o material primordial da estrutura e também de diversos acabamentos, reduzindo assim os custos. A sua fácil aplicação, aliada à pré-fabricação, permitem reduzir o tempo de trabalho, o que se traduz também, num maior controlo dos custos. No que diz respeito à manutenção, “a vida útil dos edifícios de madeira projetados profissionalmente é praticamente ilimitada; usada corretamente, a madeira no interior não requer cuidados especiais.”¹⁶

16. RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 14

O ARTESANATO *VERSUS* A INDUSTRIALIZAÇÃO

*Nenhum outro material desempenhou um papel tão importante na história do desenvolvimento humano como a madeira. Nenhum outro material nos influenciou tanto, e nenhum outro material foi tão extensivamente moldado e transformado por nós.*¹⁷

De facto, desde os primórdios da humanidade que o uso da madeira é fundamental em diversas áreas, quer seja para defesa, aquecimento, preparação de alimentos e iluminação, mas também como material de construção. Tratando-se de um recurso natural, e graças à sua presença abundante na natureza, a madeira esteve sempre ao alcance do Homem e foi um elemento essencial nas primeiras formas de abrigo e habitações humanas, libertando-o da servidão das cavernas e da terra fria.¹⁸

Para além do seu carácter natural, as suas propriedades físicas, químicas e mecânicas fazem da madeira um material de eleição no decorrer do desenvolvimento humano. De facto, indo além da sua força e resistência naturais, a madeira pode ser trabalhada e alterada de múltiplas maneiras, sendo que estas capacidades foram sempre exploradas por carpinteiros, engenheiros e arquitetos.¹⁹ Assim, é possível entender que as técnicas de trabalhar este material evoluíram constantemente ao longo do tempo, dando resposta à igual evolução do ser humano e das suas necessidades, começando por se tratar de um processo manual, primitivo e rudimentar, até atingir os patamares da atualidade, onde a indústria da madeira revela técnicas cada vez mais engenhosas e diversificadas para dar resposta às exigências crescentes da construção e vida modernas.

É importante salientar que “A construção em madeira tem sido mais fortemente influenciada do que qualquer outro método construtivo pela sua estreita relação com os profissionais especializados.”²⁰ Ou seja, os conhecimentos acerca das propriedades da madeira e do comportamento estrutural dos edifícios em madeira não advinham de conhecimentos científicos, mas sim da passagem de conhecimento entre gerações e da experiência e relação próxima com o material e a forma como este se comporta, aplicando, assim, estes conhecimentos adquiridos no planeamento e na construção do edifício.²¹

Todavia, foi no século XVII, que estes paradigmas começaram a mudar, uma vez que foi neste momento da história que se começaram a formular os primeiros métodos teóricos e práticos de análise das forças em estruturas de madeira. No século XIX, apesar dos avanços tecnológicos e do surgimento de novos materiais graças à Revolução Industrial, as propriedades naturais da madeira continuaram a ser exploradas pelos artesãos de muitas maneiras diferentes para casas, navios, dispositivos mecânicos, móveis e utensílios, e “desde então, o trabalho em madeira passou gradualmente desta rica interação de materiais, artesanato e ferramentas em direção à produção industrial.”²² Assim, a crescente mecanização e standardização da madeira como material construtivo levou a diferentes formas de projetar e de olhar para o material.

17. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 7

18. PEREIRA, Benjamim, *Sistemas de serração de madeiras: tecnologia tradicional portuguesa*. Lisboa: I.N.I.C., 1990, p. 7-8.

19. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 7

20. Idem, p. 24

21. BLASER, Werner, *Wood Pioneer Architecture: Masterpieces of the last 100 years*. Weiningen-Zurich: Waser Verlag, 1995, p. 176

22. Idem, p. 177

No entanto, foi apenas no início do século XX que a passagem da construção tradicional em madeira para uma construção informada, engenheirada e baseada em estudos científicos, se verificou. Pesquisas e testes sistematizados sobre a madeira como material construtivo foram fundamentais para ajudar a verificar os projetos e as regras de engenharia a eles subjacentes e traduziram-se nos primeiros padrões confiáveis.²³ Deste modo, a criação de ferramentas, máquinas e técnicas mais avançadas tecnologicamente, permitiram que a madeira fosse trabalhada de forma diferente, de forma mais precisa. Graças a estes desenvolvimentos, os próprios produtos, mudaram radicalmente: agora podem ser fabricados e utilizados de forma mais racional e económica, como resultado da tecnologia moderna.²⁴

*E é assim que, da conjugação das duas fontes de conhecimento - experimental e técnico-científica - se vêm criando modelos ou padrões de materiais lenhosos coerentes com as exigências das utilizações ou das mui diversas indústrias.*²⁵

23. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 24

24. BLASER, Werner, *Wood Pioneer Architecture: Masterpieces of the last 100 years*. Weiningen-Zurich: Waser Verlag, 1995, p. 177

25. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica; propriedades; utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. p. 126

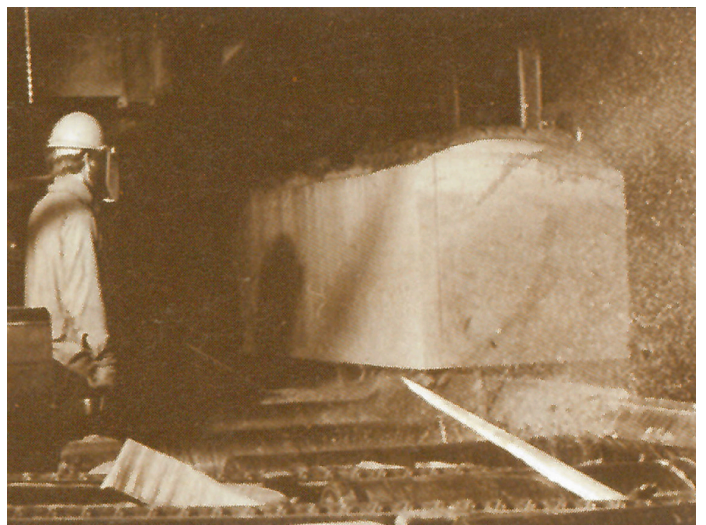
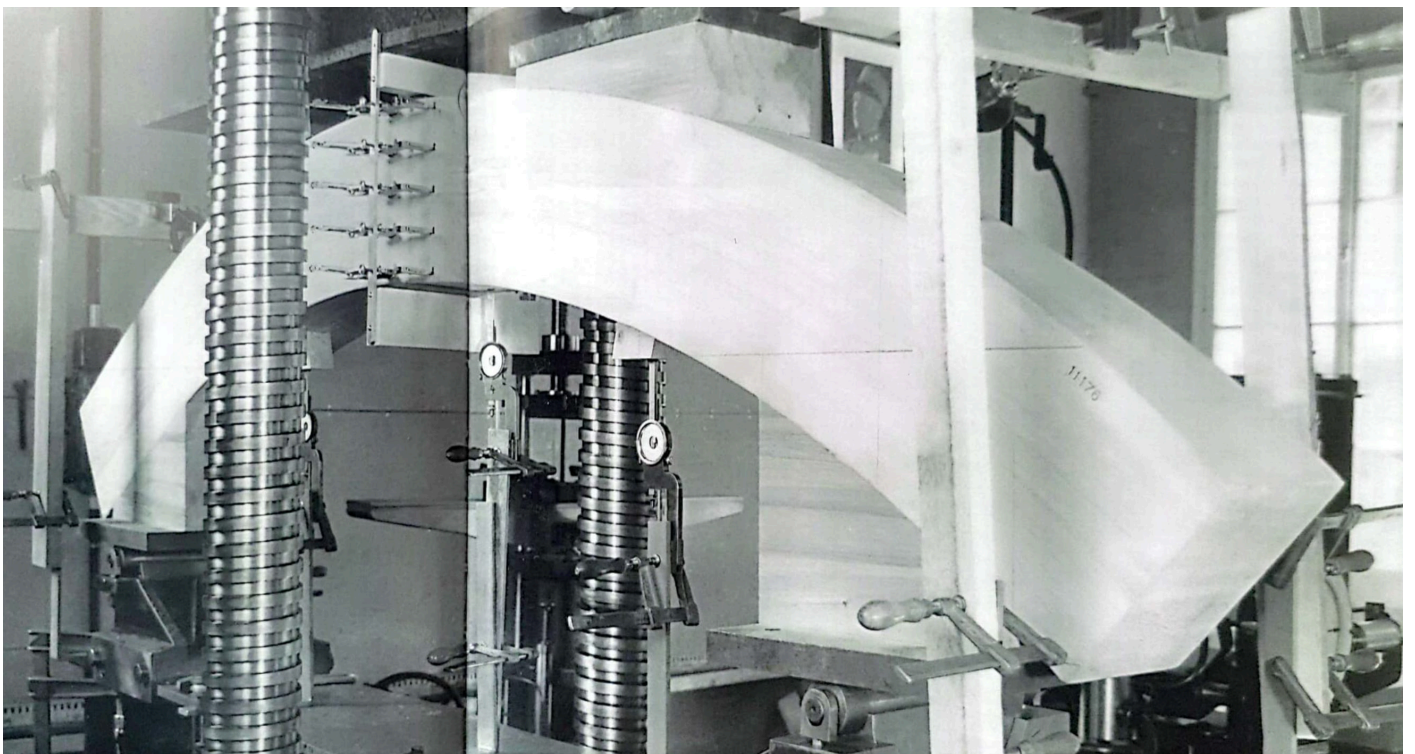


Fig. 04, 05 e 06 - Fotografias alusivas aos primeiros processos de serração dos troncos numa serraria.



NOVOS PARADIGMAS NO MUNDO DA CONSTRUÇÃO - AS MADEIRAS LAMELADAS COLADAS

*Nos últimos anos, o desenvolvimento de novos materiais de madeira com grandes dimensões e grande resistência, bem como melhorias na tecnologia das conexões, deram à madeira uma nova posição única no campo das aplicações de engenharia.*²⁶

Enquanto que a ideia de construir elementos construtivos em madeira a partir da aglomeração de secções menores remonta ao tempo dos egípcios, foi apenas em meados do século XIX que se procuraram desenvolver efetivamente as primeiras formas de madeira lamelada. Contudo, o fabrico dos elementos estruturais com esta técnica não ganhou grande relevo neste período pela falta de soluções no que diz respeito à cola a utilizar, pois “o encolhimento e o inchaço da madeira, a influência da humidade, bem como a durabilidade e o comportamento a longo prazo do próprio adesivo representaram os maiores problemas.”²⁷ Aliados a estes problemas técnicos do material, na altura não era possível o transporte destas grandes estruturas para o terreno, sendo que teriam que ser construídas diretamente no local, facto que iria contra uma das maiores vantagens desta tecnologia: a sua construção em ambientes controlados e onde os elementos poderiam ser submetidos a testes de forças e cargas.

No entanto, a utilização efetiva da madeira lamelada começou no início do século XX, pois em 1938 desenvolveram-se as primeiras colas de resina sintéticas. Como é sabido, a grande parte dos materiais derivados da madeira requerem ligações entre os componentes, que podem assumir diferentes formas de aplicação e com recurso a diferentes materiais, “desde os primitivos ligadores fibrosos (enleias ou liames), às mais elaboradas resinas sintéticas através das quais se realizam ‘milagres’ de reconstituição, à imagem aperfeiçoada das soldas metálicas, passando pelos ligadores metálicos convencionais ou mais elaborados.”²⁸ Estes adesivos de resina sintética, bem como as colas à base de ureia e melamina, ofereceram uma maior resistência à água e maior adaptabilidade às variações próprias da madeira, em comparação com as colas de caseína usadas anteriormente sem grande sucesso.²⁹ Aliado ao progresso das resinas, o desenvolvimento da junta digital, mais conhecida como *finger joint*, revelou-se como um dos progressos mais significativos na reconstituição da madeira maciça em produtos derivados da mesma.³⁰

Aliado a esta nova geração de colas, o desenvolvimento científico de modelos computacionais e das tecnologias permitiram dotar a madeira lamelada de um conjunto de características capazes de levar este material a rivalizar com o aço e o betão. Nas décadas de 1960 e 1970 e com o continuar dos desenvolvimentos tecnológicos, “pela primeira vez, os engenheiros puderam recorrer a padrões de construção adequados e compreensíveis, que permitissem um planeamento de confiança e uma produção controlada.”³¹ O grande desenvolvimento da economia neste período, aliado ao desenvolvimento das colas e da tecnologia [fig.07], permitiu o uso da madeira lamelada como elemento estrutural, demonstrando todas as possibilidades

Fig. 07 - Testes de forças realizados na década de 1940 sobre vigas de madeira lameladas colada. Estes testes de encurvadura pretendiam averiguar as qualidades mecânicas do material, bem como das colas como agente aglutinador.

26. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p.7

27. Idem, p. 96

28. CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996, p. 202

29. Idem, p. 106

30. Idem, p. 300

31. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 114

arquitetónicas que este material tem para oferecer. De facto, “a construção de estruturas impressionantes e incomuns mostrou às pessoas que a madeira lamelada era uma alternativa genuína para os tradicionais materiais de construção como o aço e o betão.”³² Foi na Suíça que foram construídas 3 estruturas marcantes deste tipo de construção: o pavilhão para a exposição nacional, em 1964, em Lausanne [fig.08]; e duas pistas de gelo em Berna [fig.09] e Davos [fig.10] respetivamente. Estas estruturas pioneiras revelaram-se como o ponto de partida para a ampla difusão deste material e das técnicas por detrás deste sistema construtivo.

Como foi referido anteriormente, entre 1850 e 1900, a madeira, que tinha até então sido o material primordial das construções, quase desapareceu da construção de enormes estruturas pois os novos materiais, o betão e o ferro, eram capazes de dar resposta às novas necessidades da arquitetura e da construção. A madeira foi então relegada, não só à construção de pequenas habitações e estruturas auxiliares, mas também passou a ser vista como um material associado ao passado, ao tradicional e ao vernacular.

Contudo, “a construção em madeira lamelada foi um desenvolvimento revolucionário e enunciou uma nova era na construção em madeira.”³³ Estas novas tecnologias permitiram demonstrar a verdadeira potencialidade da madeira na construção, rivalizando em muitos aspetos com as estruturas de betão e de ferro, procurando relançar a madeira como um dos materiais de eleição e deixando de lado a ideia pré-concebida da madeira como um material antigo e desatualizado.

De facto, estes novos sistemas construtivos, graças à natureza altamente tecnológica dos materiais, têm um alto grau de pré-fabricação associado e respondem, cada vez mais, às exigências contemporâneas e oferecem aos arquitetos e designers novas perspectivas.³⁴ Há, então, uma maior liberdade no pensamento do desenho e da forma, e novas construções em madeira tornam-se possíveis, por um lado devido ao desenvolvimento destes materiais compósitos de madeira, e por outro lado pela possível combinação de diferentes sistemas, incluindo os tradicionais, bem como diferentes materiais.

Assim, capaz de construir estruturas que vencem grandes vãos e de formas muito variadas, a madeira destacou-se de outros materiais de construção, pois, o que era outrora, “um material natural tornou-se um produto técnico”³⁵ de excelência.

32. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 114

33. Idem, p. 74

34. RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 177-178

35. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 74

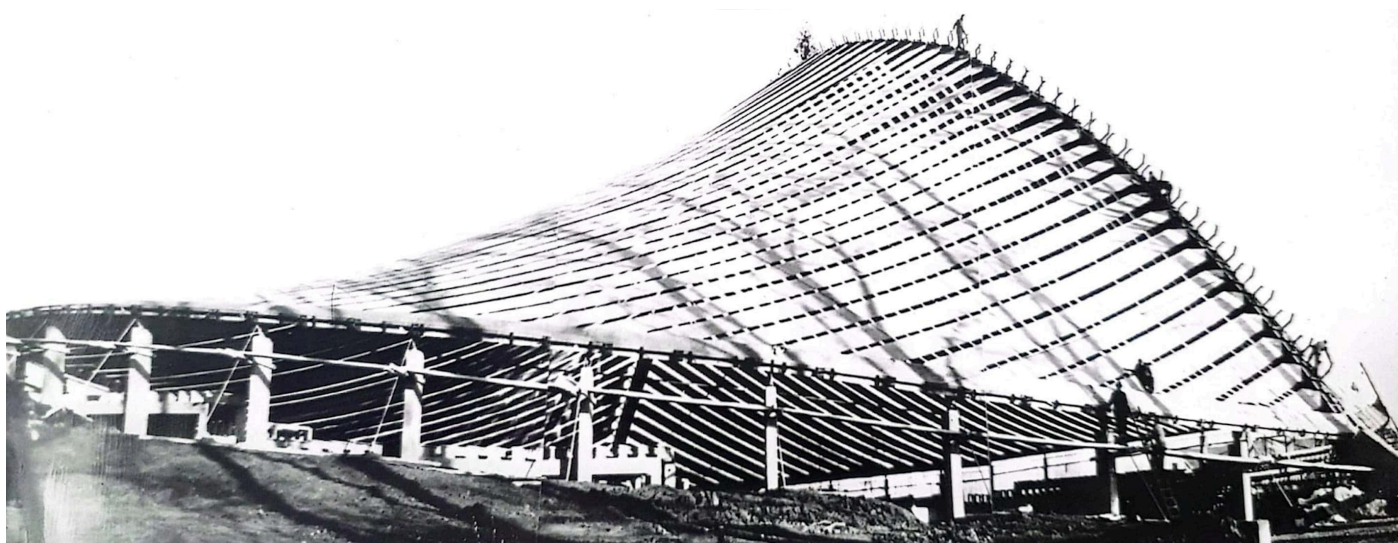


Fig. 08 - Pavilhão para a Exposição nacional suíça. Lausanne, Suíça, 1964.

Apresenta uma “espinha dorsal” composta por madeira lamelada colada capaz de vencer um vão de 87 metros. Deste arco são lançados outros elementos perpendicularmente. Esta estrutura parabólica permitiu uma cobertura transparente.

Fig. 09 - *Allmend Ice Rink*. Berna, Suíça, 1967.

Cobertura realizada com arcos de madeira lamelada colada capazes de vencer o vão de 85 metros. Uma grua foi utilizada para colocar os arcos sobre o edifício já existente.

Fig. 10 - Cobertura do *Davos Ice Rink*. Davos, Suíça, 1980.

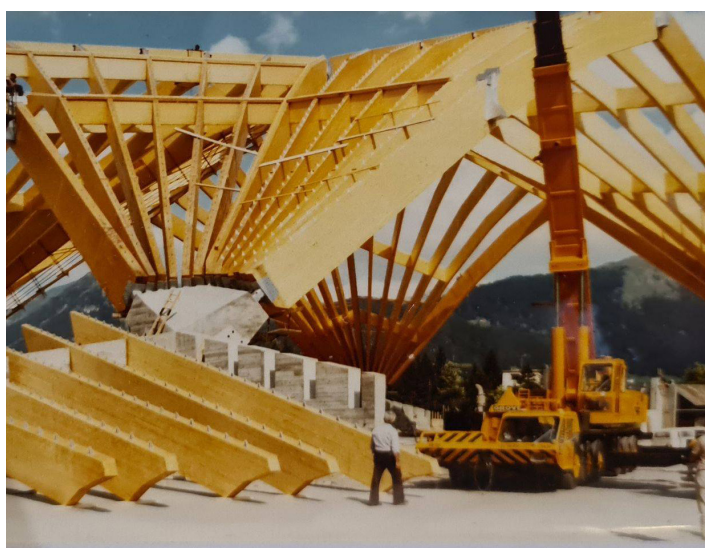




Fig. 11, 12 e 13 - Do produto inicial, os toros de madeira por tratar, até ao produto acabado, as secções estandardizadas e prontas a secar. Estas fotos tiradas na visita à serraria na Suíça demonstram o processo de conversão da matéria prima em produtos para a construção.

OS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DA MADEIRA E DOS SEUS DERIVADOS

*A questão para o futuro é como satisfazer a procura crescente pela madeira à luz da diminuição dos recursos e da má qualidade da mesma (madeira de crescimento rápido). A resposta é que a importância dos produtos à base de madeira irá aumentar.*³⁶

Para dar resposta a esta questão é necessário entender de que maneira a madeira é processada na atualidade. Tendo em vista um uso económico e total da madeira serrada que dá entrada numa fábrica, foram desenvolvidas diversas técnicas e produtos resultantes das diferentes etapas do processo de tratamento da madeira. Assim, procura-se usar todos os “desperdícios” que resultam do processo do tratamento da madeira, criando diversos produtos a que chamamos de: produtos à base de madeira. Estes produtos resultam de um processo em que as operações envolvidas na sua produção são caracterizadas por uma sequência descendente³⁷, ou seja, desde produtos que fazem uso de secções de madeira maiores uma vez que ainda não foram sujeitas a grandes alterações, até produtos que resultam da aglomeração dos mais pequenos “desperdícios” criados nas fases anteriores de todo o processo.

Foi durante o semestre que realizei na EPFL, na Suíça, ao abrigo do programa de *Erasmus*, que tive a oportunidade de visitar uma fábrica de tratamento de madeira, uma serraria [fig.11 a 13]. Neste local pude observar todo o processo de corte e tratamento da madeira, uma vez que “para que a ‘árvore natural’ (*shizen no ki*) ‘renasça’ como a ‘árvore de construção’ (*tatemono no ki*), a árvore deve passar por uma mudança interna. (...) Pois apenas a madeira endurecida e sem seiva, constituída quase inteiramente por cerne, é adequada para fins de construção.”³⁸

“As serrarias modernas são uma mistura única de artesanato antigo e tecnologia progressiva, sendo o conjunto orientado para alcançar o uso ideal dos recursos florestais.”³⁹ De facto, como foi possível observar estando no local, o trabalho do serrador e a sua experiência são fundamentais, mas a sua eficácia é grandemente aumentada graças ao desenvolvimento tecnológico das máquinas, das serras industriais, dos computadores, etc. Todo o processo apresenta um grande espectro, desde o estado quase natural da madeira, em que o tronco apenas está cortado em secções com dimensões que permitem um maior manuseamento, até ao produto final, em que a madeira e os seus derivados estão prontos a ser utilizados como material de construção. Deste modo, as operações básicas de uma serraria podem ser reduzidas ao seguinte pensamento: um toro ou tronco de árvore entra numa ponta, e madeira dimensionada e pronta para ser utilizada na construção sai pelo outro lado. Todo o processo é marcado por diversas etapas desde a preparação e limpeza do tronco, seleção por espécies, tamanhos e propósitos para a madeira futura, corte em diferentes tamanhos e secções standardizadas, secagem ao ar livre ou através do uso de maquinaria e, por fim, diversos aperfeiçoamentos da superfície cortada para atingir

36. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 84

37. Idem, p. 77

38. KNIGHT, John, *The second life of trees: family forestry in upland Japan*. Em: RIVAL, Laura, *The Social Life of Trees: Anthropological Perspectives on Tree Symbolism*. Universidade de Oxford, 1998, p. 214

39. AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 46

as dimensões previstas com precisão. É importante salientar, que todas as sobras resultantes de todo este processo, quer seja aparas de madeira, resina, ramos ou a casca da árvore, são usadas, não só no desenvolvimento de diversos aglomerados de madeira e outros produtos derivados da madeira e dos seus excedentes, mas também na própria alimentação de máquinas (caso se verifique essa necessidade) e na produção de energia.

Deste modo, os produtos à base de madeira são fabricados pressionando partículas de madeira de vários tamanhos, por exemplo secções, placas, tiras, folheados, aparas e fibras de madeira, com adesivos de resina sintética ou ligantes minerais, fazendo uso de um grande espectro de tamanhos, desde grandes pedaços de madeira até resíduos e pequenas aparas.⁴⁰

Retomando a ideia de que o fabrico destes materiais obedece a uma sequência descendente, é possível perceber que, num primeiro momento, é seleccionada madeira de alta e média qualidade, que é serrada e produzida para métodos tradicionais de trabalho que fazem uso de elementos de madeira maciça. Paralelamente são criados os primeiros produtos à base da madeira, dos quais se destaca a madeira lamelada colada, a *Glulam*. Posteriormente, numa segunda fase, já com o recurso a secções menores resultantes das operações anteriores, são fabricados diferentes tipos de placas e painéis, como diferentes tipos de contraplacado. Os excessos e resíduos resultantes, de dimensões muito pequenas, são processados para criar diferentes folheados e placas finas, como aglomerados, *OSB (Oriented strand board)* ou *PSL (parallel strand lumber)*. Por fim, utilizando os excessos finais, dos quais se destaca a serradura, são fabricados produtos como o *MDF (medium density fibreboard)*, e placas de *hardboard* e *softboard*, e também diferentes placas de isolamento térmico e acústico.⁴¹

Assim, “O processo de fabrico proporciona claramente uma exploração plena e total da matéria-prima; e o processo também homogeneiza as propriedades irregulares da madeira.”⁴² Como sabemos, tratando-se de uma matéria-prima de fontes naturais, a madeira apresenta irregularidades como nós, fissuras, torções, etc. Estas irregularidades reduzem a força da madeira e reduzem as suas capacidades como material estrutural em suportar grandes cargas ou vencer enormes vãos. Contudo, perante estes produtos à base da madeira, esta aparente desvantagem natural, desvanece-se quase por completo, graças à forma como o material é trabalhado e composto.

De facto, estes materiais apresentam variadas vantagens em comparação com o uso tradicional da madeira maciça, sendo que nestes produtos, o inchaço e o encolhimento são menores do que aqueles apresentados pela madeira maciça. Outra vantagem destes produtos, no que diz respeito a produtos que desempenham funções

40. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 84

41. Idem, p. 84

42. Idem, p. 84

estruturais num edifício, como a *Glulam*, é a possibilidade de produzir vigas e outros elementos estruturais de tamanhos, teoricamente, ilimitados, sendo apenas limitados por questões relacionadas com a viabilidade do transporte e das capacidades das máquinas em produzir tamanhas dimensões. Todos estes produtos apresentam medidas estandardizadas, o que poderá ser considerado uma vantagem. Contudo, é também possível fazer peças à medida, procurando, deste modo, nunca condicionar o projeto. Tratando-se de uma variedade grande de produtos, e de aplicação e uso fácil, é possível utilizar estas materialidades em diferentes momentos de uma construção, dando resposta a múltiplas necessidades.⁴³

43. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 84



Fig. 14 - *Wood Innovation Design Centre*, Michael Green Architecture. Canadá, 2014.

AS MADEIRAS LAMELADAS COLADAS E AS SUAS CARACTERÍSTICAS E VANTAGENS PERANTE OUTROS MATERIAIS

*A madeira saiu das sombras de outros materiais de construção para se tornar um rival na construção de estruturas de suporte de grandes vãos e numa grande variedade de formas.*⁴⁴

Como já foi referido, a madeira lamelada colada é um produto resultante da primeira fase do processo de conversão da madeira (no seu estado natural) em materiais construtivos. É nesta fase que este material e todas as suas variantes são concebidas, pois trata-se da aglomeração de secções de madeira que não sofreram grandes alterações a não ser o seu corte em dimensões e secções que permitem o seu manuseio e que apresentam características semelhantes aos elementos fabricados em madeira maciça. De facto, “a madeira lamelada colada é uma forma melhorada da madeira maciça na qual os defeitos relacionados com o crescimento da madeira que tendem a reduzir a resistência foram parcialmente eliminados.”⁴⁵

Assim, a madeira lamelada colada, commumente conhecida como *Glulam*, consiste em três ou mais placas/secções individuais, ou laminações de madeira, colocadas horizontalmente e coladas alinhando as fibras da madeira paralelamente entre os elementos.⁴⁶ Cada “tábua” que compõe o elemento estrutural, apresenta, geralmente, uma espessura de apenas 30 mm, sendo que, no caso de elementos retos, seja mais comum esta dimensão chegar aos 40 mm. As secções produzidas para colunas, vigas e outros elementos apresentam, normalmente, uma secção retangular. Contudo, em situações excepcionais, é possível produzir secções em I ou em caixa. Apesar de estas secções serem mais dispendiosas de se produzir, gasta-se menos madeira e apresentam uma maior resistência à deformação.⁴⁷ Sendo construído usando maioritariamente madeira de pinho nórdico, este produto pode ser realizado a partir da madeira de diversas árvores como o abeto, o pinho, a faia e o cedro, do qual se destaca o cedro amarelo.⁴⁸

As colas sintéticas são o agente aglutinador das partes que compõem o material. Estas colas, de grande resistência, são, então, resinas sintéticas à base de ureia ou resorcinol, que apresenta uma cor escura, ou de melamina, que apresenta uma cor clara. É importante salientar a necessidade de controlar a humidade durante o processo de colagem e prensagem das secções para estabelecer parâmetros elevados de resistência do material e, também, para que o produto acabado não apresente fissuras.⁴⁹

44. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 74

45. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 40

46. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 85

47. Idem, p. 85

48. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 41

49. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 85

*Ao colar laminações para formar seções transversais em camadas, os construtores alcançam vantagens materiais e tecnológicas genuínas em relação à madeira serrada.*⁵⁰

Assim, estes materiais procuram otimizar as propriedades próprias da madeira, e reduzir, o máximo possível, algumas características e anomalias, como o inchaço, o encolhimento e a dispersão dos seus coeficientes estáticos e mecânicos, que tornam a madeira um material imprevisível. Através de processos controlados na criação destes materiais laminados, é possível controlar e eliminar as partes defeituosas da madeira, resultando “numa maior resistência à tração e numa melhor estabilidade dimensional - propriedades que tornam a madeira lamelada colada a escolha superior e mais económica, mesmo para elementos de construção retos.”⁵¹ De facto, esta madeira, a par de outros produtos semelhantes como a madeira lamelada colada cruzada (CLT), LVL⁵², PSL⁵³ e LSL⁵⁴, são produtos tecnologicamente avançados, de alto desempenho devido às suas diversas possibilidades de aplicação e excelentes propriedades físicas, possibilitando uma grande variedade de formas e design flexível⁵⁵, e revelando numerosas vantagens em comparação com a madeira maciça e outros materiais como betão e ferro.

É importante destacar uma das características principais destes materiais: a sua flexibilidade e a sua maleabilidade. Anteriormente as estruturas em madeira eram limitadas, pois os elementos eram retos, seguindo a direção natural das fibras da madeira. Com o desenvolvimento destes materiais e formas de construir, o arco passou a ser um elemento de destaque na construção em madeira. De facto, “os arcos parabólicos exploram de forma otimizada as propriedades mecânicas da madeira, o que, em última análise, é responsável pela sua resistência superior.”⁵⁶ A facilidade em moldar a madeira e em criar vigas e outros elementos estruturais com notáveis curvas e ondulados, sem diminuir a sua excelente resistência mecânica, revelou-se uma qualidade fundamental na procura de explorar o potencial estrutural e criativo deste material.

“Com a introdução da tecnologia de laminação, as seções de madeira puderam ser produzidas em formatos e comprimentos que já não eram restritos pelas dimensões dos troncos das árvores.”⁵⁷ Assim, esta revelou-se ser a vantagem principal destes novos materiais em comparação com a madeira maciça. O processo de fabricação destes produtos permite a criação de elementos estruturais, virtualmente, com qualquer comprimento e profundidade, sendo que esta situação, é apenas condicionada pelas máquinas disponíveis e a capacidade de transporte para o estaleiro de obra. Contudo, “dimensões que excedem as de tais máquinas foram conseguidas no passado através da colagem de duas secções parciais. Geralmente, são possíveis

50. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 122

51. Idem, p. 74

52. LVL, *Laminated veneer lumber*. Madeira lamelada com sobreposição de várias folhas finas.

53. PSL, *Parallel-strand lumber*. Produto de madeira formado com camadas de flocos de madeira com orientações específicas.

54. LSL, *Laminated strand lumber*. Composto por partículas de madeira colocadas paralelamente.

55. Catálogo da empresa de construção Globaldis, *Madeiras Estruturais*. Janeiro de 2022, p. 4.

56. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 130

57. Idem, p. 74

comprimentos de 30 a 35 m e profundidades de até 2,20 m.”⁵⁸ Para além disso, “a sua força intensa permite ao produto criar estruturas finas para cargas pesadas e de grande durabilidade”⁵⁹, apresentando vantagens sobre a madeira maciça, que necessitaria de seções maiores, e consequentemente estruturas mais massivas, para suportar as mesmas cargas. Devido á sua leveza, possibilita uma montagem rápida e fácil das estruturas.

Estes materiais apresentam, também, uma excecional resistência ao fogo, sendo que apresentam uma resposta ao fogo superior ao betão e ao aço. De facto, embora sendo um material combustível, a sua velocidade de combustão é bastante lenta e a estrutura é capaz de manter as suas características mecânicas. Contrariamente, perante o fogo, as estruturas de betão ou aço dilatam e verifica-se rapidamente a ruína da mesma.⁶⁰ Por fim, é importante destacar o seu comportamento de regulação térmica elevado capaz de eliminar as pontes térmicas.

58. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 85

59. Catálogo da empresa de construção Globaldis, *Madeiras Estruturais*. Janeiro de 2022, p. 6.

60. Casa Nova Eco, *Construções em madeira*.

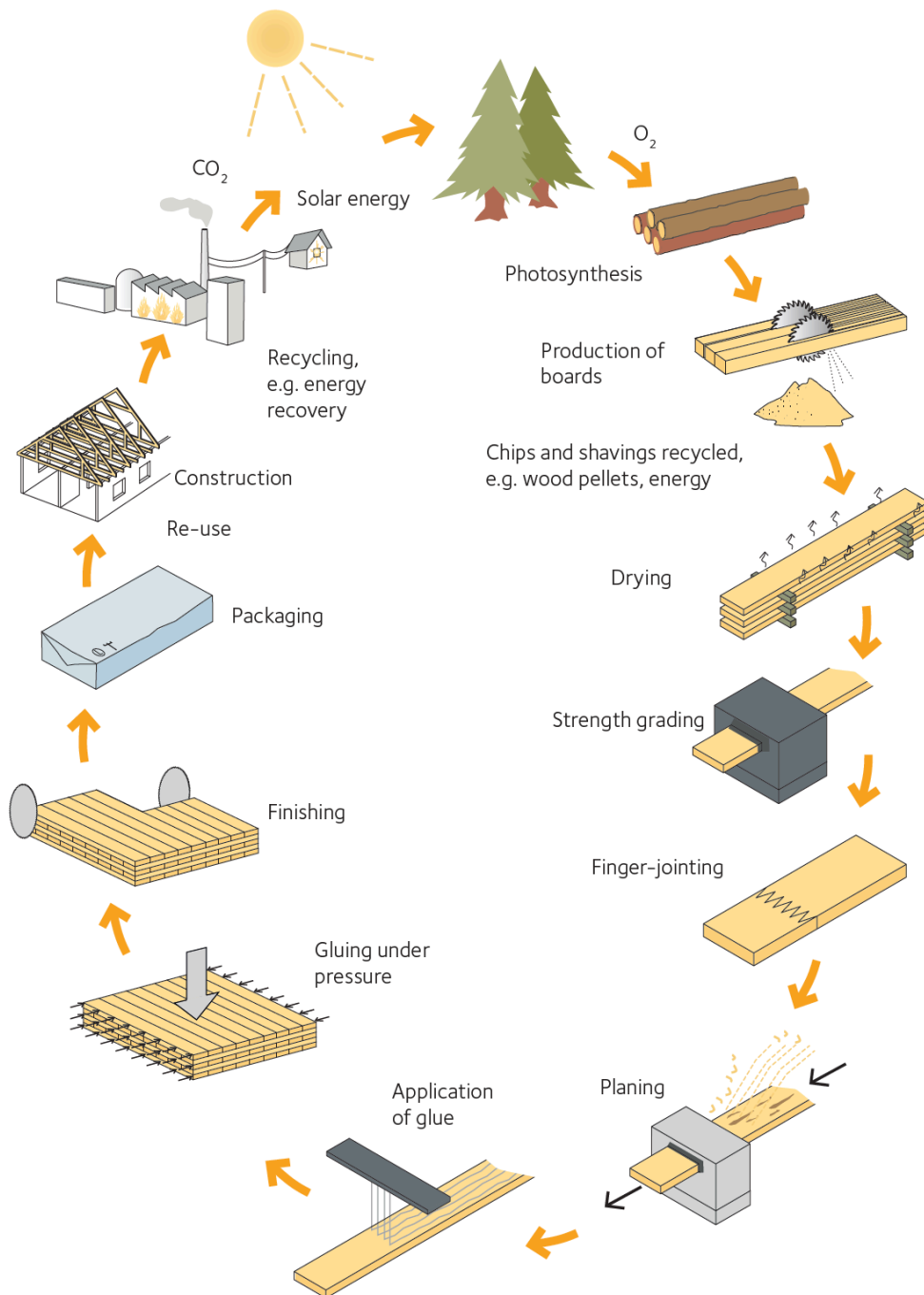


Fig. 15 - Diagrama esquemático do processo de produção das madeiras lameladas coladas (CLT).

CONSTRUÇÃO EM MADEIRA - PENSAR O FUTURO

Como é sabido, a construção está sempre associada ao impacto ambiental que causa, a uma grande pegada ecológica, e no passado “as relações entre a construção e os seus efeitos no ambiente não foram abordados adequadamente por arquitetos, engenheiros e outros técnicos.”⁶¹ Retomando a noção de que o ferro e o betão ultrapassaram a madeira como materiais construtivos de eleição, a construção com estes materiais, por ser mais rápida e económica passou a ser a prioridade, ignorando os aspetos nocivos destas escolhas para o planeta.

No entanto, no final do século XX, a crescente preocupação com temáticas como a sustentabilidade, levou a uma maior consciência em construir de forma sustentável. Assim, cada vez mais se tornou frequente a procura por formas de construir e uma arquitetura que contribua para a preservação dos recursos naturais do planeta, e que não apresente uma pegada ecológica significativa. De facto, “desde a *UN Conference on Environment and Development* no Rio de Janeiro em 1992 as nações do mundo comprometeram-se com um programa de desenvolvimento sustentável.”⁶² Assim, todos os setores da atividade humana, incluindo a construção e a arquitetura passaram a ter que responder a determinados critérios e preocupações tendo em vista soluções mais sustentáveis, uma vez que “a construção envolve a responsabilidade para com o futuro. Um edifício fica na paisagem e exerce uma influência, desafia o ambiente e as pessoas que lidam com ele.”⁶³

Assim, é possível afirmar que o ato de construir se torna um ato responsável e capaz de proporcionar um futuro longínquo, se for sustentável, capaz de se adaptar a diferentes momentos e exigências e se fizer uma utilização eficiente da energia e dos recursos.⁶⁴ Deste modo, é necessário, não só fazer uso de energias renováveis e de estruturas capazes de serem reutilizadas, como também utilizar materiais sustentáveis e com baixo consumo de energia no seu fabrico e aplicação. Tendo em conta a resposta a estes critérios, surge uma preferência pela construção em madeira.

*Desde os tempos pré-históricos até ao início da era industrial, a madeira desempenhou sempre um papel importante na nossa relação com o meio ambiente.*⁶⁵

61. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 48

62. Idem, p. 47

63. RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 9

64. Idem, p. 12

65. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 24

66. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 22

Sabendo que os fatores ecológicos são cada vez mais importantes na arquitetura e no mundo da construção, é possível argumentar que “A madeira é o recurso renovável mais importante do mundo. É o único recurso que não necessita de energia primária na sua fase formativa. O ciclo de vida da madeira como recurso e material de construção começa na floresta – ela tem as suas “raízes” na árvore.”⁶⁶ [fig.15] De facto, tomando como exemplo a Suíça, é um facto que um terço da área total do país é dedicada a zonas de floresta, onde cerca de 500 milhões de árvores florescem e prosperam e 5 milhões de metros cúbicos de árvores são abatidas anualmente, de um total de cerca de 9 milhões de metros cúbicos. Como cheguei a aprender na minha passagem pela EPFL na Suíça, “o uso continuado da madeira é uma parte fundamen-

tal de uma gerência prudente e natural da floresta”⁶⁷ uma vez que o abate de árvores mais velhas permite o crescimento de árvores mais capazes de realizar o processo de fotossíntese, e a nova madeira, fruto dos abates, será usada para a construção de edifícios, mobiliário ou outros produtos, que por sua vez, irão encarcerar o dióxido de carbono por décadas ou séculos no seu interior.

Assim é possível perceber as vantagens ecológicas de utilizar a madeira como material construtivo. Tratando-se de uma matéria prima completamente natural, ela cresce e floresce sem custos e sem gastos de energia. Aliás, o crescimento de árvores é fundamental para a vida e manutenção do planeta, graças às suas capacidades de capturar dióxido de carbono e libertar oxigénio.⁶⁸ Sendo a floresta um ecossistema natural, a produção de madeira é auto-suficiente e alimentada por energia solar, não revelando quaisquer custos para o ser humano.⁶⁹

Em comparação com outros materiais, a madeira apresenta uma grande vantagem no consumo de energia necessário para a sua produção. De facto, “comparando a energia necessária para produzir uma tonelada de madeira: verifica-se um gasto quatro vezes superior de energia para produzir uma tonelada de betão, sessenta vezes mais energia para uma tonelada de aço e duzentas e cinquenta vezes mais energia para uma tonelada de alumínio”⁷⁰, sendo possível concluir que a madeira necessita de gastos de energia muito inferiores, quer seja na sua recolha, como em todas as fases do seu processo de transformação em material de construção.⁷¹

Para além destas características que destacam a madeira, pensar o futuro é também reconhecer o passado do material. Tendo estado presente desde os primórdios da humanidade como material construtivo de eleição, a madeira perdura na memória do ser humano como um “material natural com propriedades ópticas, táteis e olfativas perceptíveis”⁷² Assim, aliado a uma visão romantizada da madeira, os desenvolvimentos tecnológicos e uma nova compreensão do material são fundamentais para o futuro:

O que temos de fazer hoje é aceitar as inovações técnicas no trabalho em madeira com equanimidade e incorporá-las em projetos e edifícios arquitetónica e tecnicamente sólidos. O avanço técnico e a vontade modeladora do arquiteto devem interagir e complementar-se. (...)

*A utilização económica dos recursos disponíveis está a tornar-se cada vez mais uma questão de sobrevivência. Temos os recursos técnicos, mas ainda precisamos de ideias e de poderes de modelação. Deveríamos tentar aprender a construir com a madeira de forma tão natural, sábia e económica, e com tanta preocupação pela beleza do material, como a natureza faz com uma árvore.*⁷³

67. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 23

68. RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 12

69. STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 22

70. AMARO, Rui Alexandre Santos, *Construção pré-fabricada em madeira para reservas naturais: um empreendimento de Turismo de Natureza na Ilha da Fuzeta (Armonia)*. Portimão: Instituto superior Manuel Teixeira Gomes, 2016, p. 24

71. BLASER, Werner, *Wood Pioneer Architecture: Masterpieces of the last 100 years*. Weiningen-Zurich: Waser Verlag, 1995, p. 13

72. Idem, p. 13

73. Idem, p. 179

O percurso pela construção em madeira

Na floresta,
o sol depois da chuva,
faz brilhar
entre a relva alta
milhares de contas de água
como tantos diamantes
que não interessam a ninguém
porque são livres, efêmeros e frágeis.
Só quem reconhece lá
a definição da vida
percebe a qualidade deste tesouro.
Outros esmagam-nos
com os seus passos rudes, perdidos em pensamentos inúteis.

SOLA, Poema e pintura (fig. 16) intitulada *Foret de Burtigny*. Pintura a óleo, 80x100 cm





PARTE II - A MADEIRA ENQUANTO MEMÓRIA ACADÉMICA



Fig. 18 - Na imensidão da floresta, surge uma pequena torre de madeira.



Fig. 19 - A solução dos meios-pisos na criação de um interior que reflete a realidade acidentada do terreno exterior.

O PRIMEIRO CONTACTO DIRETO COM A MADEIRA - O PROJETO DA *TOWER HOUSE*

Foi no âmbito da cadeira de *Construção 2*, no terceiro ano do curso, que fui confrontado de forma mais direta com as questões que envolvem a materialidade na arquitetura. Foi sobretudo, graças à interação direta e física com o material que diferentes questões relacionadas com soluções construtivas e conceitos arquitectónicos intimamente ligados à construção em madeira começaram a surgir.

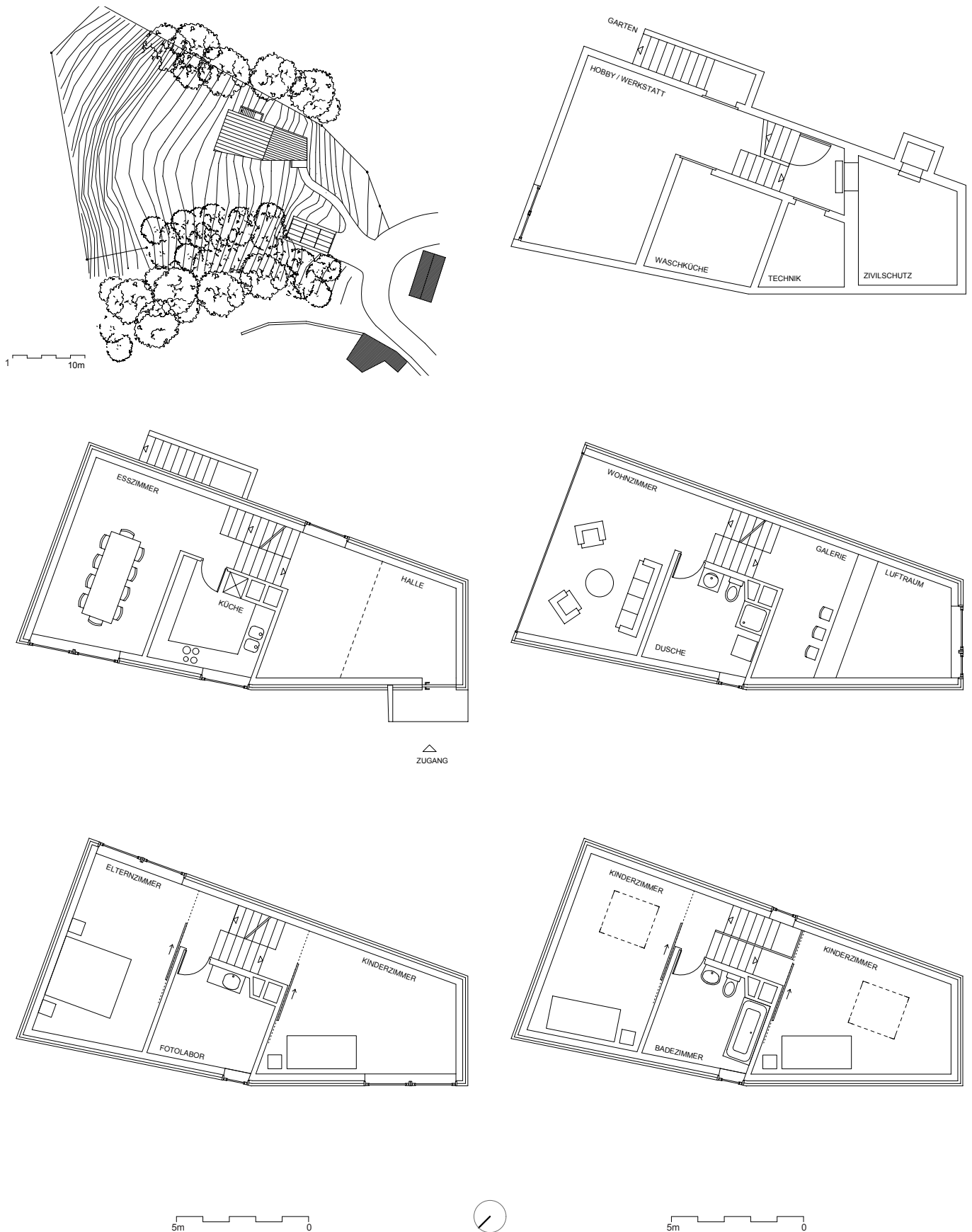
Desenvolvido em conjunto com um grupo de colegas, o trabalho consistiu, numa primeira fase, em escolher, não só, um tema construtivo: no nosso caso, a construção em madeira, mas também, uma obra que exemplificasse este mesmo método e que seria usada como caso de estudo. Foi assim que tomamos conhecimento da *Tower House*, projeto desenvolvido pelo escritório suíço *Berth & Deplazes*. Esta obra foi a rampa de lançamento para o desenvolvimento do estudo e consequente maquete representativa do sistema construtivo em madeira e todas as nuances construtivas associadas a estes métodos. Foi através da experimentação da construção e através de uma abordagem de contacto direto com o material, que procuramos compreender os métodos construtivos da obra em causa, procurando, no decorrer da montagem da maquete, replicar os passos e a cronologia do crescimento de uma estrutura como a estudada, bem como analisar a materialidade e quais as suas potencialidades.

A *Tower House* é uma casa localizada numa zona isolada, numa orla de uma floresta, entre uma montanha e o fim de uma cadeia de colinas nas periferias da vila de *Sevgein*, na Suíça [fig.18]. Projetado em formato de torre, este edifício de habitação esguio resulta numa elegante transição entre a montanha e a floresta, entre o cheio das árvores e o vazio da orla, e projeta-se sobre o grande vale do *Upper Rhine* resultando numa vista privilegiada e desimpedida sobre todo o vale e sobre o *Vorder-rheintal*.

O projeto, concluído em 1998, apresenta um sistema de distribuição dos espaços em meios pisos, que desta forma, acompanham também o declive do terreno [fig.19]. Esta solução permitiu respeitar a vontade dos proprietários em criar espaços diferentes, dinâmicos, complexos e conectados, tal como um labirinto. Para além disso, esta disposição, permite que “os dois cómodos em cada andar sejam dispostos ao longo de uma longa parede compartilhada entre ambos os espaços, de forma a criar uma espiral vertical dentro da casa, ou uma espécie de ‘topografia interna’. Isto tem o efeito de maximizar o volume interior, apesar do pequeno tamanho dos cómodos individuais.”⁷⁴ Deste modo, cada meio piso é associado a uma divisão, e a constante visão entre espaços transmite uma ideia de maximização do espaço interior e também de grande ligação e comunhão, sensações procuradas pelos proprietários. A entrada da casa abre-se para um hall com pé direito duplo, seguido por uma escada que dá acesso, para baixo, à sala de jantar e à cozinha e, para cima, à sala de estar com uma mezzanine que se projeta sobre a mesma.

74. Bearth & Deplazes, *Credits & Text Williman-Lötscher House*. CH-7127 Sevgein, 1998

Fig. 20 | Painel de desenhos da *Tower House*: implantação, plantas, alçados e cortes



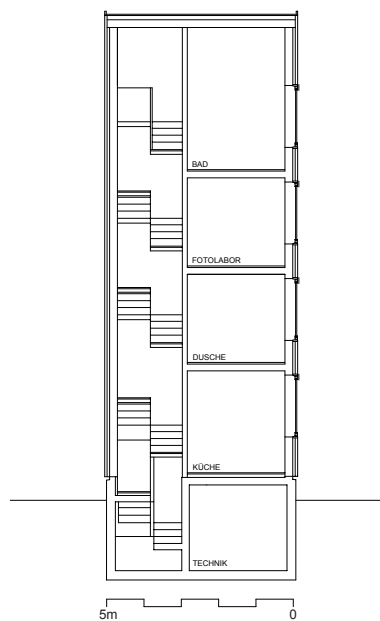
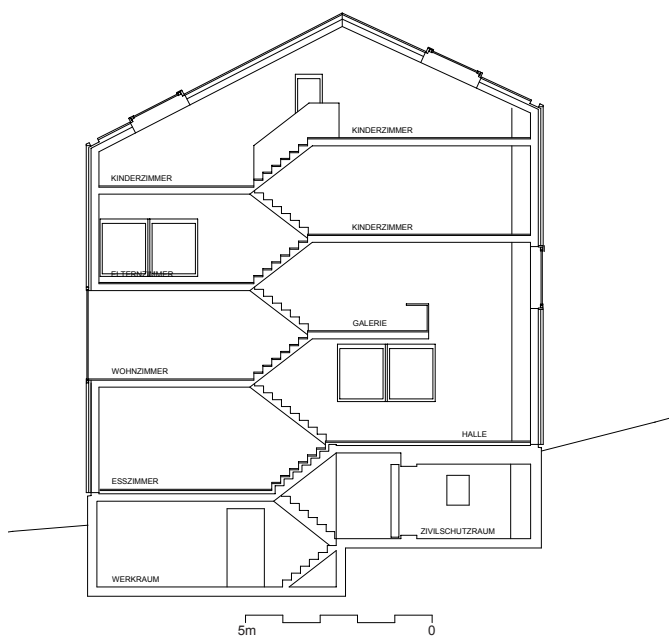
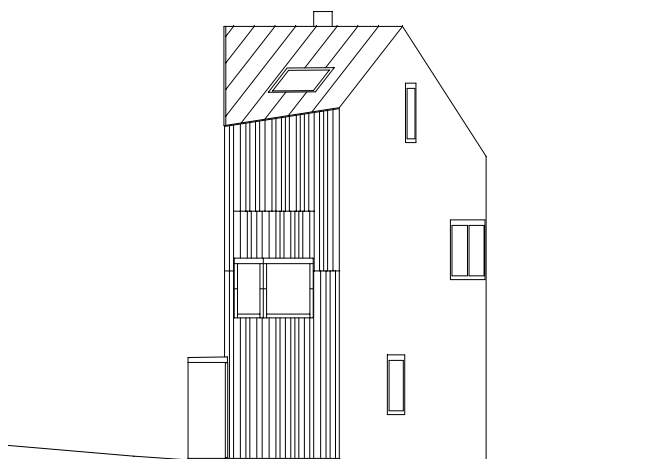
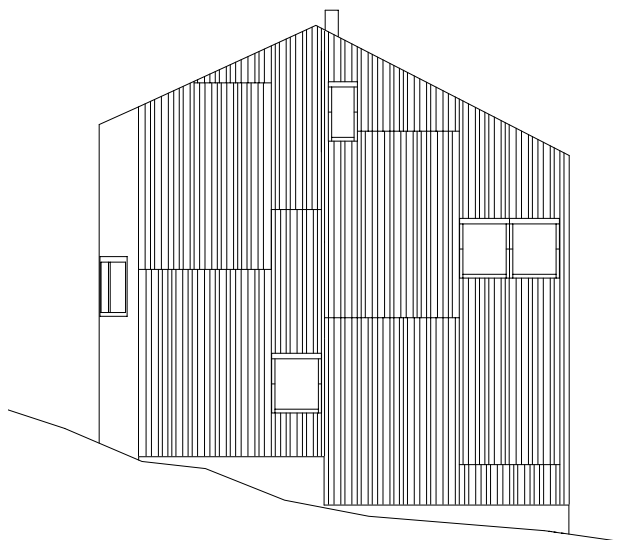
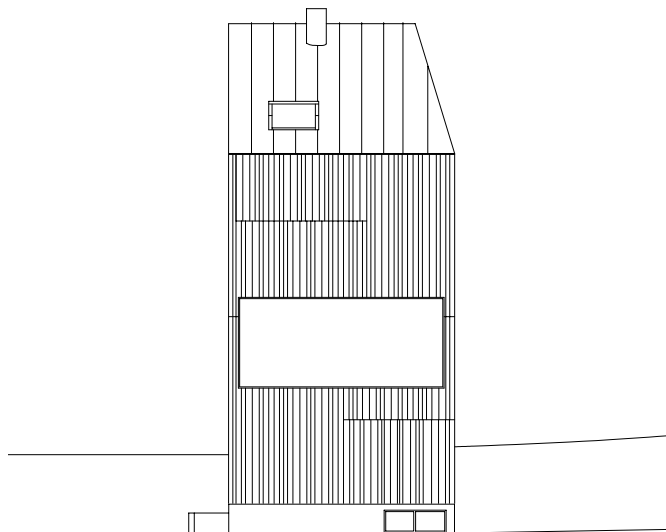
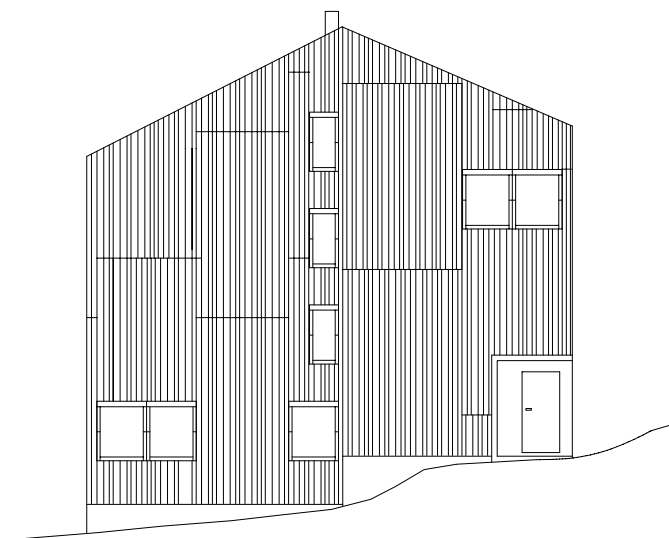




Fig. 21 - A torre esguia revestida pela madeira preparada pelo proprietário

Para mim, esta noção torna fácil de entender a Construção, não apenas como uma questão de técnica ou tecnológica, mas também como Tekhne (do Grego, art, ofício), como o desejo de criar, que necessita da presença de uma artística ou criativa expressão humana de vontade ou intenção, que é o ponto de partida para a criação de qualquer artefacto. “Entender” a Construção significa apreendê-la intelectual-mente após ter apreendido-a materialmente, com todos os nossos sentidos.⁷⁵

Para dar resposta ao desafio lançado pela cadeira de *Construção 2*, o interesse recaiu sobre o sistema construtivo da casa, a pré-fabricação e o uso da madeira como material primordial de toda a obra. Desta maneira, o produto final, a maquete realizada à escala 1:5, pretendeu refletir a construção e o sistema construtivo global da obra bem como alguns dos pormenores de madeira que marcam o edifício.

Deste modo, tendo definido os temas principais que iriam ser espelhados e explicados através da maquete, servimo-nos de dois cortes construtivos para pensar e programar o desenvolvimento do trabalho. Após esta análise fomos capazes de realizar os desenhos construtivos atualizados e rigorosos, que correspondem aos elementos e momentos representados no modelo à escala 1:5 da obra. Assim, procuramos entender este exercício de *Construção* de diferentes ângulos: intelectualmente através dos desenhos dos pormenores construtivos e de todo o planeamento prévio à montagem da maquete e sensitivamente através da montagem da maquete e do contacto direto com o material de construção, a madeira.

A estrutura da *Tower House* é de madeira e em formato pré-fabricado e seccionado, e as janelas, tanto as das fachadas como as da cobertura, são também de modelo padrão pré-fabricado em madeira, com exceção do grande pano de vidro da sala. É através da sobreposição de estratos que se constitui a casa, sendo os seus elementos montados sequencialmente, em que os pisos são colocados entre painéis de paredes sucessivos. Este sistema construtivo é baseado numa grelha linear, em que ambos os elementos, verticais e horizontais, são feitos em madeira. O seu arranjo permite responder a quase todos os requisitos estruturais, em que a camada isolante que preenche a estrutura, completando-a, proporciona um efeito de placa. Todas as conexões são, geralmente, pregadas.

Do lado interior, logo a seguir à camada estrutural, encontra-se um contraplacado e uma sequência de ripas verticais às quais são pregadas as tábuas horizontais que revestem o interior. Por sua vez, do lado exterior, encontra-se o isolamento acústico, seguido por uma grelha de ripas cujas cavidades de ar permitem que ocorra ventilação. É a esta grelha que é afixado o revestimento exterior sendo, nesta casa, constituído por tábuas de madeira produzidas e tingidas pelo próprio cliente, criando uma maior ligação entre a arquitetura, a construção e o seu usuário [fig.21].

75. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 19

Fig. 22 - Elementos pré- fabricados (paredes e lajes) da obra *Tower House*.

Fig. 23 - Colocação dos mesmos elementos pré-fabricados na obra *Tower House*.



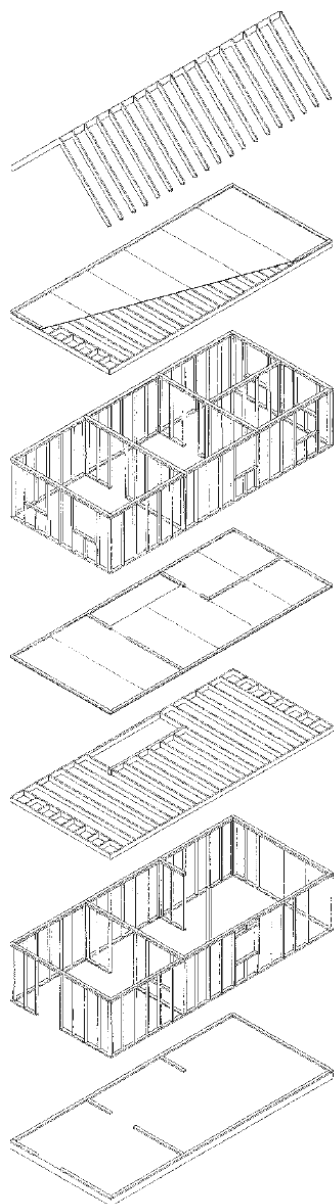


Fig. 24 - Diagrama explicativo das camadas da *platform frame construction*. Neste sistema, normalmente, os elementos são empilhados sucessivamente.

*Quase todos os correntes sistemas de construção em madeira são suficientemente flexíveis para serem capazes de dar resposta a designs únicos. Tentar manter o design dentro de um módulo próprio para a engenharia da madeira é agora uma coisa do passado. (...) O processo de design tradicional para um edifício de madeira construído por carpinteiros foi, portanto, invertido: a estrutura pode ser projetada com um grau relativamente alto de liberdade para depois ser dividida em partes ou elementos individuais adequados na próxima fase do projeto.*⁷⁶

Tendo por base a descrição feita da estrutura, é possível concluir que estamos perante um sistema construtivo denominado de: *Platform Frame Construction* [fig.24]. Este método construtivo ganhou, nos anos 80, uma enorme popularidade em diversos países da Europa Central, destacando-se a Suíça. Este novo método, surge como uma atualização de métodos pré-existentes, como o sistema de construção em vigas de madeira, mas onde conceitos como a standardização e a pré-fabricação são fulcrais no aprimoramento das novas técnicas da construção em madeira, não descartando a importância e a intervenção de técnicas tradicionais de carpintaria na assemblagem dos elementos. Assim, é possível afirmar que “contrariamente aos métodos de construção que fazem uso da pré-fabricação baseada em elementos básicos standardizados (construção modular) ou uma grelha fixa, a *Platform Frame Construction* é um método que permite a pré-fabricação personalizada.”⁷⁷

Neste sistema construtivo versátil, flexível, adaptável ao projeto e altamente pré-fabricado, os elementos estruturais consistem em estruturas pré-montadas por elementos portantes, cujo espaçamento pode ser variado consoante o projeto, a sua geometria, o formato e dimensões necessárias para o isolamento térmico, e as cargas esperadas, revelando mais uma vez, a “flexibilidade” do módulo montado em fábrica. Estes elementos estruturais são ainda enrijecidos graças às camadas colocadas entre os elementos portantes de madeira, como o isolamento térmico e diferentes placas e derivados de madeira que permitem criar uma espécie de painéis “sanduíche” prontos a serem montados facilmente no local.

Deste modo, a construção no local é extremamente facilitada, com os elementos a serem trazidos da fábrica para o local, e os painéis de parede finalizados são apenas erguidos, sendo a sua união feita, geralmente, com parafusos ou pregos [fig.22 e 23]. Normalmente, a construção é feita piso por piso, intercalando os painéis verticais que constituem as paredes com a colocação das lajes, contudo, as lajes podem também ser suspensas nas paredes, após estas terem sido erguidas, como se sucede no caso da *Tower House*, por intermédio de perfis metálicos em “Z”. Com esta assemblagem de elementos garante-se, assim, o isolamento térmico do edifício, que será protegido pelo acabamento final. É importante de salientar que, neste método construtivo, tal como em muitos outros que envolvem estruturas em madeira, é necessária a circulação de ar entre a estrutura e os acabamentos finais.

76. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 94

77. Idem, p. 100

Parede interior - Após a camada estrutural, encontra-se um contraplacado e uma sequência de ripas verticais às quais são pregadas as tábuas horizontais de madeira, lacadas a branco, que revestem o interior. Na maquete, o contraplacado é representado por placas de balsa e as ripas são do mesmo material. As tábuas horizontais do interior são feitas de balsa pintada a branco de modo a corresponder de forma mais fidedigna com o acabamento da obra.

Parede exterior - Após a camada estrutural, onde o isolamento térmico surge entre os elementos de madeira, encontra-se o isolamento acústico, seguido por uma grelha de ripas verticais e horizontais cujas cavidades de ar, criadas pela sobreposição destes dois estratos, permitem que se dê a ventilação. É a esta grelha que é afixado o revestimento exterior sendo, nesta casa, constituído por tábuas de madeira produzidas pelo próprio cliente. Na maquete, o isolamento acústico foi representado com k-line branco. As ripas exteriores são, como as interiores, feitas em balsa, e o revestimento são tábuas verticais de madeira lacada com um tom que se assemelha à da madeira original utilizada na fachada da *Tower House*.

Fig. 25 | Evolução da maquete realizada na cadeira de *Construção 2* : A *Tower House*



Laje - O sistema construtivo da laje assemelha-se à das paredes - tem estrutura em madeira e isolamento no espaço entre os elementos estruturais, mas este não é totalmente preenchido, deixando espaço para ventilação e diferentes infra-estruturas. Os materiais de representação foram os mesmos que os referidos anteriormente. Por cima da estrutura foi colocado um aglomerado de madeira, representado com balsa, e uma manta acústica, a cortiça na maquete. Por cima, algodão tingido em tons de laranja dá o efeito final da alcatifa que forra o chão da *Tower House*.

Cobertura - Por cima da estrutura em madeira e do isolamento térmico, encontra-se o isolamento acústico e uma estrutura de ripas, seguidas por um contraplacado, uma tela de impermeabilização e uma chapa de cobre. Na maquete, a tela de impermeabilização é representada por um plástico preto e a chapa é feita com alumínio lacado a bronze para ir de encontro ao acabamento final da cobertura da habitação, mantendo assim, uma representação aproximada do objeto final.



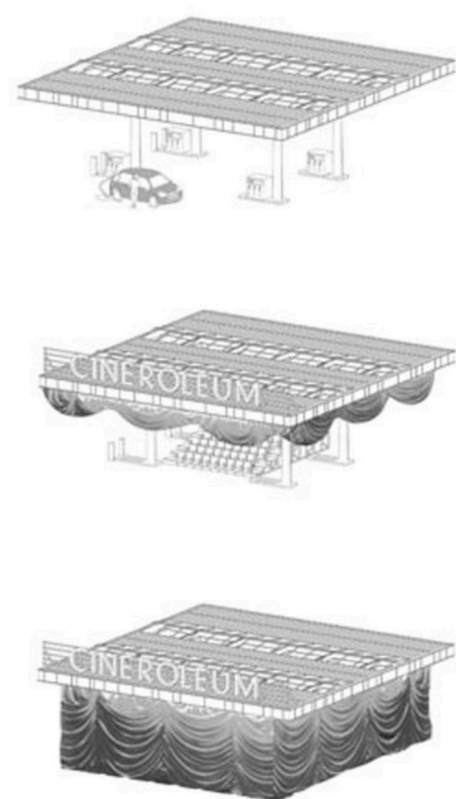


Fig. 26 - Diagrama representativo da transformação de uma estação de serviço abandonada na *Clerkenwell Road* num cinema, dotando um espaço outrora negligenciado, numa oportunidade cultural e de união da comunidade.

Fig. 27 - Unindo a comunidade, este projeto, visivelmente feito à mão diretamente no local, contou com mais de uma centena de voluntários a trabalhar e a aprender em conjunto, na esperança de alcançar um resultado capaz de celebrar a comunidade e de uni-la.

DA FAUP PARA A EPFL - O STUDIO ASSEMBLE E NOVAS REALIDADES E MÉTODOS

Após o desenvolvimento do trabalho sobre a *Tower House*, no terceiro ano do curso, foi no meu quinto ano do percurso académico que a temática da madeira como material de construção e elemento fundamental da arquitetura voltou a surgir. De facto, foi ao abrigo de um programa de intercâmbio realizado no primeiro semestre do ano letivo de 2021/2022, na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*, na Suíça, que o contacto com a madeira foi ainda mais notório e intenso.

Foi aquando da minha passagem pela *EPFL* que fiquei familiarizado com o *Studio Assemble*. Sediado em Londres, o *Studio Assemble* é um atelier multidisciplinar focado em arquitetura, design e arte, sendo deste modo, conhecido por trabalhar numa variedade de projetos que vão desde arquitetura e design de interiores até instalações e projetos de arte.⁷⁸ Os seus esforços são espalhados por diferentes espaços de trabalho, cada qual com as suas características próprias com o propósito de “proporcionar espaço para os artistas, designers e fabricantes em torno de espaços comuns que permitem e encorajam o trabalho em coletivo e a colaboração entre todos”⁷⁹ Fortemente ligados à ideia de que um arquiteto nunca trabalha sozinho, procuram incutir a vertente coletiva em todos os seus trabalhos e projetos, tendo sido fundado em 2010 com o intuito de auto-construir um único projeto, o *Cineroleum*, em união com a sua comunidade [fig.26 e 27]. Contudo, através do seu método de trabalho baseado na cooperação entre diferentes entidades e tendo em atenção problemas sociais e de escala, os *Assemble* continuaram a sua prática que se reflete em diversos projetos e prémios, como o projeto *Granby Four Streets*, que se prolonga desde 2013 até à atualidade. Este é, também, um dos projetos mais conhecidos do *Studio*, onde mais uma vez o trabalho em comunidade e a construção participativa entre os indivíduos da zona, permitem, aos poucos, reavivar e reabilitar uma zona esquecida de Londres.

Já na *EPFL*, a cadeira de projeto opera de forma diferente daquilo que é vivenciado na FAUP. Enquanto que na FAUP, todas as turmas de projeto trabalham, geralmente, sobre o mesmo terreno, as mesmas premissas e o mesmo programa, neste politécnico suíço este método é muito diferente. De facto, os estudantes são distribuídos por diferentes “estúdios” de arquitetura, todos com métodos de trabalho e propostas de projeto muito diferentes e característicos, que devem selecionar e colocar por ordem de preferência. O estúdio *Assemble* era um dos estúdios de arquitetura disponíveis no programa letivo da *EPFL*. O forte interesse do estúdio em debruçar-se sobre temáticas focadas nos materiais despertou desde logo um enorme interesse. Como vim a descobrir, todos os anos, no âmbito deste estúdio, trabalha-se sobre um determinado material de construção como pedra, tijolo, madeira, plástico, etc. No ano em que frequentei a *EPFL*, a madeira foi, então, o material escolhido para ser alvo de estudo durante o semestre, o que permitiu retomar temáticas sobre as quais já me tinha debruçado durante os anos letivos anteriores em Portugal.

78. Site oficial do Studio Assemble.

79. Idem

*Em vez de lermos a criatividade ‘de trás para frente’, desde um objecto acabado até uma intenção inicial na mente de um agente, devemos lê-la para a frente, num movimento generativo contínuo que é ao mesmo tempo itinerante, improvisado e rítmico.*⁸⁰

É importante salientar que as diferenças entre a FAUP e a sua homónima na Suíça atravessam o facto de o processo de distribuição dos estudantes ser baseado numa escolha pessoal, sendo o método de ensino também ele muito distinto, variando de estúdio para estúdio. Assim, tendo frequentado o estúdio *Assemble*, fui confrontado com um método de ensino, processos e modos de trabalho e de pensar o projeto distintos do vivenciado nos anos anteriores do meu percurso académico na FAUP.

De facto, por um lado, na FAUP fui sempre encorajado a explorar as minhas ideias maioritariamente por intermédio de uma caneta sobre um papel em branco. A caneta era o veículo capaz de ligar os pensamentos a uma forma de manifestação visual, era a forma de demonstrar e estudar o projeto, era a forma de, em conjunto com o professor ou com outros colegas, debater o projeto, riscando a folha, sobrepondo folhas de segundas vias, juntar cores e riscando de novo e de novo, de modo a explorar diferentes hipóteses e ideias.

Por outro lado, na *EPFL*, afastando-me do método tão commumente explorado na FAUP, e aproximando-me da matéria, renasceram muitas das questões levantadas ao longo do meu percurso académico na FAUP. Esta diferença foi logo notória na apresentação do estúdio, onde foi transmitida a ideia de que “este estúdio é fundado na crença de que um entendimento sobre a maneira como as coisas são feitas traz um envolvimento íntimo com os problemas e possibilidades do mundo real. Aqui estamos interessados na vida material dos edifícios, como processamos o tecido dos nossos ambientes para construir espaços. Desde recursos locais até transações e comércio globais; desde métodos vernaculares até novas tecnologias e processos industriais auxiliares - vamos, conscientemente, apreciar e estimar os nossos materiais”.⁸¹ Esta diferente abordagem à disciplina da Arquitetura levou-me a entrar em contacto com diversos materiais, por observação, interpretação e sobretudo por experimentação. Neste período do meu percurso académico refleti novamente sobre a capacidade do material em caracterizar um espaço e uma arquitetura, e a sua capacidade de criar diferentes sensações no indivíduo. Em termos práticos, fui desafiado a explorar a materialidade, e todas as ideias e questões relacionadas com arquitetura e construção, maioritariamente através da construção e exploração de maquetes, uma vez que uma das bases dos *Assemble* enquanto estúdio, foi a de que: a prática da arquitetura deve combinar pensamento crítico com a exploração direta desses pensamentos, aquilo a que commumente chamamos de “pôr as mãos à obra”. Esta nova forma de pensar sobre arquitetura e o contacto direto com o matéria foi algo

80. INGOLD, Tim, *The textility of making*. Em: Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, 2010, p. 91

81. Studio Assemble, *Presentation brief: Assemble material*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

muito entusiasma-se, pois na FAUP nunca foi possível dedicar um semestre inteiro a trabalhar sobre um material de forma tão direta, profunda e intensa.

Aliado aos princípios dos *Assemble* é possível refletir sobre a forma como devemos pensar o projeto. Deste modo, o processo deve apoiar-se na experimentação e na indagação para chegar a uma conclusão, afastando-se da ideia de que devemos primeiro decidir e posteriormente moldar a forma e a materialidade a essa decisão pré-concebida, fixa e imutável. Também é importante refletir sobre a relação entre a forma e a materialidade, uma vez que “A forma passou a ser vista como imposta por um agente com um desígnio particular em mente, enquanto a matéria, assim tornada passiva e inerte, tornou-se aquilo a que foi imposta.”⁸² Esta visão de que “fazer implica a imposição de forma ao mundo material”⁸³ parece não ser a mais correta, pois a materialidade é influenciadora da forma e vice versa. A harmonia entre forma e materialidade tem que ser explorada e encontrada para se obter um resultado harmonioso. O exercício da Arquitetura deve ser encarado tendo em conta múltiplos ângulos, sendo que o arquiteto suíço *Peter Zumthor*, defende que “Não trabalhamos na forma, trabalhamos com todas as outras coisas. No som, nos ruídos, nos materiais, na construção, na anatomia etc. (...) Trabalhamos com todas estas coisas, olhando ao mesmo tempo para o lugar e para a utilização.”⁸⁴

A experimentação é, então, o veículo fundamental para uma compreensão daquilo que nos rodeia, e daquilo a que nos propomos a criar, uma vez que “experimentar a arquitetura de forma concreta significa tocá-la, vê-la, ouvi-la e cheirá-la.”⁸⁵, e foi este mundo que se pretendeu explorar ao longo da minha passagem pela Suíça.

82. INGOLD, Tim, *The textility of making*. Em: Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, 2010, p. 92

83. Idem, p. 91

84. ZUMTHOR, Peter, *Atmosferas: Entornos arquitectónicos - As coisas que me rodeiam*. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, 2006, p. 70 e 71

85. ZUMTHOR, Peter, *Thinking architecture*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 66



Fig. 28 - O fim da primeira vida da árvore.



Fig. 29 - O início da segunda vida da árvore.

OS PRIMEIROS PASSOS SOBRE O ENTENDIMENTO DA MADEIRA ENQUANTO RECURSO E MATERIAL

*Um passeio pela floresta é revigorante devido à constante interação de todas as modalidades dos sentidos; Bachelard fala da 'polifonia dos sentidos'. (...) A arquitetura é essencialmente uma extensão da natureza para o domínio criado pelo homem, fornecendo a base para a percepção e o horizonte para experimentar e compreender o mundo. Não é um artefacto isolado e auto-suficiente; dirige a nossa atenção e experiência existencial para horizontes mais amplos.*⁸⁶

Reforçando a mentalidade do estúdio em “pôr as mãos à obra”, o primeiro grande desafio consistiu em visitar uma floresta durante três dias, localizado no vale de *Jura*, em *Burtigny*. Durante longos quilómetros de terreno percorrido, fomos acompanhados por carpinteiros, ecologistas e lenhadores. Estes indivíduos transmitem valores fundamentais como o respeito que devemos ter sobre o material, uma vez que, como arquitetos devemos ser conscientes das características do material, fazer o uso correto do mesmo e construir um entendimento sobre a madeira e as suas qualidades enquanto criadora de ambiente e biodiversidade, como recurso e como material construtivo. Estes ensinamentos surgem também replicados num texto de *John Knight*, intitulado *The Second Life of Trees*, onde o autor afirma que “De acordo com Nishioka, uma árvore tem duas vidas: uma na floresta e a outra no edifício do qual a árvore se torna parte. O trabalho do carpinteiro é de assegurar que a árvore com que trabalha receba uma segunda vida tão longa quanto a sua primeira.”⁸⁷

Um dos motivos principais pelo qual nos aventuramos pela floresta, foi para assistir e participar no abate de uma árvore centenária, cuja madeira iria ser utilizada pelos estudantes para desenvolverem as suas maquetes de estudo, de exploração de conceitos e métodos construtivos e respetivas maquetes finais de apresentação [fig.28]. É importante salientar que não se tratou do abate aleatório de uma árvore, uma vez que a árvore abatida foi escolhida tendo em conta um número variado de critérios, que têm em vista um uso consciencioso dos recursos da floresta do vale de *Jura*, sendo que esta ocupa 34% da área de *Burtigny*.

Após o abate da árvore, os lenhadores prepararam o tronco, cortando-o em secções possíveis de serem transportadas para o local onde o tronco iria ser transformado em secções de madeira standardizadas, para serem utilizadas na construção das maquetes [fig.29]. Assim, durante toda a viagem podemos ver como a madeira é tratada, desde o seu estado natural, a árvore, ou seja a sua “primeira vida”, até aos princípios do seu tratamento enquanto material de construção após o seu abate, entrando desta maneira na sua “segunda vida”:

*Se, ao ser derrubada, a árvore se transforma em madeira de construção, este facto é representado, tanto como o início de uma nova vida, quanto como o fim da antiga vida. A árvore continua viva como madeira nos edifícios dos quais faz parte.*⁸⁸

86. PALLASMAA, Juhani, *Eyes of the skin: architecture and the senses*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005, p. 41

87. KNIGHT, John, *The second life of trees: family forestry in upland Japan*. Em: RIVAL Laura, *The Social Life of Trees: Anthropological Perspectives on Tree Symbolism*. Universidade de Oxford, 1998, p. 213

88. Idem, p. 198



Fig. 30 - *Railway Sleeper House* apresenta um sistema construtivo baseado no empilhamento de elementos horizontais, e a característica especial que torna este edifício único, é o facto desses elementos se tratarem de antigas e abandonadas tábuas de madeira de caminhos de ferro já desativados no Japão.

Fig. 31 - *Inner Ise Shrine* apresenta uma construção completamente tradicional, onde a perícia dos mestres japoneses é evidente na forma como todos os elementos são intrinsecamente ligados por técnicas de encaixe sem recursos a outros materiais.



Fig. 32 - *Elementus*: casas construídas por assemblagem de painéis sanduíche de madeira, produzidos em fábrica com dimensões completamente estandardizadas. A assemblagem dos elementos era feita no local, de forma rápida e fácil, devido ao sistema de encaixe simples desenvolvido.

Fig. 33 - *Sports Hall*: apresenta uma estrutura em pavilhão toda ela em madeira, revelando, assim, todas as possibilidades que a madeira como material estrutural permite na criação de espaços onde é necessário grandes vãos e grandes dimensões entre os elementos estruturais verticais.

UM APROFUNDAR SOBRE O ESTUDO DA MADEIRA - O PROJETO DO *ASAHI KINDERGARTEN*

*Nas próximas três semanas iremos aprofundar o nosso conhecimento e entendimento sobre as formas como a madeira tem sido utilizada na construção de edifícios. Os nossos estudos incluem obras históricas e contemporâneas de arquitetura e de construção, desde o sublime até às habitações sistematizadas e de pequena escala e até algumas das maiores estruturas de madeira já construídas.*⁸⁹

Nesta nova fase do semestre, foram apresentados diversos edifícios construídos em madeira, dos quais se destacaram: o *Railway Sleeper House*, no Japão, da autoria de *Shin Takasuga*, 1970 [fig.30]; o *Inner Ise Shrine*, de autoria desconhecida, ca.690 CE [fig.31]; o *Asahi Kindergarten*, no Japão, da autoria dos *Tezuka Architects*, 2011-2016; *Elementus*, Suécia, da autoria de *Lennart Bergvall* e *Eric Dahlberg*, desenvolvido na década de 1950 [fig.32] e o *Sports Hall*, França, da autoria de *Boidot Architects*, 2020 [fig.33]. Este conjunto de “amostras” permitiu construir um glossário de diversas formas de entender e praticar a construção em madeira, desde técnicas tradicionais a técnicas contemporâneas, desde enormes estruturas até pequenos espaços. Espalhadas pelo mundo fora, também é possível entender diferentes maneiras como a madeira é utilizada, dependendo de cada ambiente em que se insere a obra e como a cultura de cada local e a história específica que deu origem a cada edifício influencia o seu método construtivo, a sua arquitetura, e consequentemente, a sua imagem final. Fomos, então, desafiados a produzir uma maquete à escala 1:5 de um encaixe, conexão ou outro detalhe construtivo representativo da obra, bem como uma outra maquete representativa do sistema construtivo geral do edifício, capaz de se inscrever numa base quadrada de 1m por 1m, a uma escala apropriada.

Após a análise de diversas obras, a escolha recaiu sobre o projeto *Asahi kindergarten* do atelier japonês *Tezuka Architects*. Este edifício, construído sobre condições muito especiais, combina, não só técnicas tradicionais japonesas de encaixes entre elementos estruturais, com técnicas mais contemporâneas, mas também sistemas de construção em madeira maciça com elementos de madeira lamelada colada. Assim, estudando este edifício, deveríamos examinar a relação entre a madeira como material e como recurso, com a cultura, tecnologia e economia de construção sobre a qual o projeto é moldado.⁹⁰

*A arquitetura do infantário não só incorpora a história da cidade na sua estrutura de madeira sugi, como também atua como uma armadura para o futuro, um futuro que reconhece tanto o poder do tsunami como a força do povo da província de Miyagi.*⁹¹

89. Studio Assemble, *brief 2.0 Precedents Study*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

90. Idem

91. SHERMAN, Thomas e LOGAN, Greg, *Tezuka Architects: The yellow book*. Jovis, 2016, p. 157

No dia 11 de Março de 2011 deu-se um dos maiores desastres naturais da história do Japão: um grande terramoto, acompanhado de múltiplas réplicas e de um maremoto que assolou as zonas costeiras japonesas. *Minamisanriku* foi uma das

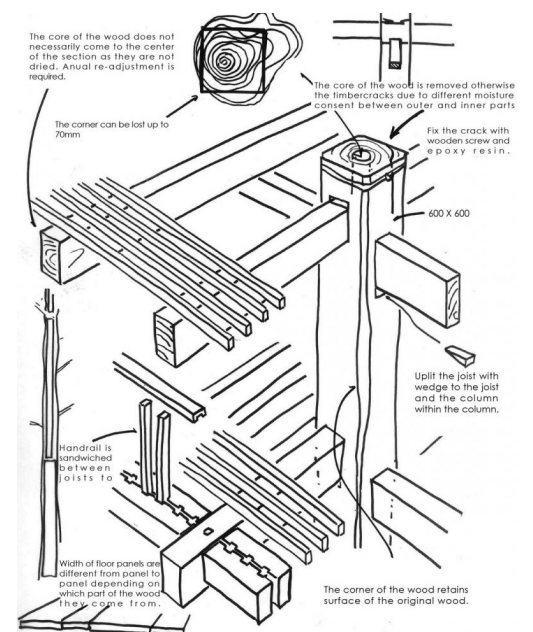


Fig. 34 - Numa colina surge uma estrutura em madeira, onde as técnicas tradicionais prevalecem, bem como a ideia de que este local funciona como uma memória da história da comunidade, e ao mesmo tempo como um refúgio para o futuro.



Fig. 35 - Os pilares massivos remetem as centenárias árvores *sugi*.

Fig. 36 - Diagrama explicativo de alguns pormenores construtivos do edifício.



zonas mais afetadas e estima-se que mais de 90% da cidade tenha sido inundada e cerca de 1.200 pessoas perderam as suas vidas. Após estes eventos catastróficos, iniciaram-se os esforços de recuperação em *Minamisanriku*, bem como em todas as outras áreas afetadas. É neste contexto que surge a história do *Asahi Kindergarten*. Tendo sido fundado em 2004, este jardim de infância não resistiu à força devastadora do terramoto e do *tsunami*, e foi graças a doações e esforços de voluntários locais e internacionais que a escola foi reconstruída e reaberta em 2012. A reconstrução do infantário foi atribuído ao atelier *Tezuka Architects*, que desde cedo lutaram contra a construção de uma estrutura temporária: “Em contraste, *Takaharu Tezuka*, enfatizou o valor social e o reinvestimento na dignidade humana que reconstruções, mais permanentes e projetadas a longo termo, trazem.”⁹²

Localizado numa zona mais elevada que a construção destruída pelo maremoto, o novo terreno para o *Asahi Kindergarten* apresentava na sua envolvente um conjunto de casas isoladas e um templo budista construído há 600 anos, que sobreviveu a duas catástrofes. De facto, em 1611 deu-se um outro *tsunami* que atingiu cidades costeiras japonesas e, tendo sobrevivido a este desastre, os budistas plantaram múltiplas árvores de cedro, com esperança de que estas viessem a servir a comunidade no futuro. Quando, em 2011, se deu uma nova catástrofe, estas árvores *Sugi* foram mortas pela água salgada do *tsunami* e foram abatidas. Contrariamente à vontade do governo de as queimar para obter energia elétrica, os arquitetos opuseram-se: “Não, elas pertencem à população local, então devemos usá-las para reconstruir a sua cidade.”⁹³ Desta maneira, estas gigantes árvores centenárias com 5 metros de diâmetro e 40 metros de altura, que compunham o caminho de acesso ao templo budista, foram convertidas em material de construção para o novo jardim de infância. De facto, a obra foi construída usando essa madeira, desde os grandes elementos estruturais como os enormes pilares de secções de 60 por 60 cms [fig.35 e 36] e as vigas, até às estruturas do soalho, da cobertura, os pavimentos, os corrimões, mobiliário, etc. Segundo o arquiteto, todo o edifício é feito com esta madeira, tirando as bases de betão e ferro, que permitem o ancoramento dos pilares de betão ao solo, mantendo um afastamento entre a madeira e o terreno, situação fundamental para que esta não apodreça.

O edifício apresenta claras influências da arquitetura e métodos construtivos tradicionais japoneses, aproximando-se, por exemplo, da arquitetura dos templos japoneses graças ao seu telhado projetado, espaços abertos com separações feitas por painéis deslizantes, enormes janelas de correr, e grandes espaços de varanda coberta [fig.34]. Ao utilizarem métodos tradicionais japoneses e técnicas de construção que sobreviveram por 1300 anos, todo o processo de construção do edifício foi como montar um enorme *puzzle*. Desta maneira, não foram usadas quaisquer fixações e

92. SHERMAN, Thomas e LOGAN, Greg, *Tezuka Architects: The yellow book*. Jovis, 2016, p. 152

93. Idem, p. 74

conexões em ferro, fazendo uso de cunhas de madeira e da colocação de secções cilíndricas de madeira como se de parafusos se tratassem, o que permitia uma maior flexibilidade e movimento da madeira, visto que “ainda existe humidade lá dentro, por isso a madeira pode estar muito ativa nos próximos anos. É por isso que vamos regressar regularmente para ajustar todas as cunhas e fixações que estão a segurar as vigas em posição.”⁹⁴

Posicionado numa zona elevada, o edifício é acedido por intermédio de escadas e de uma rampa. Em frente a um pátio, surge um volume quadrado ligeiramente elevado do chão, com um pequeno terraço a toda a volta. A cobertura plana protege este terraço, permitindo uma continuação entre o interior e o exterior, quando os grandes painéis de vidro são recolhidos. Este espaço, aliado ao espaço criado com o afastamento do edifício do chão permitem às crianças usarem-nos como espaços para as suas brincadeiras, algo que não estaria pensado.⁹⁵

No que diz respeito à sua organização interior, após visitar o edifício onde o infantário funcionou temporariamente, o arquiteto reparou que “As telas *shoji* deslizantes eram a única separação interna e ele queria levar a essência desse conceito para o novo edifício”⁹⁶ Deste modo, o espaço interior é grande e flexível, sendo próprio para as crianças se expressarem. Por intermédio de painéis deslizantes, é possível transformar o grande espaço quadrado em quatro salas distintas, adaptando o edifício a diferentes necessidades. Assim, não existem paredes portantes no edifício, sendo que as casas de banho são, naturalmente as únicas divisões fixas distribuídas num bloco compacto em linha.

Em 2016, quatro anos após o término da construção do *Asahi Kindergarten*, o atelier *Tezuka Architects* foi de novo desafiado a intervir no local, sendo que, desta vez, a intervenção tratou-se da expansão do jardim de infância. Contudo, as enormes árvores *sugi* e a madeira utilizada para construir o volume da primeira fase do projeto já não existia, uma vez que foi toda utilizada na construção do primeiro edifício, desde a sua estrutura até aos acessórios como mesas e cadeiras. Perante esta condicionante foram utilizados outros materiais, como a *glulam* e outras madeiras engenheiradas, capazes de vencer grandes vãos. No entanto, apesar da mudança de material, manteve-se algumas das técnicas de encaixe tradicionais exploradas no primeiro volume, sendo-lhes associadas, também, modos mais contemporâneos, com o uso de conexões metálicas e conexões por intermédio de parafusos [fig.39].

Distribuídos pela colina, de onde o primeiro volume se ergue de toda a zona habitacional plana circundante, surgem 3 volumes, interligados por longas escadarias. Dois deles acompanham o forte declive do terreno, necessitando de grandes estruturas em madeira que os separam do chão, enquanto que o terceiro e final volume surge implantado no fundo da colina, numa zona plana. O desenho deste complexo parece influenciar-se na organização do complexo do tempo de *Daijōji* [fig.38 e 40].



Fig. 37 - Esquisto da expansão do *Asahi Kindergarten*.

94. Swedish Wood, *Wood magazine- Issue 1*, 2018.

95. SHERMAN, Thomas e LOGAN, Greg, *Tezuka Architects: The yellow book*. Jovis, 2016, p. 79

96. Idem, p.153 e 154

O percurso pela construção em madeira

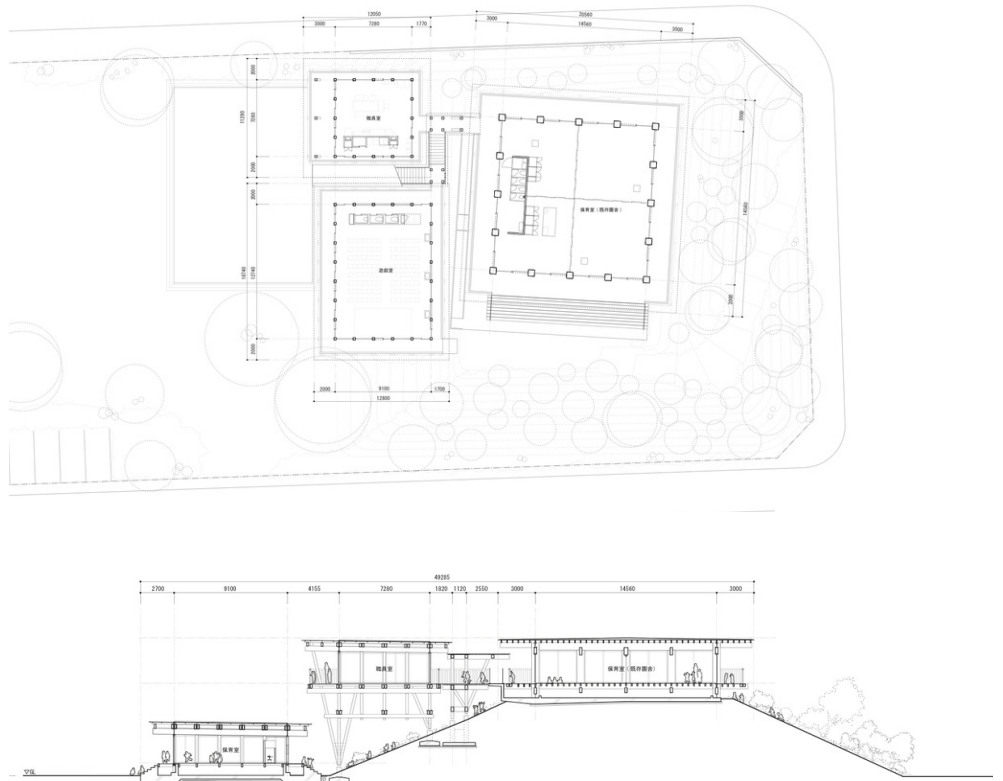


Fig. 38 - Planta e corte do complexo | escala 1:300



Fig. 39 - Pormenor do sistema estrutural que eleva os volumes do terreno.

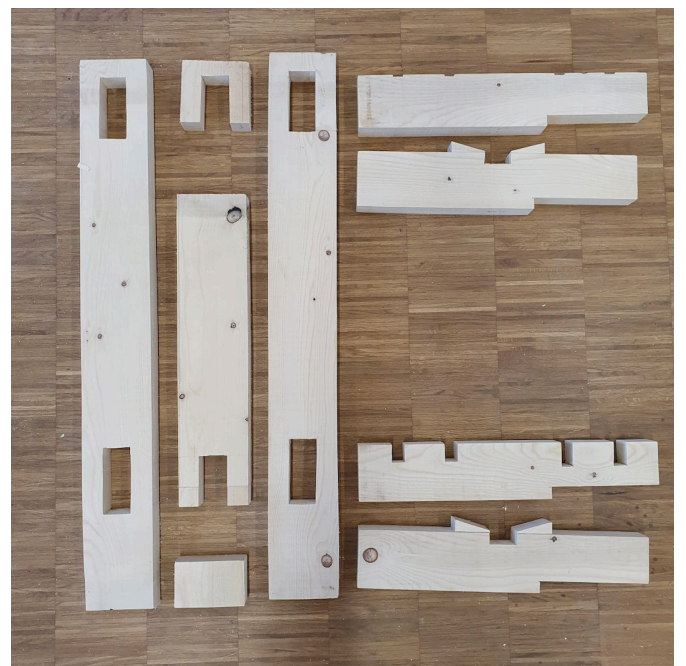


Fig. 40 - O complexo do *Asahi Kindergarten*: 4 volumes interligados por escadarias.



Fig. 41 - Maquete à escala 1:5 representativa do pilar de canto do edifício.

Fig. 42 - Todas as peças utilizadas na produção da maquete.



Percebendo toda a história do projeto, procurou-se entender como seria, então, a sua construção. Assim, no que diz respeito à maquete à escala 1:5, o desafio assentava no desenvolvimento de um modelo capaz de explicar um pormenor construtivo fundamental para definir o projeto, quer seja pela sua repetição exaustiva ou pela sua singularidade e exclusividade. Tratando-se de uma construção em madeira ligada às antigas tradições japonesas de construção e encaixe entre elementos estruturais, feitos com enorme mestria e intrincados encaixes sem uso de outros materiais para conectar as partes, como o corrente uso de parafusos, pregos e restantes ligantes metálicos, a atenção recaiu sobre o pilar de canto e a forma como as vigas, a ele associado, se cruzavam e trespassavam o pilar e como eram as fixações entre estes elementos estruturais [fig.41].

Numa tentativa de representar o pilar, foi necessário dividir o pilar em três peças verticais, que unidas e devidamente trabalhadas e lixadas, deveriam parecer um todo completamente uno [fig.42]. Esta situação verificou-se devido à secção invulgar dos pilares do *Asahi Kindergarten*, pois apresentavam uma secção de 60 por 60 centímetros, e uma altura de 4.30 metros, apenas conseguida graças à proveniência única da madeira de cedro utilizada como o material de toda a construção. Como já foi referido, as enormes e centenárias árvores *Sugi*, mortas pelo tsunami de 11 de março de 2011, foram abatidas para a construção deste edifício. Devido às suas proporções gigantes, foi possível utilizar a sua madeira para construir todos os elementos, sendo que os pilares foram cortados por inteiro: são peças únicas e massivas, remanescentes das enormes árvores, atuando como a memória do desastre e aviso para as próximas gerações do que poderá voltar a acontecer. Assim, após o desenvolvimento de alguns desenhos rigorosos, a par da constante interação por intermédio de diferentes esboços, fomos capazes de entender cada elemento e a forma como as vigas se cruzavam no interior do pilar e como eram fixas com cunhas e fixações cilíndricas de madeira.

Já no atelier das maquetes da *EPFL*, e utilizando a madeira de *Burtigny*, tentamos seguir a cronologia construtiva real, de modo a construir a maquete de forma fidedigna e seguindo os mesmos passos que a construção verdadeira. Assim, começamos por construir o pilar e fazendo os buracos por onde passariam as vigas. Em seguida, após termos cortado as vigas e todos os seus detalhes, deslizamo-las pelos buracos do pilar e ao intercetarem-se entre si, a estrutura começou a solidificar-se. Por fim, colocamos as cunhas de madeira e os conectores cilíndricos que fixaram completamente as vigas ao pilar, conseguindo, deste modo, uma representação fiel do pormenor construtivo e da sua forma de execução. Assim, a maquete representa o pilar intercetado, na parte superior, por duas vigas, e na parte inferior o mesmo se sucede. As indentações visíveis nas vigas, resultam como indicação de como assentariam as estruturas secundárias do chão e da cobertura.

Por outro lado, no desenvolvimento da maquete representativa do sistema construtivo geral do edifício, procuramos mais uma vez, numa fase inicial, desenhar os nossos próprios desenhos (planta e alçado) para nos familiarizar-mos com o projeto e entender a sua construção e a forma como o pormenor do pilar explorado à escala 1:5 se replica por toda a estrutura.

Assim, após todos os esclarecimentos, procedemos ao corte de todos os elementos: os pilares massivos, as enormes vigas estruturais que sustentam a cobertura e o pavimento, e todos os elementos que compõe as estruturas destes dois momentos. Deste modo, com todos os elementos cortados, a construção desta maquete foi como a resolução de um enorme *puzzle*. Assim, mantendo o princípio de construir a maquete da mesma forma que o que se verificou na construção do edifício, começamos por colocar os pilares e posteriormente as vigas estruturais superiores e inferiores. Após estes elementos estarem colocados, a estrutura era já dotada de uma enorme rigidez, e era possível entender o encaixe das vigas umas nas outras e como funcionava esta grelha estrutural de vigas e pilares. De seguida, foram colocadas as estruturas do pavimento e da cobertura e os respetivos elementos de travamento nas extremidades, ou seja, no corredor exterior que circunda todo o edifício. Ao tratar-se de uma maquete investigativa da estrutura do edifício, optou-se por não representar o pavimento nem os restantes elementos da cobertura [fig.43 e 44].

Por conseguinte, com a realização destas duas maquetes, obteve-se uma amostra fidedigna dos métodos construtivos utilizados no *Asahi Kindergarten*, o que, em conjunto com todos os outros modelos realizados pelos restantes estudantes, resultou na formação de um grande glossário de diferentes modos e técnicas de construção em madeira. Este exercício extremamente interativo foi fundamental no desenvolvimento do projeto final do meu percurso pela *EPFL*.



Fig. 43 e 44 - Maquete à escala 1.33 representativa da estrutura geral do edifício.





Fig. 45 - Implantação do projeto na vila de Burtigny.

O PROJETO FINAL NA EPFL - UM PAVILHÃO PARA BURTIGNY

*No seguimento dos estudos dos projetos que demonstram uma variedade de abordagens culturais e técnicas para o uso da madeira na construção, começaremos a desenvolver a nossa própria abordagem para um edifício em Burtigny usando a madeira desse mesmo local.*⁹⁷

Foi, então, com esta proposta de trabalho, que se iniciou a última fase do meu percurso académico na Suíça. O desafio lançado pela estúdio foi o de criar um edifício para *Burtigny*. Inicialmente, tratando-se de um edifício sem um programa em específico e sem um local definido, a força matriz do projeto deveria ser a exploração da construção em madeira, tendo por base as lições apreendidas no desafio anterior.

A experimentação, aliada ao princípio de “pôr mãos à obra”, foi, mais uma vez, o método preferencial para explorar este novo desafio. Assim, numa fase inicial, fomos encorajados a construir pequenos modelos sem escala, apenas para explorar a forma e o volume do edifício. Assim, testando proporções, formas e escalas, fomos tomando consciência da ideia que queríamos transparecer no nosso edifício. Este modo de atuar, transporta-nos, novamente, ao texto *The Textility of Making* de *Tim Ingold*. De facto, é possível entender que os materiais e estes modelos podem ser um meio de pensar diretamente no momento em que se está a criar, em vez de usar as maquetes simplesmente como uma ferramenta de apresentação.

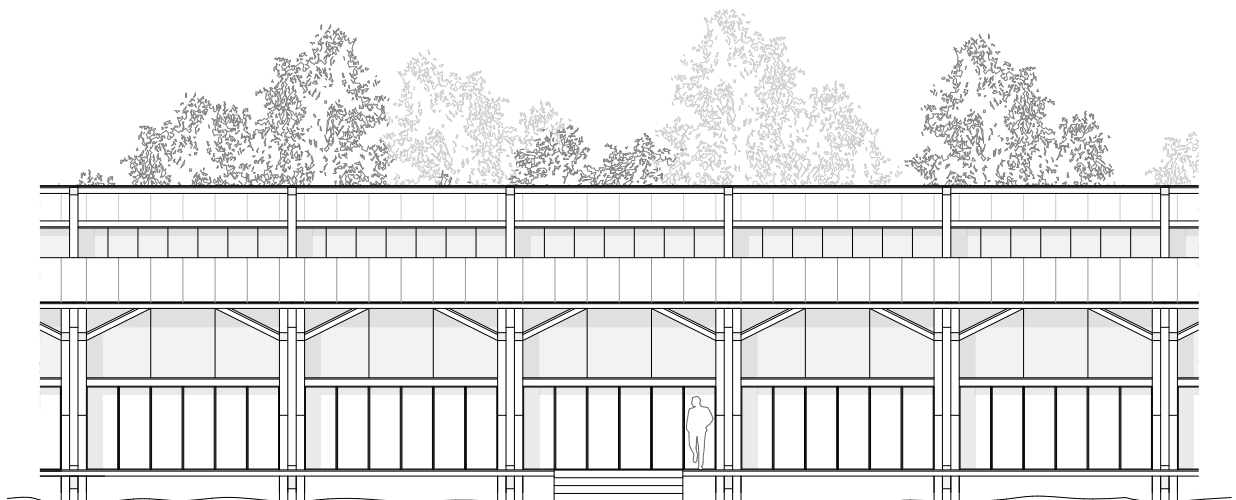
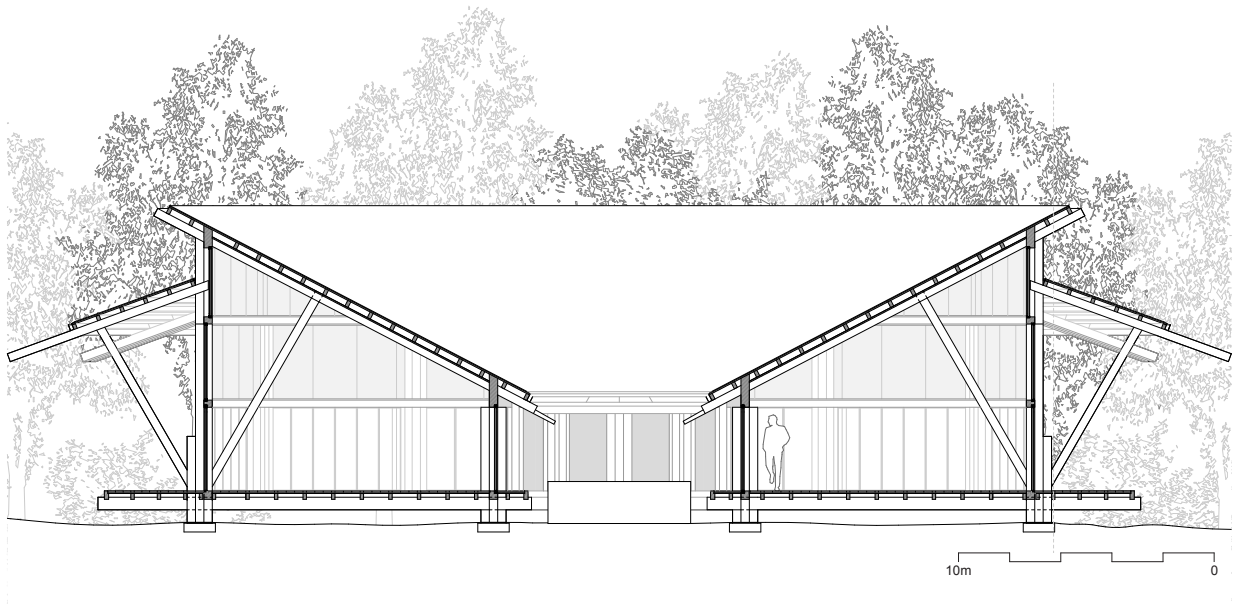
Posteriormente, após uma visita à comunidade de *Burtigny*, o desafio recaiu sobre a escolha do local onde queríamos implantar o nosso projeto. Assim, os modelos abstratos de estrutura e envelope do edifício explorados anteriormente, deveriam ser adaptados à forma e ao contexto de um determinado local. Tendo agora um local definido, deveríamos ser capazes de pegar no nosso estudo e dotá-lo de um programa, de um propósito que servisse da melhor maneira a comunidade de *Burtigny* e aplicá-lo ao local. Mais uma vez, o projeto final, teria de ser conquistado graças ao desenvolvimento do pensamento e da ideia durante o processo de criação de maquetes, sendo fundamental transitar entre: pensar, fazer e desenhar.

*Assim, a linha cresce a partir de um ponto que foi posto em movimento, tal como a planta cresce a partir da sua semente.*⁹⁸

Inspirado no *Asahi Kindergarten*, este novo *Hall* para *Burtigny* pretende, criar um novo espaço para a comunidade através de uma forma pura e única e tendo por base a construção em madeira. Como a ideia foi criar um espaço para a comunidade, onde eventos, reuniões, exposições e muitas outras atividades comunais pudessem ter lugar, e tendo visitado a vila de *Burtigny*, decidiu-se implantar o edifício numa zona junto do centro da vila, onde a vida em comunidade floresce [fig.45].

97. Studio Assemble, *brief 3.0 A hall for Burtigny*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

98. INGOLD, Tim, *The textility of making*. Em: Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, 2010, p. 91



Contudo, devido ao seu caráter e forma circular, o edifício foi projetado num terreno um pouco mais afastado das construções mais próximas, criando um caminho agradável e cénico dando oportunidade ao edifício de respirar e ser visto em toda a sua plenitude. Para além disto, é possível tirar partido das vistas panorâmicas e abertas sobre a floresta de *Burtigny*, de onde a madeira para o edifício origina, bem como das vistas para a vila, graças ao gesto circular do edifício.

Como foi estudado e demonstrado previamente nos modelos de estudo sobre o *Asahi Kindergarten*, os pilares massivos, bem como as vigas, contribuem evidentemente para a criação e design do edifício e da sua planta livre. As capacidades plásticas e estruturais dos pilares foi algo que o projeto para *Burtigny* procurou desenvolver. Contudo, contrariamente ao que aconteceu com o edifício japonês, que foi criado num contexto muito particular em que madeira de árvores centenárias foi usada para criar secções massivas de 60 por 60 cms, no caso de *Burtigny*, bem como em quase qualquer outra situação, este tipo de secções e de madeira são difíceis de obter. Deste modo, tendo em conta a realidade de *Burtigny* e da sua floresta e matéria-prima, foram propostos grandes pilares compósitos, procurando assim as capacidades plásticas e únicas dos elementos homónimos presentes no caso japonês.

Assim, estes pilares são compostos por nove secções aparafusadas de 20 por 20 cms com diferentes comprimentos. Desta forma, os pilares construídos pela aglomeração de diferentes secções resultam numa reinterpretação dos pilares utilizados no jardim de infância japonês, sendo que os presentes pilares apresentam um aspeto decomposto, onde as terminações dos elementos são locais de assentamento das vigas. Deste modo, a decomposição do pilar em secções iguais de comprimentos diferentes ultrapassa uma ideia puramente estética e plástica, sendo também estrutural, uma vez que as vigas que compõem a fachada, bem como as vigas transversais que surgem sobre o espaço interior repousam sobre diferentes locais terminais das colunas.

Fig. 46 - Corte transversal do pavilhão.

Fig. 47 e 48 - Corte e alçado pela fachada do pavilhão. Os painéis envidraçados inspirados na *Studio House*, de Caruso St John Architects.

Fig. 49 - *Studio House*, Caruso St John Architects. Londres, 1993–1994.



A madeira de *Burtigny* é, então, o material principal presente na construção. Fortemente associada à estrutura do edifício, a madeira compõe todos os elementos estruturais, desde os pilares massivos, às vigas e a todos os elementos que conectam e solidificam cada tramo da estrutura. Entre estes tramos da estrutura surgem grandes fachadas envidraçadas. Enquanto que no nível inferior, mais de acordo com a escala de um indivíduo, foram utilizados caixilhos com vidro completamente transparente, nos dois estratos superiores fez-se uso de caixilhos com vidro fosco, retirando inspiração da *Studio House* em Londres, projeto do escritório *Caruso St John Architects*. As diferentes opacidades dos vidros da fachada permitem a criação de uma atmosfera especial, que consegue ser completamente encerrada para o exterior através de grandes cortinas que cobrem o primeiro estrato completamente transparente. A escolha de uma fachada envidraçada com a utilização de finos perfis de caixilharia

revelou-se fundamental na intenção de fazer da madeira o material que expressa a condição mais massiva e estrutural de todo o edifício. O pavimento e toda a sua estrutura é feito em madeira, sendo este um elemento em que a estrutura e o acabamento exploram as diferentes capacidades da madeira enquanto material. Mais uma vez a secção criada através da aglomeração de nove secções de 20 por 20 cms utilizada nos pilares, reflete-se no aspeto final do pavimento, pois foram criados uma espécie de ladrilhos de madeira que criam uma estereotomia extremamente complexa, sendo evidente, mais uma vez, a vasta capacidade plástica da madeira.

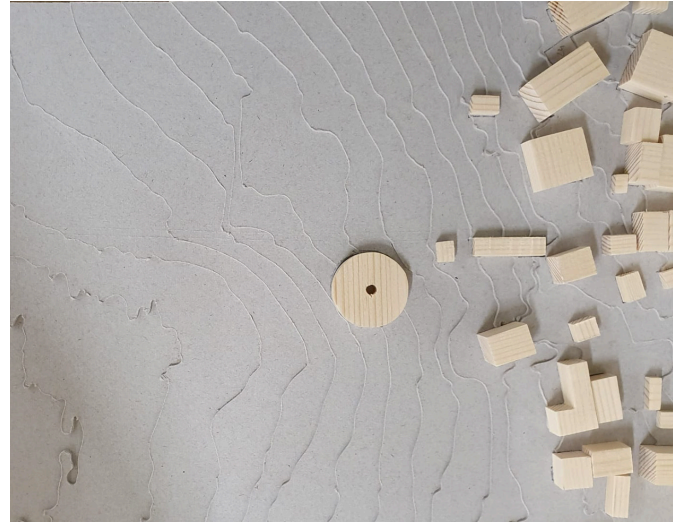
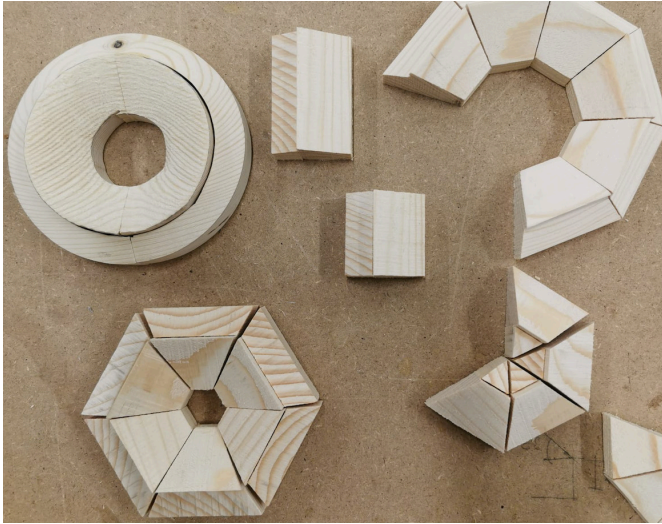
O pequeno pátio central, é marcado por um poço. A cobertura inclinada e a disposição circular de todo o edifício, encaminham as pessoas para este lugar. A escolha de um poço, capaz de recolher a água pluvial proveniente da cobertura, na verdade não se prendeu com aspetos técnicos, mas sim com a ideia de união da comunidade em torno deste elemento, uma vez que “há uma frase em japonês, *ido bata kaigi*, que significa ‘conferência à volta do poço’.”⁹⁹

99. TEZUKA, Takaharu, 2015. Inside the world's best kindergarten. TED [Online].



Fig. 50, 51 e 52 - Maquete realizada à escala 1.33 de dois tramos do conjunto circular do Pavilhão para *Burtigny*.

Fig. 53 | A experimentação em maquete e a consequente evolução do projeto



O percurso pela construção em madeira

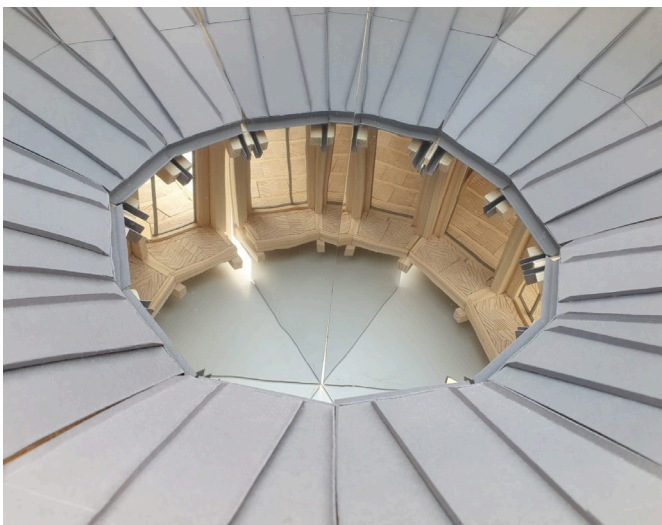




Fig. 54 - A cobertura circular é o local perfeito para as brincadeiras das crianças no exterior, onde, segundo o arquiteto, as crianças correm sem parar e percorrem distâncias inusitadas, do interior para o exterior, do nível térreo, para a cobertura.

Fig. 55 - O barulho que flutua livremente entre salas e entre o interior e o exterior. As árvores que são parte integrante da arquitetura. A adaptabilidade de cada módulo por parte das crianças. Estes são princípios fundamentais do *Fuji Kindergarten*.



TAKAHARU TEZUKA - PENSAMENTOS SOBRE O EXERCÍCIO DA ARQUITETURA

*Qual é o papel do arquiteto no século XXI? É o mesmo que sempre foi. Temos que responder à vida humana. Digo sempre que nos tornamos humanos quando começamos a fazer Arquitetura. Antes não éramos.*¹⁰⁰

Takaharu Tezuka é um arquiteto japonês conhecido pela sua forma de pensar o projeto. Em conjunto com a sua mulher Yui Tezuka, fundou o atelier *Tezuka Architects* em *Tokyo*. Centrados no utilizador e na sua experiência perante os seus projetos, procuram criar espaços onde o sentido de comunidade e interação com o ambiente são fundamentais, destacando-se a madeira como material primordial das suas obras.

Um dos conceitos que o arquiteto frequentemente enfatiza no seu trabalho é a ideia de continuidade na arquitetura. Focando-se em quebrar barreiras entre os espaços interiores e exteriores, procura criar transições suaves entre os mesmos, criando um fluxo harmonioso e garantindo que a arquitetura sirva como facilitadora de experiências, em vez de uma estrutura rígida. Os seus projetos geralmente incorporam recursos como espaços abertos e flexíveis, grandes panos de vidro, paredes móveis e elementos de design exclusivos que incentivam a interação e a exploração do espaço pelo seu utilizador.

“Eu não me importo se alguém adicionar camadas aos meus edifícios. Não é uma escultura ou um monumento; está vivo. Eu quero que as pessoas usem os meus edifícios e que lhes adicionem coisas.”¹⁰¹, assim fica patente a ideia de que um edifício não é algo rígido e intocável, para o arquiteto os seus projetos são impulsionadores da interação humana. Permitindo que as pessoas interajam e sejam livres de adaptar o espaço como querem, os seus projetos exprimem o conceito de continuidade no sentido em que o edifício não fica estagnado no tempo pois, tal como as pessoas, evolve e adapta-se a novas circunstâncias. O trabalho do atelier é fortemente marcado pela utilização da madeira como material primordial das suas obras uma vez que consideravam que “trabalhar com a madeira é basicamente mais agradável, exalta a vida.”¹⁰²

*Este infantário é completamente aberto a maior parte do ano, e não há barreiras entre o interior e o exterior. Também não há barreiras entre as salas de aula, ou seja, não há nenhuma barreira acústica. Quando colocamos as crianças numa “caixa silenciosa”, algumas delas ficam muito nervosas, mas neste infantário não há razões para ficarem nervosas porque não há limites.*¹⁰³

Um dos seus projetos mais notáveis, o *Fuji Kindergarten*, exemplifica, a par do projeto para *Minamisanriku*, a sua filosofia projetual. De facto, a transição entre interior e exterior, o espaço aberto, fluído e sem barreiras, a adaptação do edifício por parte das crianças, são o espelho do conceito de continuidade preconizado pelo arquiteto. [fig.54 e 55]

100. CRUDELI, Andrea, *Continuity in Architecture: a conversation with Takaharu Tezuka*. Junho 2017.

101. SHERMAN, Thomas e LOGAN, Greg, *Tezuka Architects: The yellow book*. Jovis, 2016, p. 156

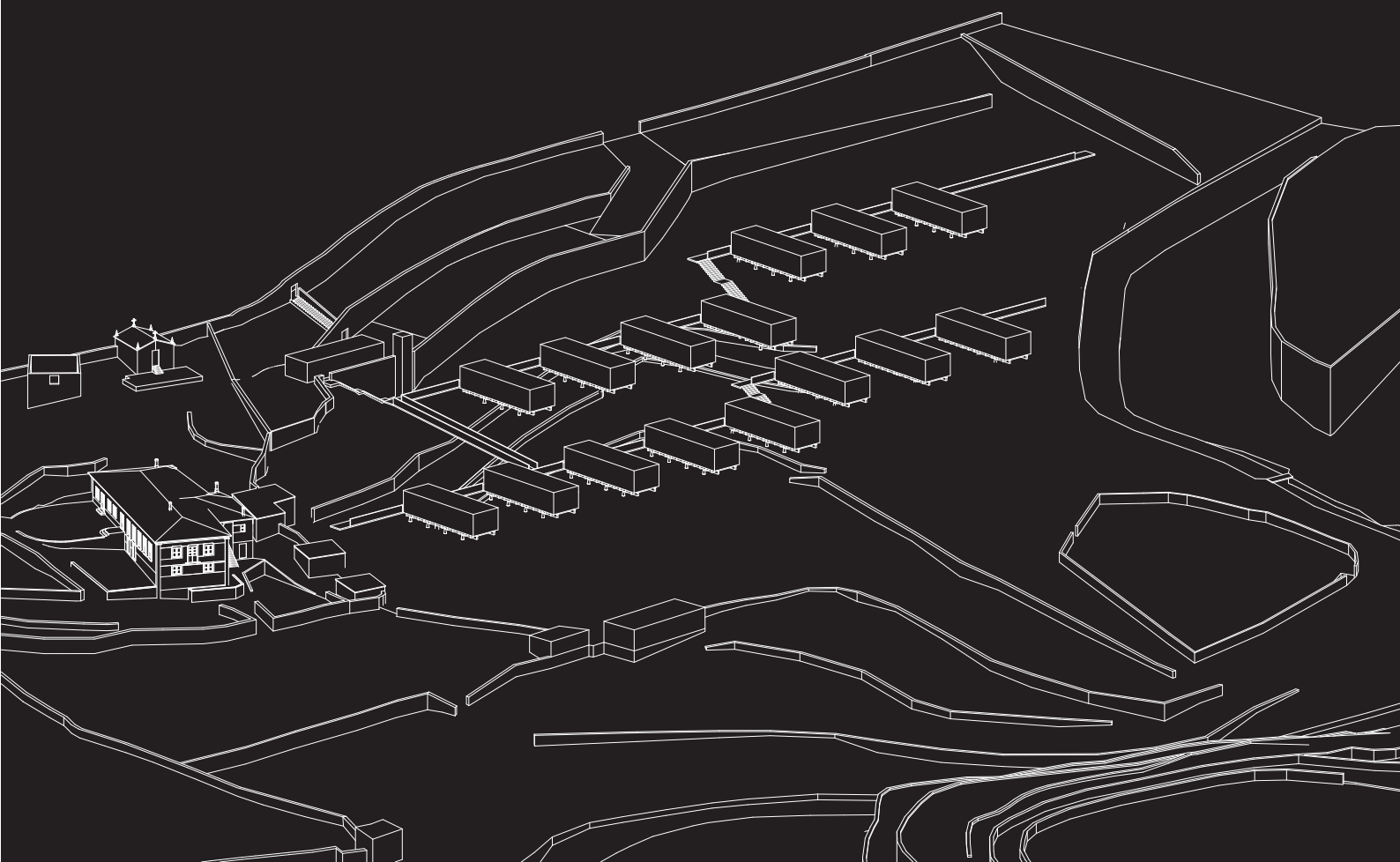
102. Swedish Wood, *Wood magazine- Issue 1*, 2018.

103. TEZUKA, Takaharu, *Takaharu Tezuka: The best kindergarten you've ever seen*. [Vídeo Online] Setembro 2014.

No geral, o conceito de continuidade na arquitetura defendido pelo arquiteto promove uma abordagem holística e dinâmica do pensamento projetual, onde os limites, entre interior e exterior, entre privado e público, e entre aspectos funcionais e estéticos, são atenuados tendo em vista a criação de espaços capazes de melhorar a experiência humana. Para o desenvolvimento do projeto final para *Burtigny*, foram fundamentais os princípios enunciados e defendidos pelo arquiteto e a sua visão sobre o exercício da arquitetura e sobre a madeira enquanto material. De facto, procurou-se a criação de um grande espaço capaz de sustentar diferentes funções, consoante os interesses da comunidade. Por outro lado, o uso de panos de vidro nas fachadas permite uma grande ligação entre o interior e o exterior [fig.56]. Esta ligação é enfatizada, não só pelo pequeno pátio no centro da composição circular, mas também pelo espaço exterior coberto que circunda todo o perímetro do edifício, um pouco à imagem do que se sucede com o *Asahi Kindergarten*.

Fig. 56 - Imagem representativa do Pavilhão para *Burtigny*. Aqui é possível perceber a ligação entre o interior e o exterior, e a forma como a madeira cria toda a estrutura e ambiente da obra.





PARTE III - A MADEIRA ENQUANTO FUTURO DA QUINTA DAS LARANJEIRAS



VILA NOVA DE CERVEIRA E O TERRENO DA QUINTA DAS LARANJEIRAS

*Uma austera corda montanhosa, encostada a uma espécie de cidadela acastelada e rude, vendo correr no sopé histórico internacional rio Minho, caracteriza fisicamente o concelho de Vila Nova de Cerveira, onde o monte da Pena, com os seus 646 metros, domina um vasto horizonte: desde terras de Paredes de Coura, Valença, Arcos de Valdevez, Braga, Caminha até à Galiza.*¹⁰⁴

Localizado no extremo noroeste de Portugal, no distrito de Viana do Castelo, o concelho de Vila Nova de Cerveira, está enquadrado entre o rio e a montanha e constituído por duas importantes morfologias: os Vales do rio Minho e do rio Coura. Vila Nova de Cerveira assenta na margem esquerda do rio Minho. O rio Minho é uma fronteira natural entre Portugal e Espanha, o que resulta numa geografia da cidade que se desenvolve a longo desta linha que separa o território português do território vizinho. Diretamente em frente à cidade de Vila Nova de Cerveira, e na margem oposta do rio Minho, localiza-se a pequena cidade espanhola de *Goyan*, do ajuntamento de *Tomiño*, da província galega de *Pontevedra*.

A geografia que define o concelho é extremamente variada e rica, estendendo-se desde os vales e margens do rio Minho, caracterizados pela sua aparência verdejante e plana, até às encostas abruptas que separam a orla ribeirinha da zona mais interior do concelho, marcada pela sua configuração mais montanhosa granítica. Este concelho minhoto, é marcado por uma grande área de valor ambiental, e por uma preocupação no que diz respeito a temáticas ligadas à conservação da natureza. Sabendo que 70% da área do concelho é coberta por áreas florestais, é seguro apontar a riqueza natural de Vila Nova de Cerveira e a responsabilidade do Município em proteger e “promover o seu desenvolvimento, transformando estes valores naturais em recursos, com o grande objetivo de desenvolver uma estratégia e um plano para o futuro de aproveitamento sustentável.”¹⁰⁵ É relevante salientar que é no vale do rio Minho que se concentra grande parte da população e consequentemente uma maior atividade em diversos áreas, desde a economia ao turismo.

Fig. 58 - Vila Nova de Cerveira e a localização da Quinta das Laranjeiras.

Vila Nova de Cerveira desenvolve-se então ao longo do rio Minho [fig.58], e é marcada por um grande eixo viário paralelo ao rio e que divide o território em duas zonas. Por um lado temos a cidade em si, com o centro histórico e onde surgem diferentes palcos para todas as atividades comerciais, culturais e de lazer e por outro lado, são desenvolvidos os programas habitacionais com diversas moradias e espaços de quintas e de lavoura. É neste segundo contexto, após a linha da estrada nacional, na zona sul da freguesia, que se insere o terreno da presente dissertação. Trata-se de uma envolvente fragmentada, marcada pelas diversas ruas e edifícios que acompanham o seu desenho, sem regra, sem nenhuma lógica urbana, são o resultado do crescimento da cidade sem qualquer preocupação ou ordenação urbanística.

104. ROCHA, J. Marques, *Vila Nova de Cerveira de ontem e de hoje*. Braga: s.n. , 1994, p. 19

105. ROSA, Margarida Norton Sousa, *Uma casa de gerações: projeto de uma casa de férias em Vila Nova de Cerveira*. Porto: Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, 2018, p. 19



O terreno encontra-se a apenas 1 quilómetro do centro histórico de Vila Nova de Cerveira, mais precisamente do seu castelo, e a pouco mais de 1 km de outras atrações como o Aquamuseu do rio Minho. Assim, estando bastante perto da Estrada Nacional 13, que provoca a divisão de realidades previamente explicada, trata-se de um terreno ainda numa zona de transição entre mundos e tem em seu redor diversos equipamentos, como as Escolas Básica e Secundária e pequenas capelas rurais como a Capela de São Pedro de Rates e a Capela do Senhor dos Esquecidos.

O terreno é delimitado pela rua Adélio Vale a nordeste, e por um pequeno ribeiro que define o desenho do terreno a sul. Sendo toda a extensão do terreno completamente murada, este caracteriza-se pelas suas grandes dimensões e pelas diferentes cotas que o compõem. De facto, o lugar apresenta uma diferença de altura do ponto mais alto ao ponto mais baixo de aproximadamente 34 metros. É possível então perceber a grande inclinação do terreno, sendo que esta se torna cada vez mais acentuada em direção ao extremo nordeste/este, onde a densidade de árvores é maior em comparação com o restante terreno, já que estas surgem espalhadas, ora isoladas, ora em pequenos aglomerados. É nesta zona que a solução arquitetónica dos muros de contenção se faz sentir mais, criando uma espécie de socacos que permitem o terreno de ser trabalhado e utilizado sem grandes constrangimentos. Contudo, esta distribuição de muros de contenção estende-se por todo o terreno, revelando-se como uma das suas características principais.

Trata-se de um terreno marcado pela presença da habitação principal, de onde se desenvolvem um conjunto de anexos dedicados à lavoura e aos trabalhos dos campos, bem como a presença de uma pequena capela construída em pedra. O acesso à habitação é feito por intermédio de uma rampa a norte, que permite o acesso automóvel e liga a cota alta da rua à cota do espaço de receção exterior à habitação. Desta maneira é criado um pequeno percurso cénico, contando inclusive com um jardim pétreo com uma fonte que acompanha a rampa. Os anexos e a capela, juntamente com os muros parecem criar uma divisão entre a zona habitacional e a restante quinta. A casa tem dois pisos e está inserida numa zona de grande declive, o que resulta numa planta de piso térreo onde na zona sul surge o piso inferior, parcialmente enterrado. A casa apresenta, a norte, uma fachada cénica ao gosto das quintas barrocas, de onde se destaca o brasão da família, com paredes em cal e pedra e modinaturas de pedra em torno das aberturas.

Assim, o terreno estende-se ao longo de 5 hectares e conta com a presença de um pequeno curso de água e de diferentes momentos cénicos: o caminho de entrada até à habitação, o espaço de receção exterior da habitação, a capela, os anexos, uma pequena “avenida” de árvores, os socacos, grandes espaços verdes, quer sejam mais planos ou mais inclinados, pequenas hortas e um grande curral numa das zonas mais planas do terreno.



O PROGRAMA E A IMPLANTAÇÃO

Fig. 65 - IMPLANTAÇÃO | Escala 1:1000



*Fácil é concluir, que não é suficiente ter belezas naturais e recantos excepcionais, como é o caso do Minho e de Vila Nova de Cerveira. Ainda que seja muito considerável a procura de destinos com estas características, zonas verdes sem poluição, muitíssimo pouco se fará sem infra-estruturas, mas o resultado da ação dinamizada será bem menor se não for precedido de planificação devida. Afinal, que turismo desejamos para o Minho e para a Costa Verde? Um turismo de massas? Um turismo seletivo?*¹⁰⁶

Assim, no que diz respeito à escolha e desenvolvimento de um programa associado ao turismo, é necessário entender que esta foi uma decisão tomada mediante diversos motivos. De facto, houve ao longo do tempo uma forte aposta no turismo, procurando a criação de infra-estruturas mais perto da cidade que permitissem este crescimento, entre as quais se destaca a transformação do castelo de Cerveira num aldeamento turístico, sendo que “a pousada contará, na sua totalidade, com 28 quartos, distribuídos por diversos núcleos e pequenas edificações no interior da muralha.”¹⁰⁷

Por outro lado, é necessário entender o historial do terreno em questão. Efetivamente, este terreno esteve associado, no passado, a um projeto de transformação da quinta e do seu terreno num empreendimento turístico, revelando a vontade do proprietário em desenvolver um projeto dentro destes parâmetros. Assim, tendo em consideração estes motivos, optou-se, neste exercício de Projeto, por desenvolver um programa baseado num empreendimento turístico, também ele do tipo aldeamento, composto por 15 “cabanas” e um volume de receção, já que se procurou manter um distanciamento entre a casa e o novo empreendimento.

Dada a grande riqueza e diversidade do terreno em termos cénicos, e tendo em vista um aprofundar e uma reflexão dos princípios apreendidos no estudo de diferentes obras de arquitetura em madeira e no percurso académico realizado, onde a exploração da madeira, como material de construção se fez sentir profundamente, propõe-se, então, desenvolver um projeto para um aldeamento turístico marcado pelo desenho de 15 módulos, 15 “cabanas” distribuídas pela zona nordeste do terreno e interligadas entre si por uma rede de passadiços e escadas. A decisão de implantar a proposta nesta zona do terreno prende-se com o facto de esta ser a zona mais negligenciada, devido ao seu forte declive o que o torna difícil de trabalhar. Assim, procurou-se qualificar esta zona do terreno, bem como todo o restante território. É, também, necessário frisar que a habitação pré-existente apresenta-se em bom estado de conservação, graças a uma reabilitação feita há uma década, sendo que se procurou manter um afastamento entre esta zona e o restante empreendimento, com os muros e os anexos a criar uma natural fronteira.

106. ROCHA, J. Marques, *Vila Nova de Cerveira de ontem e de hoje*. Braga: s.n. , 1994, p. 278

107. ROCHA, J. Marques, *Vila Nova de Cerveira de ontem e de hoje*. Braga: s.n. , 1994, p. 277 e 278

A entrada é feita pela Rua Adélio Vale. Passando o portão, à cota 56.5, foi desenhado um percurso pétreo rampeado, com lugares de estacionamento, até alcançar a cota 47.5, local onde se insere o módulo de receção, que apresenta as mesmas dimensões dos alojamentos. Posteriormente, por intermédio de uma escada ou elevador, é possível alcançar o restante terreno, onde surgem os passadiços e os alojamentos, a uma cota consideravelmente mais baixa, à cota 43.3, e mais distante da realidade vivida no percurso de entrada. Aqui, desenvolvem-se quatro linhas de passadiços, que lançam sobre o terreno linhas fortemente geométricas, contrastado com o natural arranjo do território. Estes passadiços, interligados por duas escadas e uma rampa, são colocados estrategicamente para criar um percurso capaz de vencer o declive do terreno, e permitir uma fácil circulação e mobilidade perante uma realidade tão acidentada. É, então, por intermédio dos passadiços, que se dá o acesso aos 15 alojamentos, que surgem intercalados entre si, criando uma vista desimpedida sobre a paisagem, também graças às diferentes cotas em que se encontram, que variam desde a cota 47.3 até à cota 40.8.

Assim, é possível entender que esta implantação apresenta um carácter extremamente regrado, marcado pelas linhas dos passadiços e pela inserção dos módulos de alojamento de forma a criar uma sequência ritmada marcada pela repetição e por um distanciamento uniforme entre cada bloco. Pairando sobre o terreno, os passadiços e os blocos elevam-se sobre a terra e sobre os muros e declives, de forma a criar uma intervenção plana e o mais contínua possível, e, também, de forma a manter o terreno, os socacos e os muros quase 100% inalterados. O restante terreno, é mantido como se apresentava previamente, minimizando o impacto no mesmo e criando uma paisagem interessante para quem usufrui dos espaços e dos módulos criados pela proposta. A ideia de promover uma proposta com alinhamentos fortes e regrados, que criam ritmo, ordem e harmonia, sobre um terreno acidentado e desregrado, prende-se com a vontade de dotar da madeira de um carácter especial e de força na organização de um território. De facto, o senso comum diz-nos que, pequenas cabanas em madeira são colocadas no terreno consoante a morfologia do mesmo, ou seja, o terreno impõe-se sobre o objeto. Contudo, neste exercício procurou-se o oposto: o objeto, o material, a madeira, impõem-se sobre o terreno, organizando-o.

Fig. 66 - CORTE TT' | Escala 1:1000



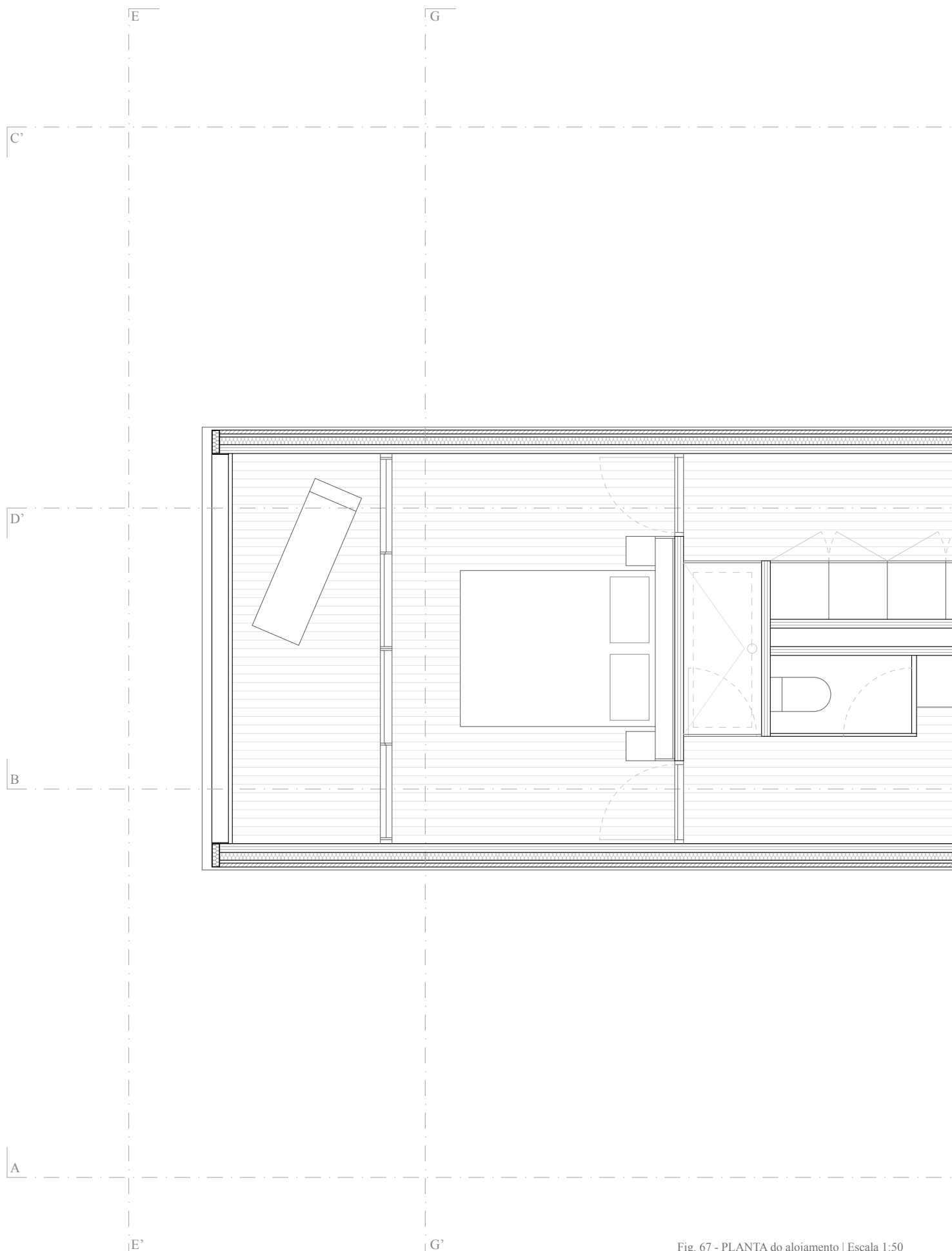
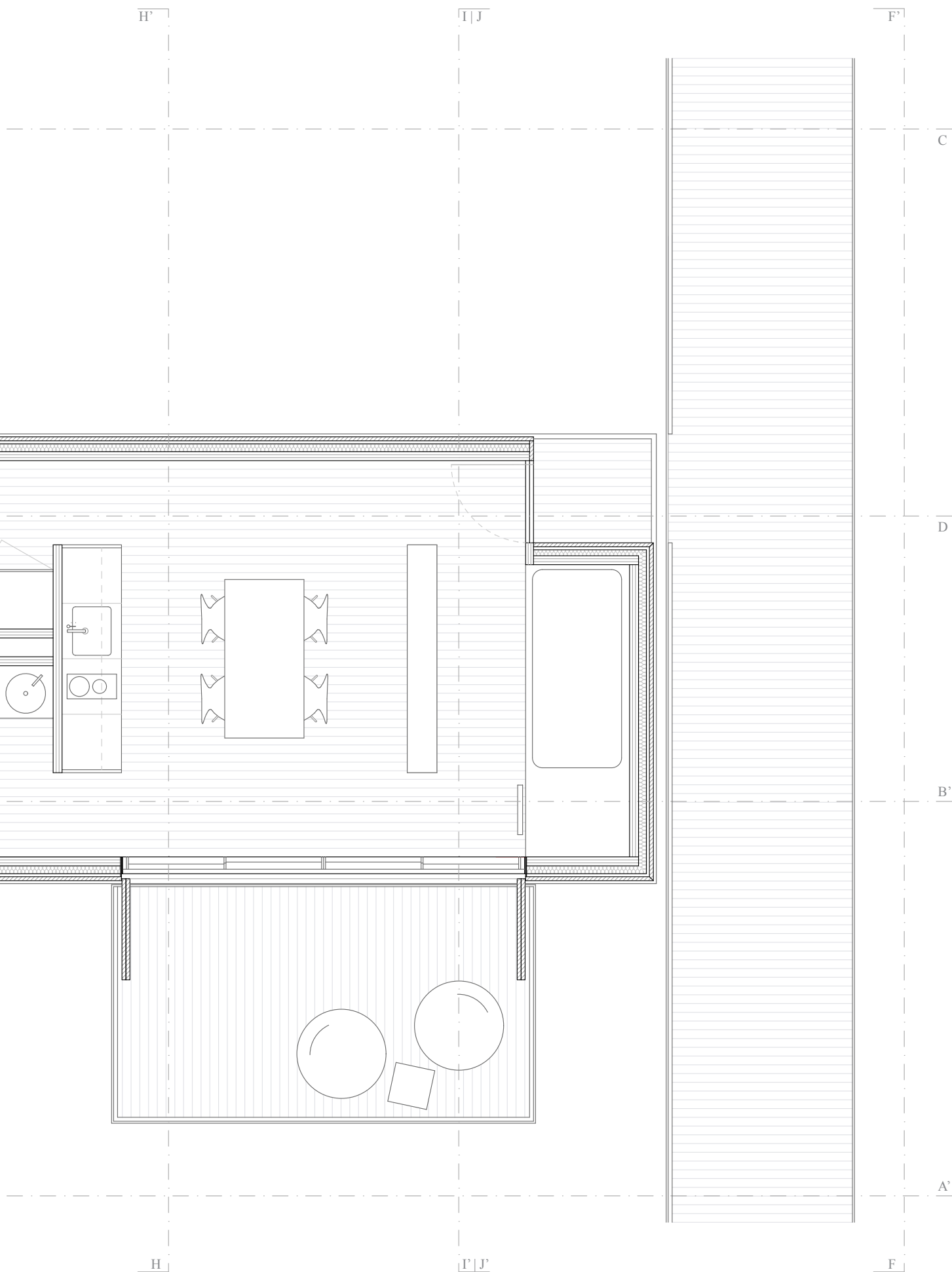
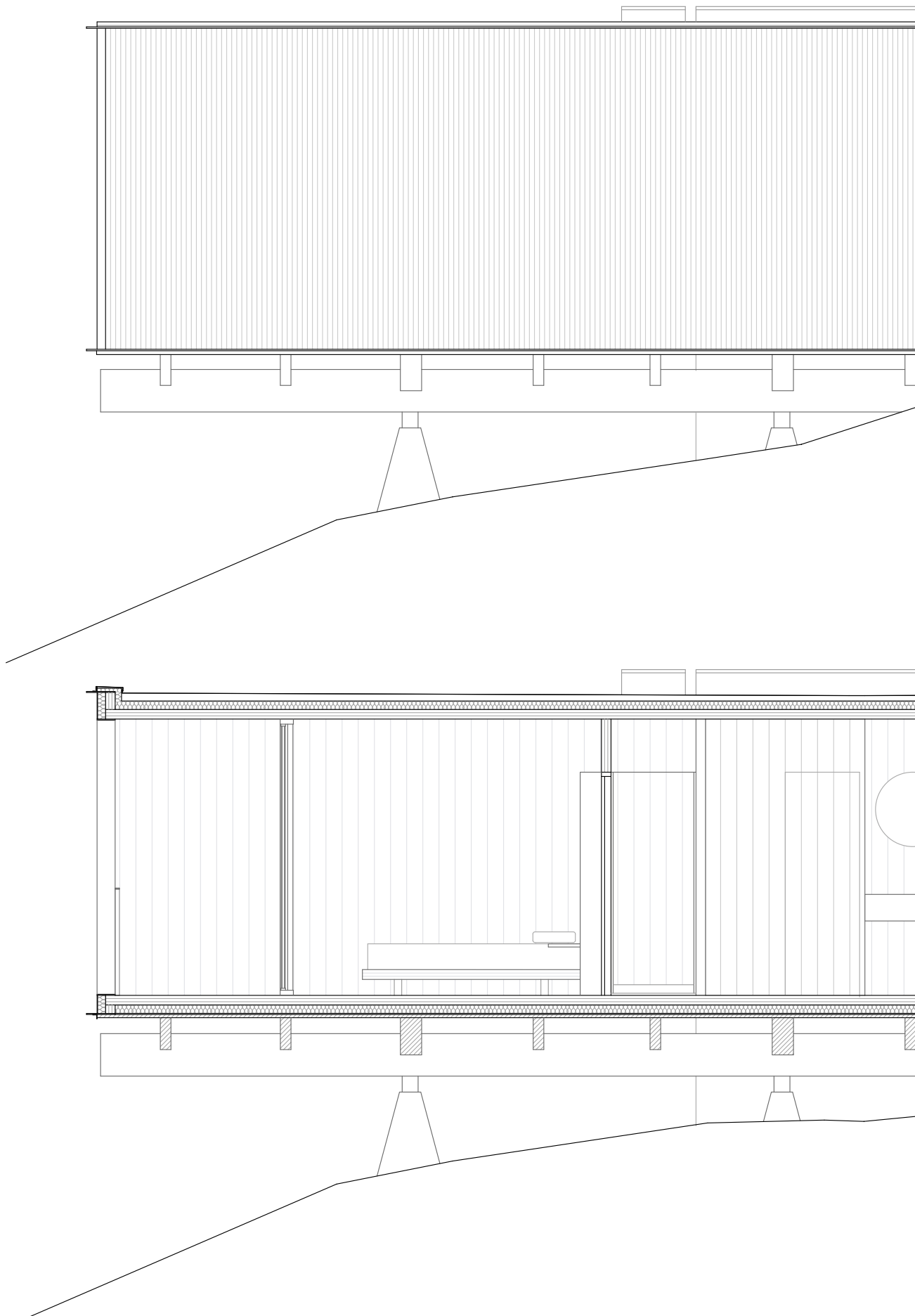


Fig. 67 - PLANTA do alojamento | Escala 1:50





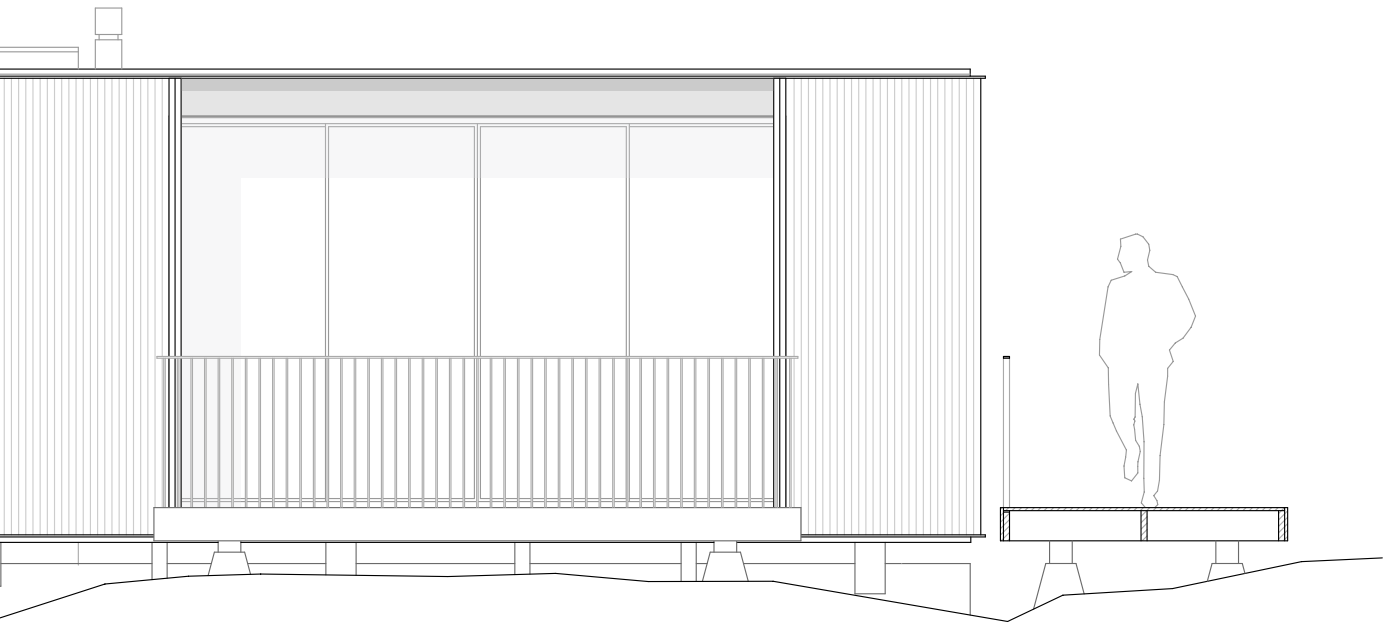


Fig. 68 - ALÇADO AA' | Escala 1:50

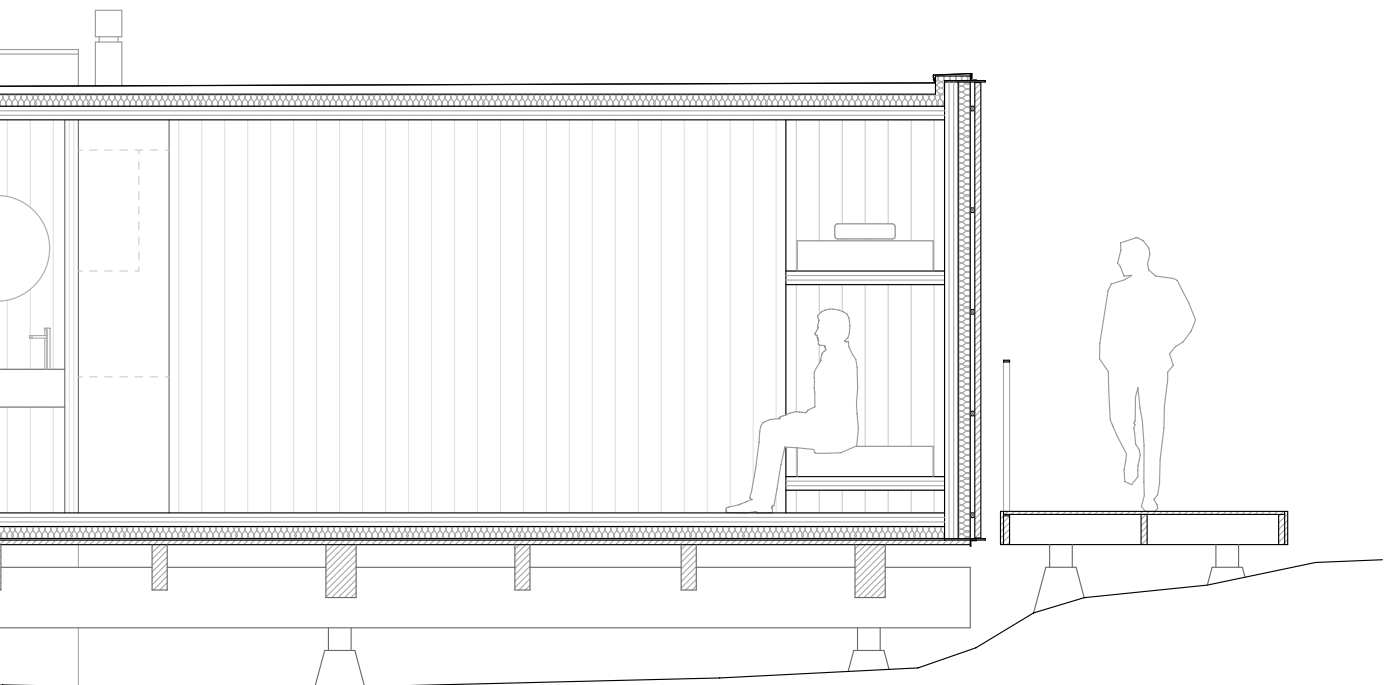
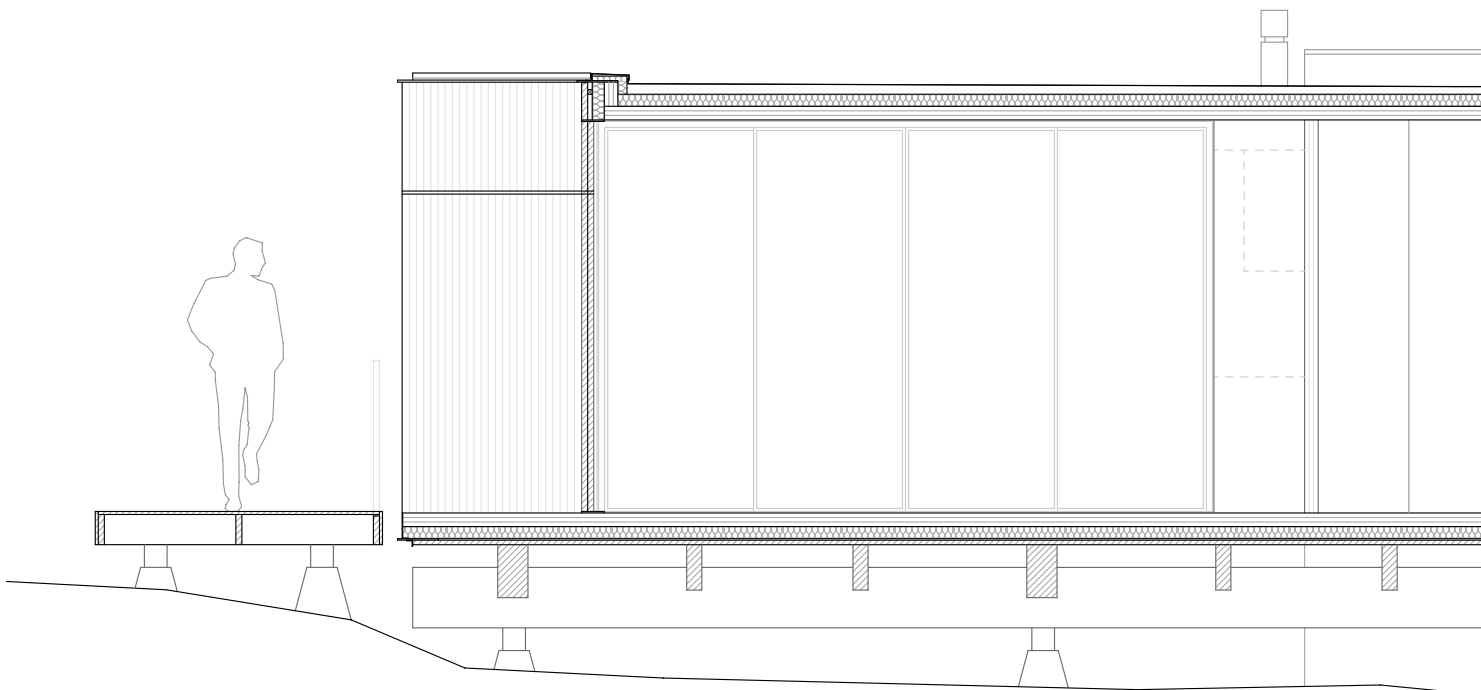
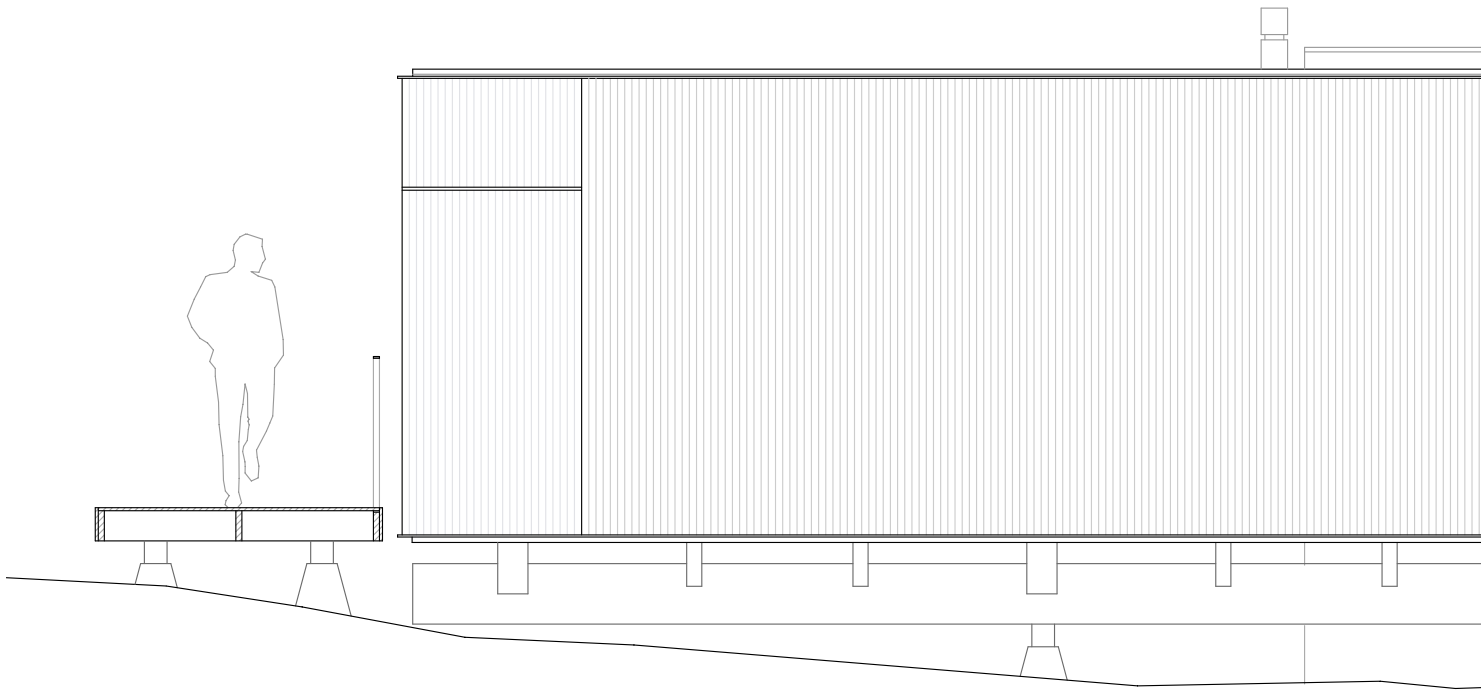


Fig. 69 - CORTE BB' | Escala 1:50



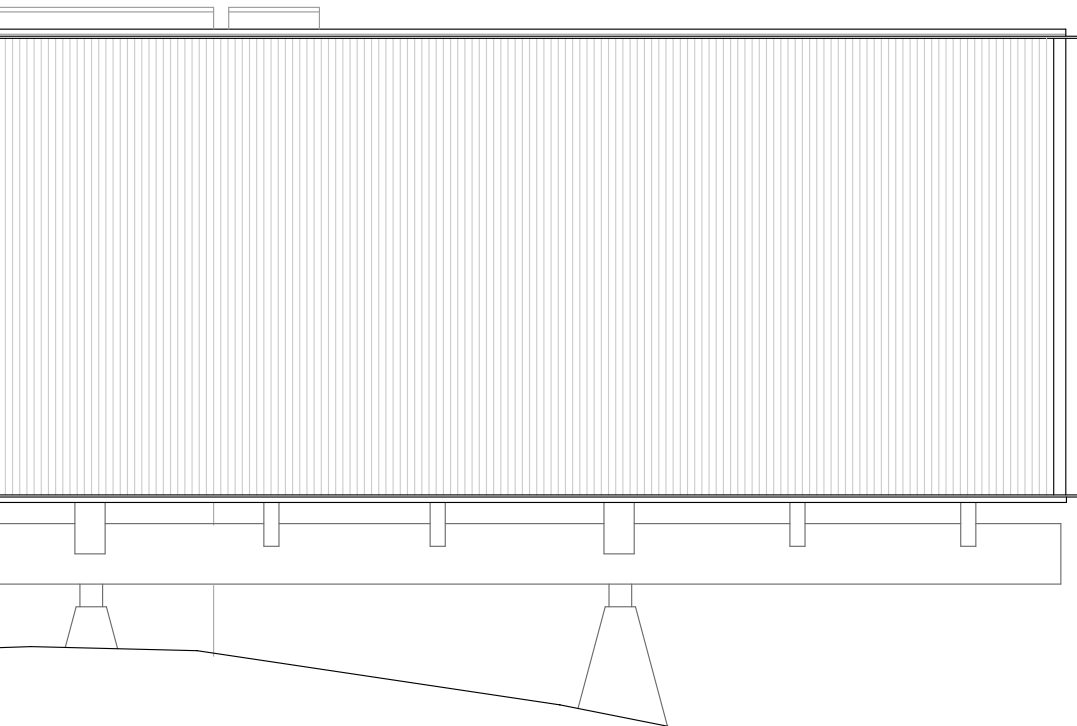


Fig.70 - ALÇADO CC' | Escala 1:50

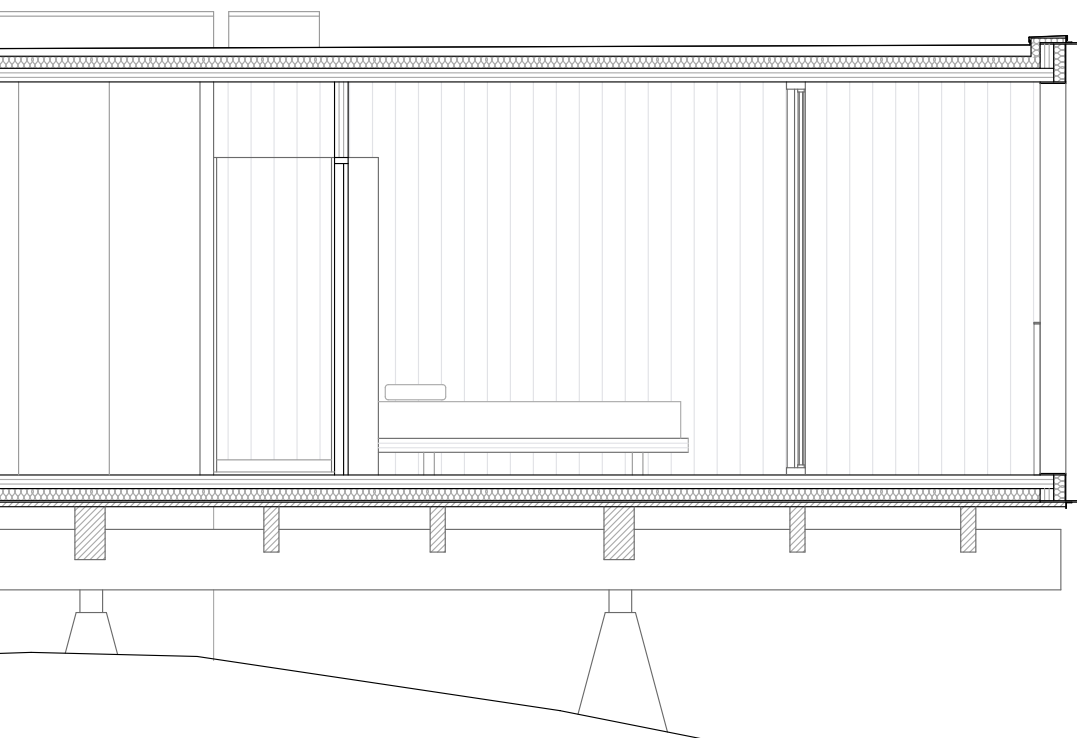


Fig. 71 - CORTE DD' | Escala 1:50

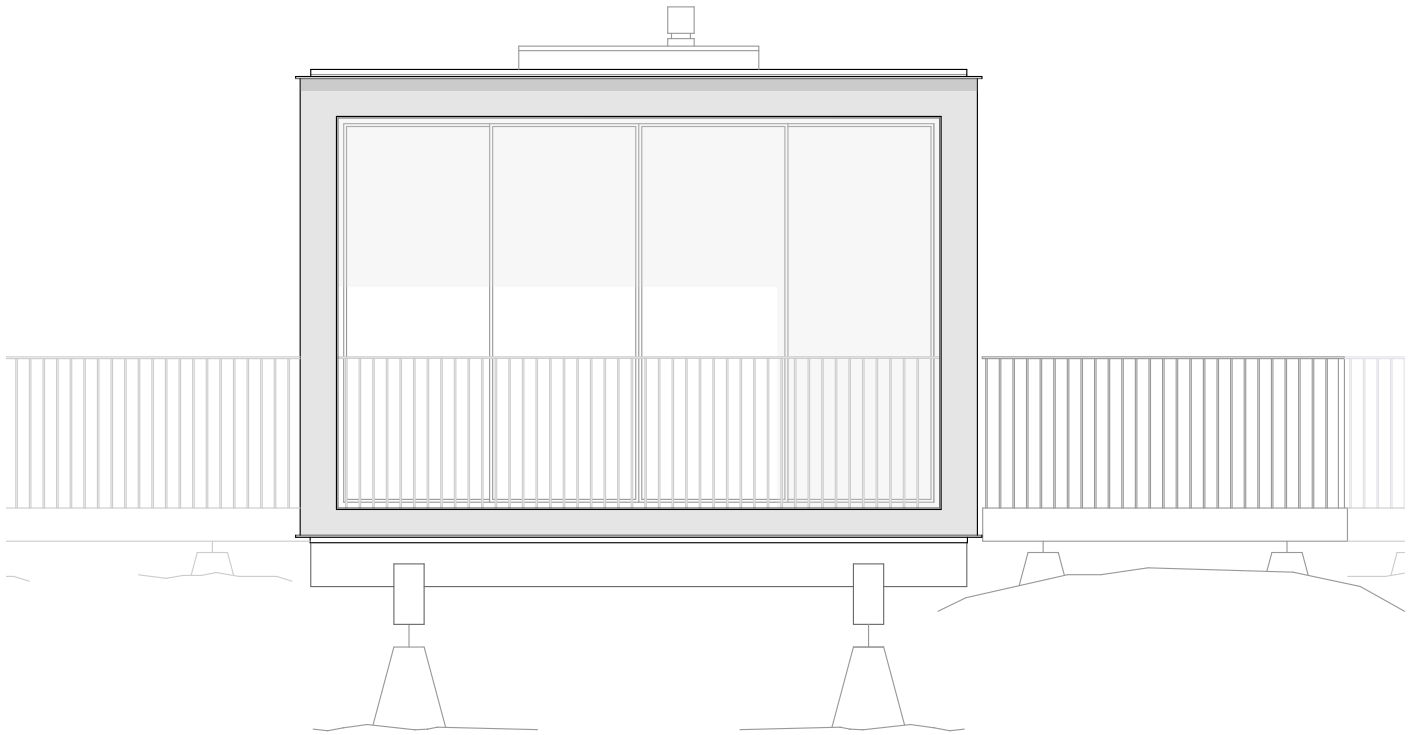


Fig. 72 - ALÇADO EE' | Escala 1:50

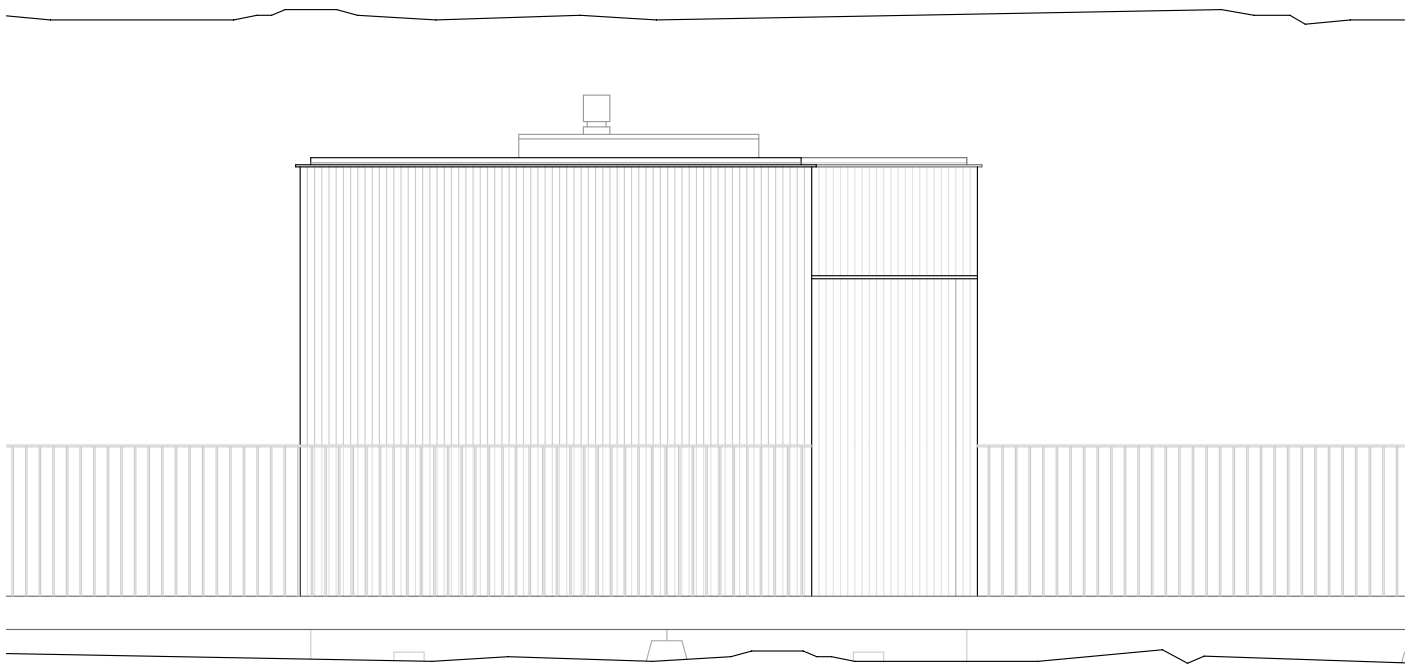


Fig. 73 - ALÇADO FF' | Escala 1:50

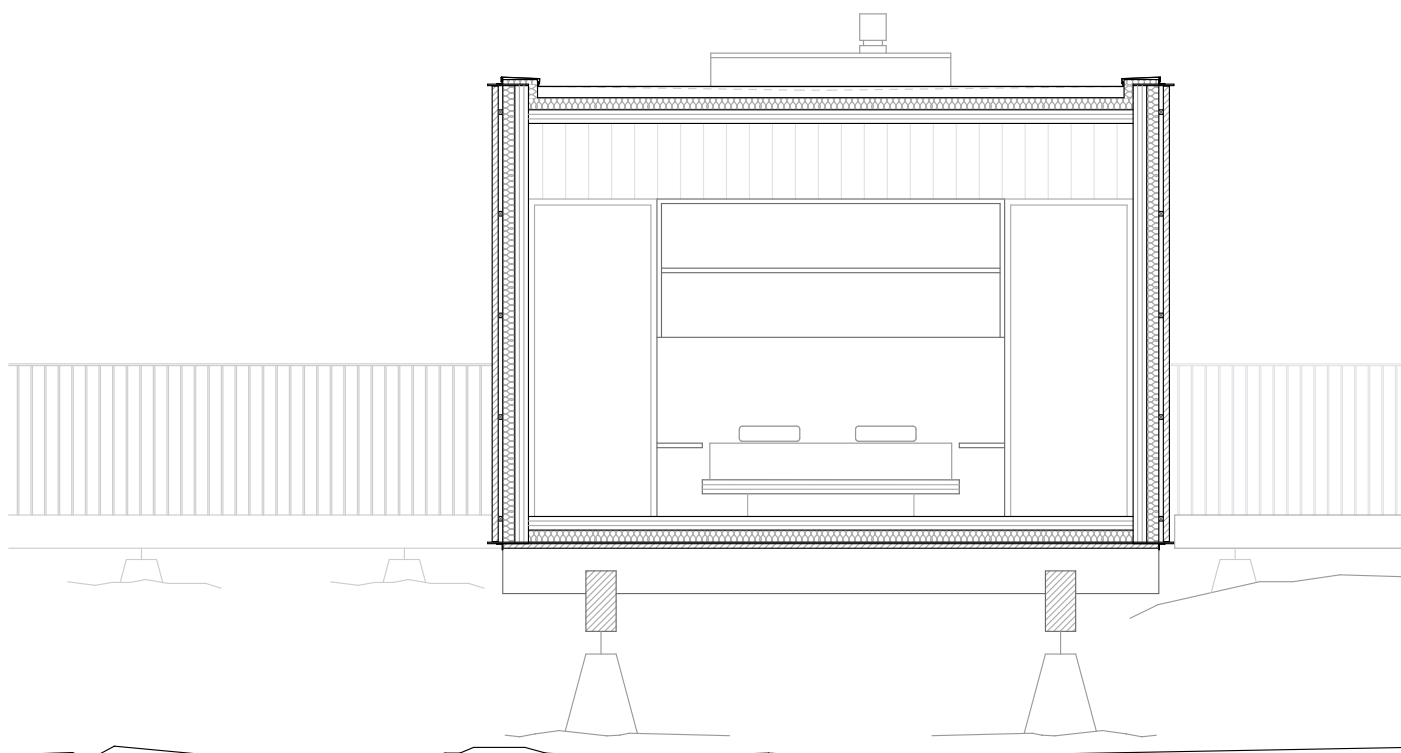


Fig. 74 - CORTE GG' | Escala 1:50

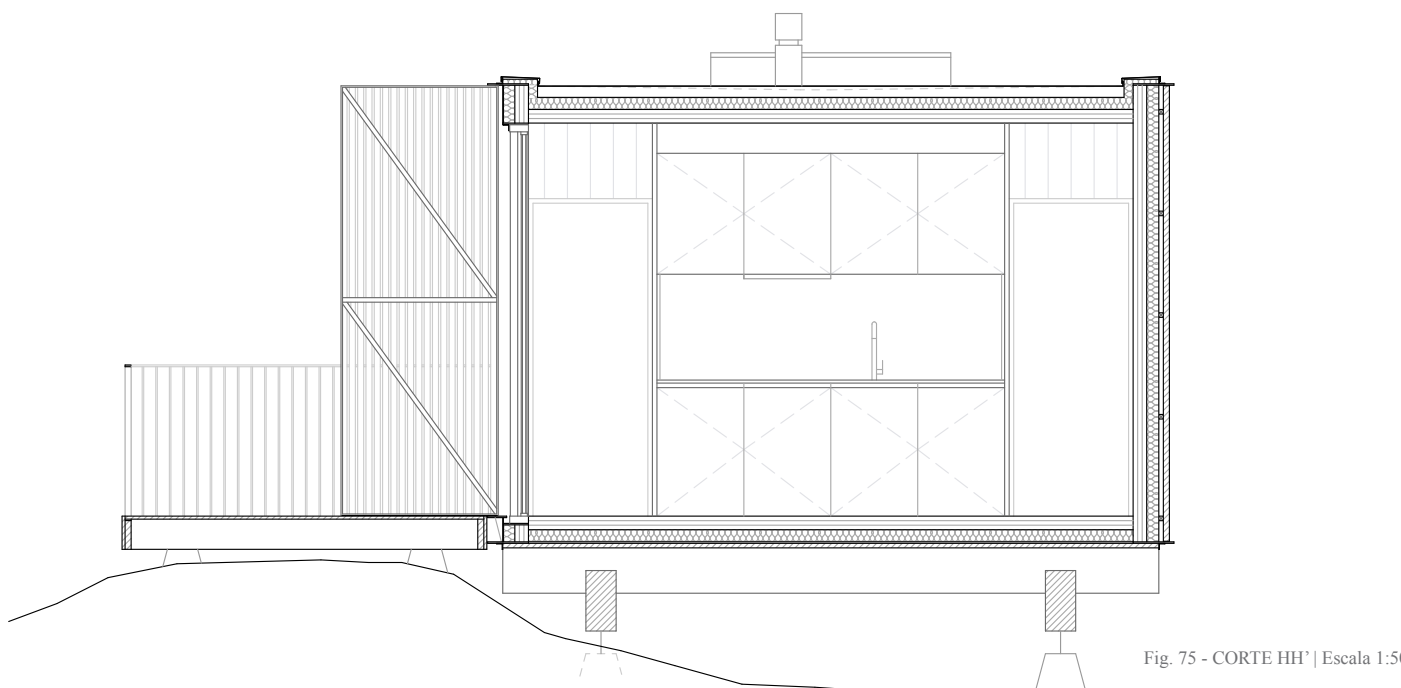


Fig. 75 - CORTE HH' | Escala 1:50

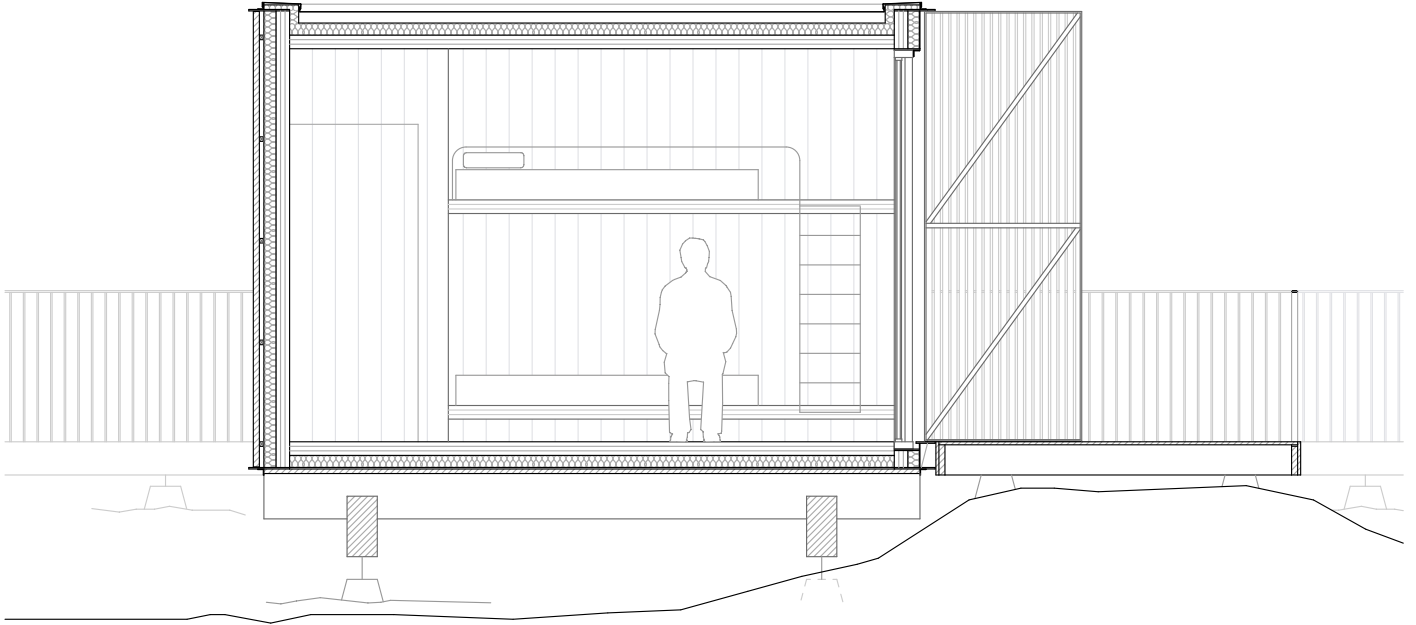


Fig. 76 - CORTE II' | Escala 1:50

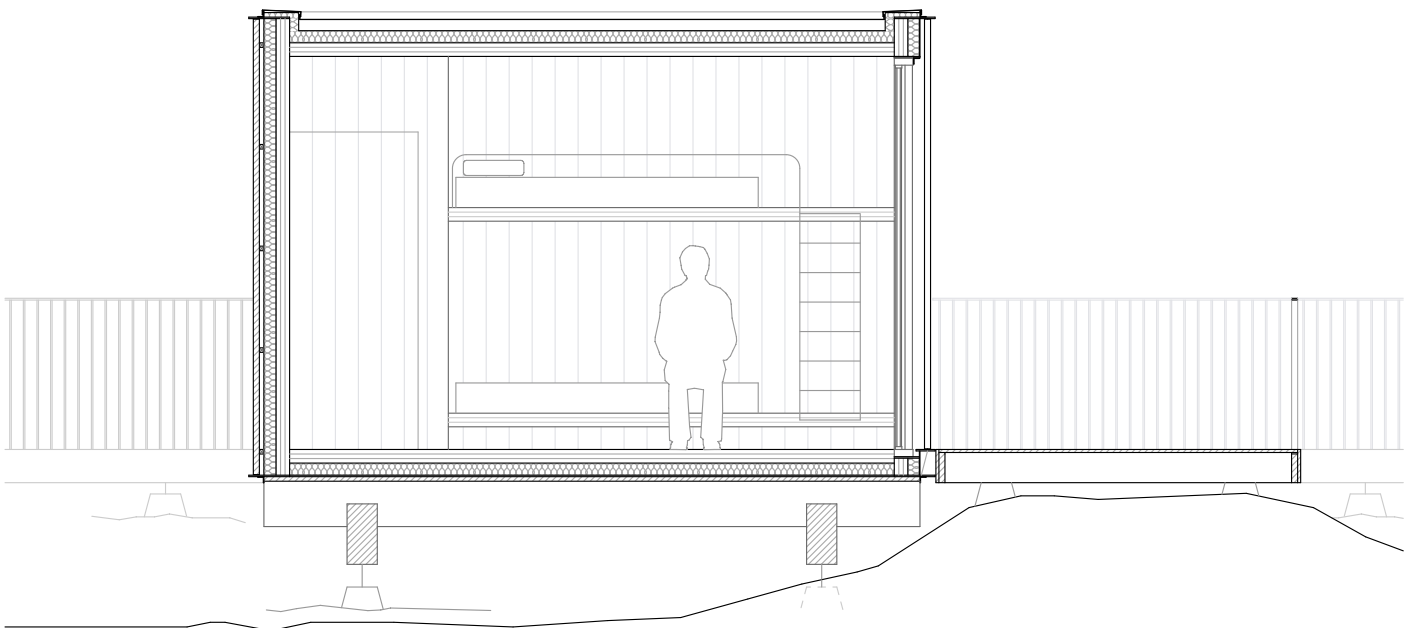


Fig. 77 - CORTE JJ' | Escala 1:50

*É o nosso dever de, nos dias de hoje, através da concepção da arquitectura, dar continuidade ao processo criativo que tem evoluído desde os primórdios da humanidade. Esta arquitectura reacende a relação omnipresente entre as pessoas e a madeira e contribui para um manuseamento respeitoso do mundo natural que nos rodeia.*¹⁰⁸

Tratando-se de um empreendimento de turismo rural, a ideia para a organização interior do alojamento foi o de criar um espaço minimal, simples, intimista e mutável, capaz de servir diversas necessidades, quer se trate de uma estadia curta em casal, ou uma estadia prolongada em família. A ideia foi a de criar unidades individuais que funcionam como um refúgio e que apelam ao silêncio e à conexão com a natureza, pois tal como o arquiteto *Peter Zumthor* afirma, “construir um edifício é pensá-lo a partir do silêncio. Ou seja, fazê-lo calmo, o que hoje em dia é bastante difícil, porque o nosso mundo é tão barulhento.”¹⁰⁹

Deste modo, o espaço interior organiza-se em três momentos distintos. Num primeiro momento, encontra-se a área comum, com uma zona de jantar e uma zona de estar, em que os beliches podem ser usados, não só como sítios para dormir, mas também como lugares de repouso diurnos, demonstrando a versatilidade deste espaço. Neste sentido, o facto de ser possível fechar os módulos de cozinha por intermédio de uma espécie de persiana, reflete mais uma vez a versatilidade do espaço e a capacidade na criação de diferentes ambientes. No centro da composição, surge o segundo momento: um bloco de serviços, com os elementos da casa de banho, módulos de arrumação e uma pequena cozinha de 3 módulos que serve a zona da sala. O terceiro momento, mais privado, trata-se de um quarto com uma cama de casal.

*Na arquitetura retiramos um pedaço do globo terrestre e colocamo-lo numa pequena caixa. E de repente existe um interior e um exterior. Estar dentro e fora.*¹¹⁰

Por outro lado, existem três momentos diferentes no que diz respeito aos espaços exteriores de cada cabana. O primeiro é o momento de entrada, de transição entre os grandes passadiços para o ambiente íntimo da cabana, sendo que este espaço, de apenas 1.20 m por 1.20 m, é coberto por uma pala de vidro e a porta encontra-se integrada nas ripas de madeira. O segundo espaço serve a zona comum do alojamento. Este espaço exterior surge sobre a forma de um deck que permite o acesso, por intermédio de degraus, ao terreno verde. Este espaço funciona como uma extensão do interior para o exterior graças aos caixilhos de correr, contudo esta ligação pode ser cortada por intermédio de portadas, que isolam o interior e que fecham a caixa de ripas de madeira que caracteriza o aspeto exterior da cabana. Por fim, o terceiro momento serve a zona mais privada do alojamento. Esta pequena varanda enquadra a paisagem de todo o terreno da quinta, desde a vista para outras cabanas, até ao curral, às árvores e ao ribeiro.

108. HERZOG, Thomas, *Timber construction manual* / Thomas Herzog...[et.al]. Basileia: Birkhäuser, 2004, p. 24

109. ZUMTHOR, Peter, *Atmosferas: Entornos arquitectónicos - As coisas que me rodeiam*. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, 2006, p. 31

110. Idem, p. 47

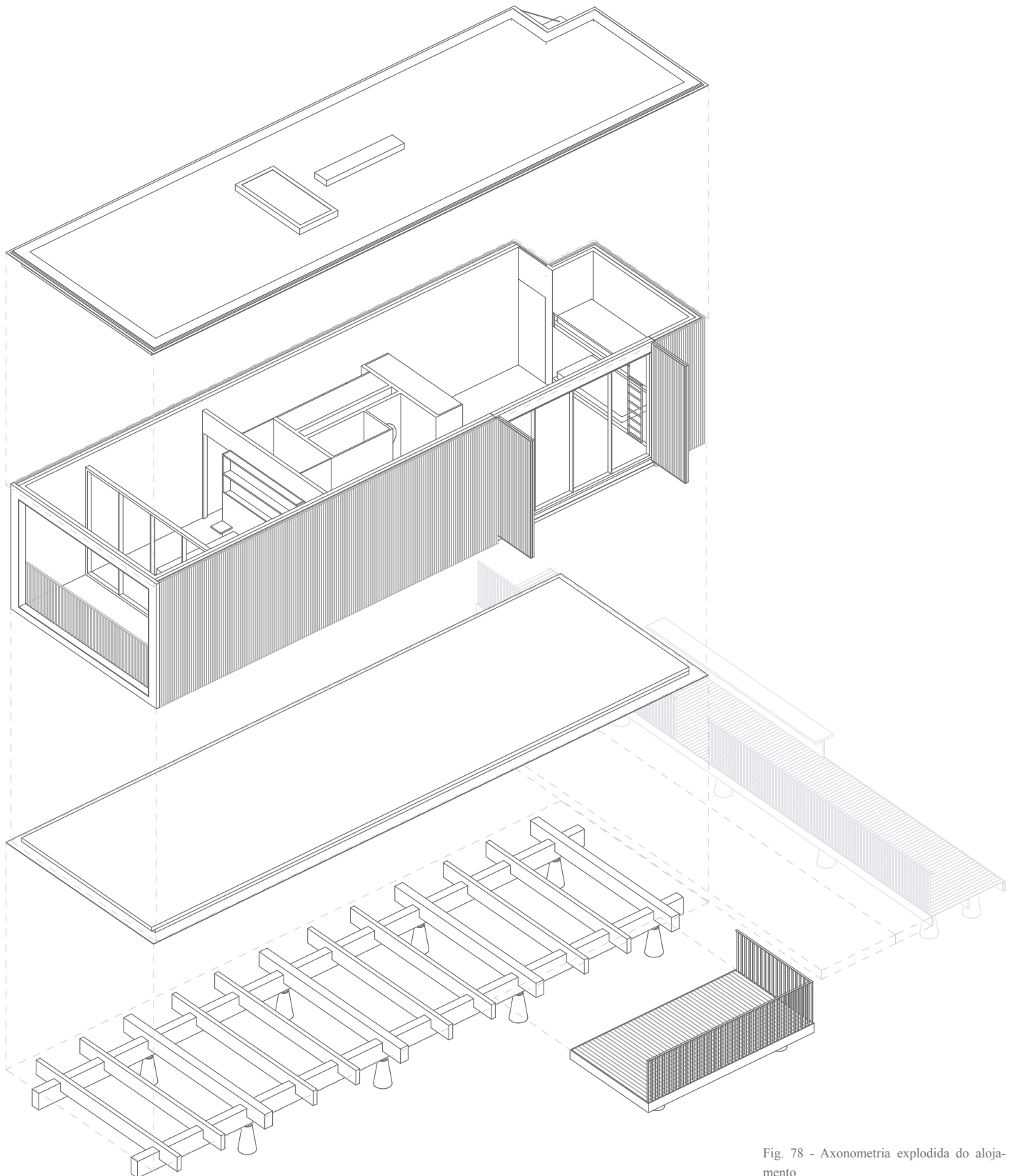


Fig. 78 - Axonometria explodida do alojamento

O CLT COMO MATERIAL CONSTRUTIVO E A MADEIRA ENQUANTO CRIADORA DE AMBIENTES

*Construção é a arte de fazer um todo significativo a partir de muitas partes. Acredito que o verdadeiro cerne de todo trabalho arquitetónico está no ato de construir. No momento em que os materiais são montados e erguidos, a arquitetura que procurávamos torna-se parte do mundo real.*¹¹¹

Colocando o foco sobre a estrutura do alojamento-tipo, deparamo-nos com uma construção quase integralmente em madeira: desde a estrutura que eleva a cabana do terreno, a estrutura secundária do deck, a estrutura da cabana em si, até à materialidade no interior e a forma como a madeira é usada para desenhar o mobiliário, os acabamentos interiores, exteriores e as portadas.

Apoiada em seis calços de betão de secção tronco cónica e consequentemente em perfis metálicos que fazem a transição entre o betão e a madeira, surge a estrutura de suporte da cabana. Esta estrutura é construída com duas grandes vigas de madeira lamelada colada, com uma extensão de 14 ms e uma secção de 40 por 20 cms, seguindo o alinhamento dos apoios de betão, e com vigas transversais, de dimensões menores, colocadas sobre as duas grandes vigas, com entalhes, tal como se sucede com o projeto do *Asahi Kindergarten*. Esta estrutura funciona tal como um estrado que, estando pronta a receber o módulo da cabana em si, separa o mesmo do terreno acidentado e cria uma plataforma nivelada capaz de permitir a colocação da estrutura do alojamento. Por outro lado, a plataforma que funciona como espaço exterior da zona comum, apresenta uma estrutura simplificada, tratando-se de um deck. É, por entre as tábuas de madeira do piso, que surge uma guarda em aço inox.

Por sua vez, a estrutura da cabana em si, que será colocada sobre o estrado estrutural, é concebida em *CLT*. O *CLT* é um dos produtos à base de madeira resultantes da conversão do estado natural da madeira em materiais construtivos especializados e altamente técnicos. Assim, o *CLT* (*cross-laminated timber*) é “um material de construção que compreende pelo menos três camadas de placas coladas ou pranchas feitas de madeira conífera ou caducifólia, com cada camada colocada a 90 graus em relação à próxima.”¹¹², diferenciando-se da madeira lamelada colada cujas laminações são coladas paralelamente, e não perpendicularmente, entre si. Enquanto que a madeira lamelada colada é associada a estruturas porticadas, ou seja pilares e vigas, o *CLT* é usado em estruturas de paredes portantes e lajes. De facto, “o sistema estrutural de construção em painéis é determinado por lajes ou painéis portantes, que são unidos num sistema de ‘laje tectónica’ para formar um conjunto estável.”¹¹³ Assim, “devido à orientação transversal de cada uma das suas camadas longitudinal e transversal, os graus de contração e dilatação da madeira ao nível dos painéis são reduzidos a um mínimo irrelevante, enquanto a carga estática e a estabilidade da forma são consideravelmente melhoradas.”¹¹⁴

111. ZUMTHOR, Peter, *Thinking architecture*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 11

112. S/A, *The CLT Handbook: CLT structures - facts and planning*. Swedish Wood: Estocolmo 2019, p. 16

113. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures - a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 94

114. Exposição de Jorge Calderón entregue no seminário inaugural do programa de divulgação tecnológica *Projetar, fabricar e construir de forma sustentável com um sistema de contraplacado de madeira (CLT)*. Novembro 2017.



Fig. 79 - Pormenor do *CLT*

Fig. 80 - Colocação de uma parede de *CLT* no local

Fig. 81 - Expansão do Hospital de Zug na Suíça, em 1996. A expansão foi realizada através da sobreposição de 35 módulos construídos em *CLT* com dimensões de 3,5m x 16m.



Fig. 82 - Exemplo de uma estrutura em caixa de *CLT* para um projeto do atelier *MAPA Arquitetos*

O entrelaçar de laminações que compõem o *CLT* [fig.79], permitem criar lajes e paredes com alta resistência a forças de tração e compressão e boa rigidez, sendo usados como elementos estruturais. Teoricamente os painéis de *CLT* podem ser estendidos sem limites, sendo as únicas restrições ligadas com aspetos e logísticas de produção e transporte dos produtos. Sabendo que pode ser construído com uma qualquer largura ou comprimento, graças à homogeneização de toda a superfície, “a direção da nossa laje é portanto irrelevante, a nossa laje é isotrópica, ‘indiferente’ à direção em que deve se estender.”¹¹⁵ Esta noção vai, então, contra uma das características naturais da madeira, a sua anisotropia. De facto, com o *CLT*, as propriedades mecânicas do material já não estão dependentes da direção das suas fibras, sendo que estamos perante uma enorme placa cujas capacidades estruturais e mecânicas se espalham em todas as direções. Isto verifica-se, por um lado graças à composição do material em si, ou seja, graças à colagem de diferentes laminações perpendiculares, e por outro lado graças a todo processo de transformação da madeira desde o seu estado natural, até ao estado industrializado e onde as irregularidades da madeira natural são diminuídos e não exercem quase qualquer influência no produto estrutural final. A isotropia dos painéis de *CLT* permite a criação de múltiplas aberturas em qualquer sítio da estrutura [fig.80], graças à grande resistência e flexibilidade do sistema de distribuição de forças. De facto, “a estrutura em grade de elementos de suporte regularmente espaçados, tão típica da construção tradicional de madeira, é agora supérflua e as aberturas podem ser cortadas em quase qualquer lugar da superfície.”¹¹⁶

Entre outras características do *CLT* é necessário ressaltar que este material, tal como a madeira lamelada colada, apresenta, em comparação com o betão, índices de resistência ao fogo mais elevados, e “em relação ao seu próprio peso, os painéis *CLT* apresentam uma capacidade de carga estrutural superior à da maioria dos outros materiais de construção.”¹¹⁷ Em comparação com outros materiais apresenta excelentes propriedades acústicas e térmicas, no que diz respeito ao isolamento e na anulação de pontes térmicas.

Sendo cuidadosamente construídos em fábrica [fig.82], evidenciam processos industrializados e de grande pré-fabricação, e “as estruturas *CLT* caracterizam-se pela montagem rápida e simples de unidades pré-fabricadas. Os componentes podem ser unidos usando métodos simples e tradicionais, como pregar e aparafusar.”¹¹⁸ Assim, estas estruturas permitem um menor tempo de obra e uma gestão de recursos conscienciosa, sendo facilmente transportados e colocados no local [fig.81]. É, também, um material sustentável e proveniente de recursos naturais. O *CLT* permite uma grande flexibilidade e liberdade nas decisões a tomar sobre o projeto, desde a sua forma até à sua estrutura, uma vez que a secção transversal pode assumir qualquer forma, e a geometria do painel pode ser variada, mesmo dobrada numa curva plana, existindo, assim, amplas oportunidades para utilizar a madeira de uma nova forma.¹¹⁹

115. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 94

116. Idem, p. 94

117. S/A, *The CLT Handbook: CLT structures - facts and planning*. Swedish Wood: Estocolmo 2019, p. 11

118. Idem, p. 9

119. Idem, p. 11

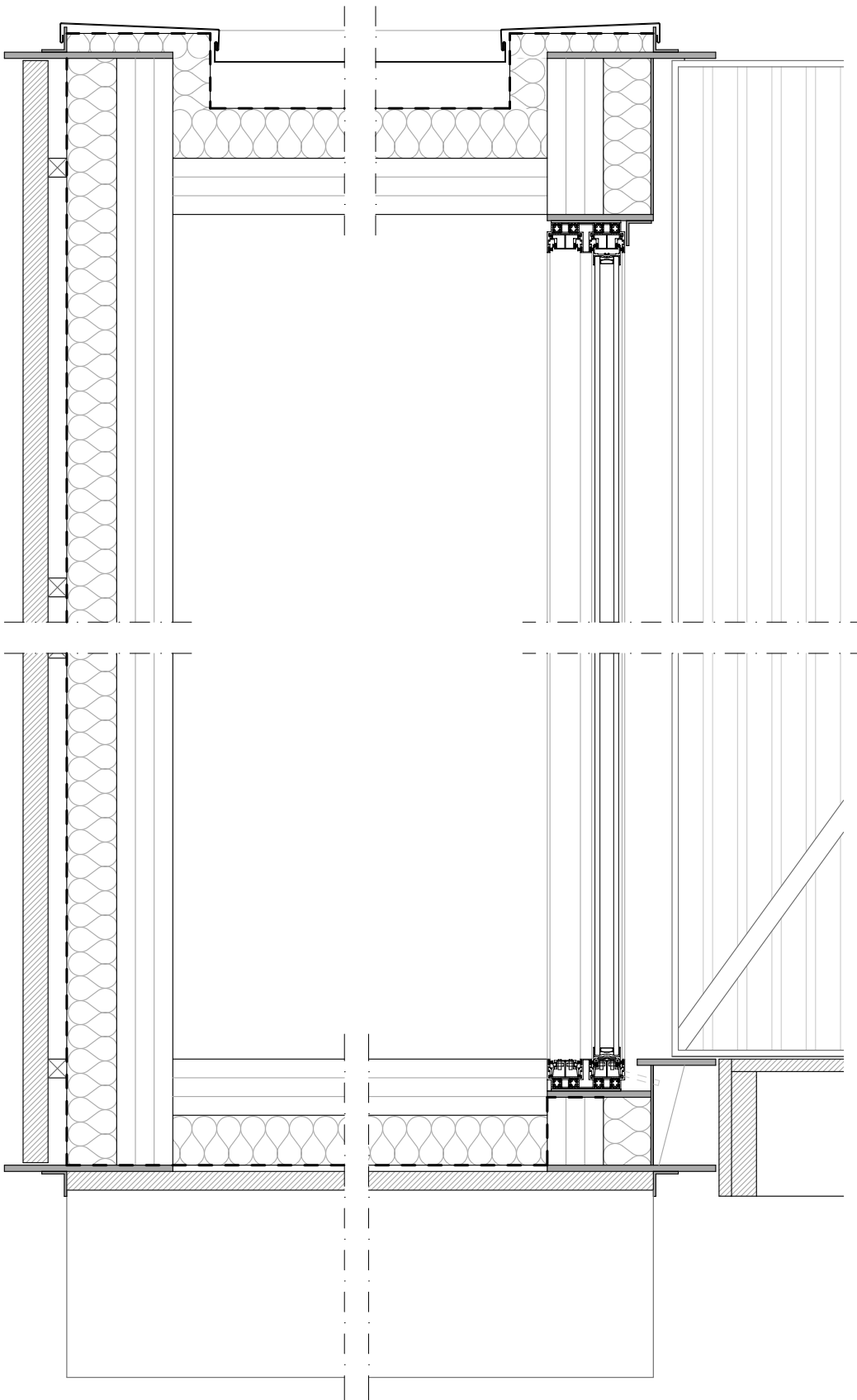


Fig. 83 - CORTE CONSTRUTIVO | Escala
1:10

*Lajes tectónicas e placas de paredes finas comportam-se, em tamanho real, como caixas de cartão, como se um modelo de cartão do tamanho de um edifício real tivesse que ser transportado.*¹²⁰

Esta ideia de uma caixa estrutural transporta-nos de volta ao projeto para Vila Nova de Cerveira. De facto, a ideia foi a de criar uma caixa estrutural em *CLT* que seria colocada sobre o estrado estrutural mencionado previamente. Sabendo que os painéis *CLT* podem atingir dimensões que rondam os 4,80 m de altura e 30 m de comprimento, com espessuras em torno de 60 a 500 mm, estas dimensões permitiram projetar um volume “que compreende conjuntos planos de painéis pré-fabricados com cortes precisos para janelas, portas e instalações, que são então montados no local da obra”¹²¹, e que apresenta uma estrutura de 14 m de comprimento, por 4,20 m de largura, 3 m de altura e uma espessura de 90 mm. Assim, a produção industrial e de alta precisão em fábrica, é complementada com uma montagem rápida dos elementos no terreno.

Esta “caixa” é envolta em isolamento térmico no exterior, seguindo-se a tela de impermeabilização e a estrutura que sustenta o acabamento final de ripas de madeira. Como se sabe, “a arquitetura enfrenta sempre o desafio de desenvolver o todo a partir de inúmeros detalhes, de diversas funções e formas, materiais e dimensões. O arquitecto deve procurar construções e formas racionais para arestas e juntas, para os pontos onde as superfícies se cruzam e os diferentes materiais se encontram.”¹²² De facto, os detalhes são fundamentais na compreensão do todo do qual são parte integrante, e, neste caso, diferentes perfis metálicos constroem os detalhes que fazem os acabamentos superiores e inferiores das paredes no exterior que contornam todo o volume, os encontros entre o *CLT* e as janelas, o sistema de suporte das portadas, o desenho da fachada frontal e da interseção entre esta e as duas fachadas laterais. Enquanto que a cobertura é finalizada com zinco no exterior, no que diz respeito ao interior da cabana manteve-se o *CLT* como material de acabamento das paredes, pavimentos, tetos e também do mobiliário feito à medida para os espaços.

Assim, é possível entender que as qualidades do projeto “devem fundir-se e misturar-se com a estrutura construtiva e formal do edifício acabado. Forma e construção, aparência e função não estão mais separadas. Eles pertencem um ao outro e formam um todo.”¹²³, criando uma simbiose entre forma e construção.

120. DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 78

121. Idem, p. 95

122. ZUMTHOR, Peter, *Thinking architecture*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 15

123. Idem, p. 26

*Cada experiência de contacto com a arquitetura é multi-sensorial; as qualidades do espaço, da matéria e da escala são medidas igualmente pelos olhos, ouvidos, nariz, pele, língua, esqueleto e músculos. A arquitetura reforça a experiência existencial, o sentido de estar no mundo, e esta é essencialmente uma experiência reforçada do eu.*¹²⁴

Um dos desafios da arquitetura prende-se com a sua importância no desenvolvimento do eu e da relação dessa entidade com o mundo que a rodeia. De facto, “a arquitetura articula a experiência de estar no mundo e reforça o nosso sentido da realidade e do eu; não nos faz habitar mundos de mera invenção e fantasia.”¹²⁵ Todos os sentidos, como a visão, o cheiro e o tato, estão intimamente ligados com a forma como percebemos e experimentamos a arquitetura, bem como os ambientes e atmosferas criados por ela mesma. Através dos sentidos sentimos as texturas, o calor, o frio... sentimos na nossa pele, sentimos através do olhar e através do cheiro. Espaços iluminados, espaços escuros, espaços pequenos, espaços grandes, todos os diferentes ambientes criam diferentes sensações e sentimentos em quem os percorre. A dimensão temporal é, também ela, fundamental na percepção dos espaços, já que “a arquitetura é certamente uma arte espacial, é o que se diz, mas a arquitetura também é uma arte temporal. Não a vivo apenas num segundo.”¹²⁶

É nesta dimensão sensorial da arquitetura, que a materialidade ganha destaque. Sobre a importância dos materiais na arquitetura, *Peter Zumthor* reflete: “Acredito que podem assumir uma qualidade poética no contexto de um objeto arquitetónico, embora apenas se o arquiteto for capaz de gerar uma situação significativa para eles, uma vez que os materiais em si mesmos não são poéticos.”¹²⁷ De facto, diferentes materiais apresentam diferentes aspetos técnicos e até estruturais, sendo que a sua tangibilidade, cheiro e qualidades acústicas são apenas características intrínsecas de cada material. Assim, é preciso saber extrair dos materiais o seu propósito para uma dada arquitetura.

Sabendo que estamos perante um mundo cada vez mais industrializado e tecnológico, as questões relacionadas com os materiais ganham ainda mais relevo. Efetivamente, “A atual ênfase excessiva nas dimensões intelectuais e conceptuais da arquitetura contribui para o desaparecimento da sua essência física, sensual e corporificada.”¹²⁸ Os materiais industrializados e produzidos em série parecem alimentar esta noção, enquanto que os materiais naturais, como a pedra, o tijolo e a madeira “permitem que a nossa visão penetre nas suas superfícies e nos convença da variedade da matéria. Os materiais naturais exprimem a sua idade e história, bem como a história das suas origens e a história da sua utilização humana.”¹²⁹

124. PALLASMAA, Juhani, *Eyes of the skin: architecture and the senses*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005, p. 41

125. Idem, p. 11

126. ZUMTHOR, Peter, *Atmosferas: Entornos arquitectónicos - As coisas que me rodeiam*. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, 2006, p. 43

127. ZUMTHOR, Peter, *Thinking architecture*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 10

128. PALLASMAA, Juhani, *Eyes of the skin: architecture and the senses*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005, p. 33

129. Idem, p. 31

É entre estas noções que surge o *CLT* e as restantes madeiras engenheiradas. Apesar de serem materiais industriais, altamente especializados e tecnológicos, que procuram resolver problemas e criar estruturas livres dos entraves da construção em madeira maciça tradicional, continuam a evidenciar as qualidades táteis, olfativas, visuais e sensoriais da madeira.

Regressando ao interior dos alojamentos na Quinta das Laranjeiras, é possível entender a importância da madeira, não só como material estrutural, mas também como criadora de ambientes. De facto, procurou-se manter a aparência natural da madeira em todo o interior, desde as paredes, tetos e pavimentos em *CLT*, até a todo o mobiliário, dotando o espaço de um carácter intimista, minimal e de grande relação com a natureza. Assim, graças às propriedades sensoriais da madeira, criaram-se espaços confortáveis ao toque. Este sentido é deveras importante, uma vez que “o tato é o modo sensorial que integra a nossa experiência do mundo com a nossa própria experiência. Mesmo as percepções visuais são fundidas e integradas no contínuo háptico do eu.”¹³⁰ Devido ao seu carácter natural e a toda a sua importância no desenvolvimento do ser humano em diferentes áreas, a madeira é um material que promove uma relação estreita entre o indivíduo e a arquitetura, é um material capaz de criar espaços onde o indivíduo se sente verdadeiramente confortável.

No desenho dos interiores, o arquiteto finlandês *Alvar Aalto*, procurava criar espaços que exaltavam o indivíduo, os seus sentidos, vontades e necessidades. Para *Aalto*, a arquitetura não se tratava de um exercício de encontrar formas puras e espaços e edifícios visualmente estéticos, mas sim um exercício de procura de respostas para a criação de espaços e experiências agradáveis aos seus utilizadores, criando uma relação íntima do indivíduo com a arquitetura em que se insere. Foram estes princípios, de uma arquitetura conectada ao utilizador e humanista, que se procuraram alcançar no interior dos alojamentos na Quinta das Laranjeiras ao desenhar todo o mobiliário próprio para o espaço e ao escolher a madeira como material para os mesmos. Tal como se sucede com a arquitetura de *Alvar Aalto*, procurou-se provocar no espaço uma série de “texturas, superfícies e detalhes elaborados, criados para a mão, que convidam o sentido do tato e criam uma atmosfera de intimidade e calor.”¹³¹

130. PALLASMAA, Juhani, *Eyes of the skin: architecture and the senses*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005, p. 11

131. Idem, p. 71

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após um período de *Erasmus* na Suíça, na *École Polytechnique Fédérale de Lausanne*, onde o contacto direto com a madeira foi diário e intenso, a vontade de adensar e criar um estudo em torno desta materialidade tornou-se evidente. A presente dissertação surge, então, como uma oportunidade para consolidar e aprofundar temáticas levantadas ao longo do percurso académico, como também, propor e estudar novos temas relacionados com a madeira enquanto material.

O primeiro capítulo teve como objetivo primordial construir um entendimento sobre o material em estudo - a *madeira*. Foi fundamental entender, de um ponto de vista mais teórico e através de um discurso referenciado, quais as propriedades da madeira enquanto recurso natural, e quais dessas idiossincrasias tornam a madeira, enquanto material construtivo, num elemento único. Por outro lado, foi, também, indispensável criar uma investigação em torno dos chamados produtos derivados da madeira, como a *Glulam* e o *CLT*, procurando criar bases de compreensão para aplicar no momento de *Projetar*.

O segundo capítulo revelou-se como um passeio pelas memórias académicas. Foi neste momento da dissertação que foram apresentados diversos projetos e desafios lançados aquando da realização de diferentes unidades curriculares, quer em Portugal como na Suíça. Projetos como a *Tower House*, o *Asahi Kindergarten* e o Projeto final para *Burtigny*, revelaram-se fundamentais na exploração de diferentes métodos construtivos em madeira, permitindo uma construção de uma lista de projetos e trabalhos capazes de representar diferentes formas de atuar com a madeira na *Arquitetura* e na *Construção*. Esta fase, fortemente apoiada na experimentação, traduz-se no conjunto de modelos criados com a madeira apresentados ao longo do capítulo, e atuam como um complemento da informação teórica apresentada anteriormente.

Por último, como um exercício síntese do estudo ora teórico, ora visual, ora baseado em memórias, anteriormente realizado, propôs-se um exercício prático para Vila Nova de Cerveira, capaz de entender e interpretar todas as informações aprendidas nos momentos anteriores, tendo em vista a criação e o aprofundar de um projeto onde o *CLT* surge como o material derivado da madeira em foco.

Estas considerações finais não pretendem encerrar a investigação levada a cabo durante o percurso académico e aprofundada neste momento pela presente dissertação, uma vez que o trabalho de investigação, aliado ao revisitar de memórias de outros anos e colmatadas com o desenvolvimento de um projeto, não propõem um encerramento das temáticas relacionadas com a construção em madeira. Inclusive, o projeto para a Quinta das Laranjeiras pode ser visto como uma nova rampa de lançamento para o adensar de uma investigação que se pretende que se encontre presente para além da vida académica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978
- AMARO, Rui Alexandre Santos, *Construção pré-fabricada em madeira para reservas naturais: um empreendimento de Turismo de Natureza na Ilha da Fuzeta (Armona)*. Portimão: Instituto superior Manuel Teixeira Gomes, 2016
- BLASER, Werner, *Wood Pioneer Architecture: Masterpieces of the last 100 years*. Weiningen-Zurich: Waser Verlag, 1995
- CACHIM, Paulo Barreto, *Construção em Madeira - a Madeira como Material de Construção*. 2ªed. Porto: Publindústria, 2014
- CARVALHO, Albino de, *Madeiras portuguesas: estrutura anatómica: propriedades: utilizações*. Lisboa: Instituto Florestal, 1996
- DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005
- HERZOG, Thomas, *Timber construction manual / Thomas Herzog...[et.al]*. Basileia: Birkhäuser, 2004
- INGOLD, Tim, *The textility of making*. Em: Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, 2010
- KNIGHT, John, *The second life of trees: family forestry in upland Japan*. Em: RIVAL Laura, *The Social Life of Trees: Anthropological Perspectives on Tree Symbolism*. Universidade de Oxford, 1998
- PALLASMAA, Juhani, *Eyes of the skin: architecture and the senses*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005
- PEREIRA, Benjamim, *Sistemas de serração de madeiras: tecnologia tradicional portuguesa*. Lisboa: I.N.I.C., 1990
- ROCHA, J. Marques, *Vila Nova de Cerveira de ontem e de hoje*. Braga: s.n. , 1994
- ROSA, Margarida Norton Sousa, *Uma casa de gerações: projeto de uma casa de férias em Vila Nova de Cerveira*. Porto: Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, 2018
- RUSKE, Wolfgang, *Timber construction for trade, industry, administration - basics and projects*. Basileia: Birkhäuser, 2004
- S/A, *The CLT Handbook: CLT structures - facts and planning*. Swedish Wood: Estocolmo 2019
- SHERMAN, Thomas e LOGAN, Greg, *Tezuka Architects: The yellow book*. Jovis, 2016
- STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006
- ZUMTHOR, Peter, *Atmosferas: Entornos arquitectónicos - As coisas que me rodeiam*. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, 2006

- ZUMTHOR, Peter, *Thinking architecture*. Basileia: Birkhäuser, 2006

Memória descritiva disponibilizada pelos arquitetos

- Bearth & Deplazes, *Credits & Text Williman-Lötscher House*. CH-7127 Sevgein, 1998

Brochuras da EPFL

- Studio Assemble, *Presentation brief: Assemble material*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22
- Studio Assemble, *brief 2.0 Precedents Study*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22
- Studio Assemble, *brief 3.0 A hall for Burtigny*. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

Webgrafia

- Casa Nova Eco, *Construções em madeira*. Consultado em: <https://www.casanovaeco.pt/eml-estruturas-madeira-lamelada> [Consultado em: 20-06-2023]
- Catálogo da empresa de construção Globaldis, *Madeiras Estruturais*. Janeiro de 2022, p. 4. Disponível em: https://www.globaldis.pt/files/files/catalog/globaldis-catalogo-madeiras_estrut-2022.pdf [Consultado em: 15-06-2023]
- CRUDELI, Andrea, *Continuity in Architecture: a conversation with Takaharu Tezuka*. Junho 2017. Disponível em : <https://www.centoventigrammi.it/takaharu-tezuka-interview/> [Consultado em: 25-08-2023]
- Exposição de Jorge Calderón entregue no seminário inaugural do programa de divulgação tecnológica *Projetar, fabricar e construir de forma sustentável com um sistema de contraplacado de madeira (CLT)*. Novembro 2017. Disponível em: https://youtu.be/YY7fMsRS1q8?si=dg9JqYYZF7Rej_I9 [Consultado em: 09-10-2023]
- Site oficial do Studio Assemble. Disponível em: <https://assemblestudio.co.uk/about> . [Consultado em: 11-05-2023]
- Swedish Wood, *Wood magazine- Issue 1*, 2018. Disponível em: <https://www.swedishwood.com/publications/wood-magazine/2018-1/kindergarten-from-400-year-old-cedars/> [Consultado em: 22-07-2023]
- TEZUKA, Takaharu, 2015. *Inside the world's best kindergarten*. TED [Online]. <https://ideas.ted.com/inside-the-worlds-bestkindergarten/> [Consultado em: 19-05-2023]
- TEZUKA, Takaharu, *Takaharu Tezuka: The best kindergarten you've ever seen*. [Vídeo Online] Setembro 2014. Disponível em: https://www.ted.com/talks/takaharu_tezuka_the_best_kindergarten_you_ve_ever_seen#t-102761 [Consultado em: 05-09-2023]

CRÉDITOS ICONOGRÁFICOS

PARTE I

Fig. 1 - Fotografia do autor

Fig. 2 - https://br.freepik.com/psd-premium/fatia-de-toco-de-arvore-isolada-e-fundo-transparente-png-psd_49212837.htm

Fig. 3 - AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 48

Fig. 4 - AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 48

Fig. 5 - AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 48

Fig. 6 - AAVV, *La Madera*. Barcelona: Editorial Blume, 1978. p. 48

Fig. 7 - STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p.106 e 107

Fig. 8 - STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p.116

Fig. 9 - STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 118

Fig. 10 - <https://www.hcd.ch/de/eisstadion-davos/geschichte-des-eisstadion-davos>

Fig. 11 - Fotografia do autor

Fig. 12 - Fotografia do autor

Fig. 13 - Fotografia do autor

Fig. 14 - <https://www.nordicclt.com/glulam>

Fig. 15 - S/A, *The CLT Handbook: CLT structures - facts and planning*. Swedish Wood: Estocolmo 2019, p. 17

Fig. 16 - <https://www.artmajeur.com/sola/fr/artworks/8336719/foret-de-burtigny>

PARTE II

Fig. 17 - Fotografia disponibilizados pelo atelier de arquitetura *Bearth & Deplazes*

Fig. 18 - <https://archimapper.com/item/bearth-deplazes-house-in-sevgein/>

Fig. 19 - <https://ofhouses.com/post/669251997530308608/942-valentin-bearth-andrea-de-plazes>

Fig. 20 - Plantas, alçados e cortes disponibilizados pelo atelier de arquitetura *Bearth & Deplazes*

Fig. 21 - <https://ofhouses.com/post/669251997530308608/942-valentin-bearth-andrea-de-plazes>

Fig. 22 - DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 99

Fig. 23 - DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 99

Fig. 24 - DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 99

Fig. 25 - Fotografias do autor

Fig. 26 - <https://assemblestudio.co.uk/projects/the-cineroleum>

Fig. 27 - <https://assemblestudio.co.uk/projects/the-cineroleum>

Fig. 28 - Fotografia do autor

Fig. 29 - Fotografia do autor

Fig. 30 - Studio Assemble, brief 2.0 Precedents Study. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

Fig. 31 - Studio Assemble, brief 2.0 Precedents Study. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

Fig. 32 - Studio Assemble, brief 2.0 Precedents Study. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

Fig. 33 - Studio Assemble, brief 2.0 Precedents Study. EPFL, primeiro semestre de 2021/22

Fig. 34 - <https://www.theplan.it/eng/magazine/2014/the-plan-074-05-2014/asahi-kindergarten>

Fig. 35 - <https://www.archilovers.com/projects/91645/asahi-kindergarten.html>

Fig. 36 - <https://www10.aecafe.com/blogs/arch-showcase/2017/10/24/asahi-kindergarten-phase-i-phase-ii-in-tohoku-japan-by-tezuka-architects/>

Fig. 37 - <https://www.archdaily.com.br/br/882582/jardim-de-infancia-asahi-fase-i-and-fase-ii-tezuka-architects>

Fig. 38 - <http://www.tezuka-arch.com/english/works/education/asahiyochien-extention/>

Fig. 39 - <http://www.tezuka-arch.com/english/works/education/asahiyochien-extention/>

Fig. 40 - Fotografia do autor

Fig. 41 - Fotografia do autor

Fig. 42 - Fotografia do autor

Fig. 43 - Fotografia do autor

Fig. 44 - Desenho do autor

Fig. 45 - Desenho do autor

Fig. 46 - Desenho do autor

Fig. 47 - Desenho do autor

Fig. 48 - Desenho do autor

Fig. 49 - <https://carusostjohn.com/projects/studio-house/>

Fig. 50 - Fotografia do autor

Fig. 51 - Fotografia do autor

Fig. 52 - Fotografia do autor

Fig. 53 - Fotografia do autor

Fig. 54 - <https://kashiwasato.com/project/6825>

Fig. 55 - https://www.detail.de/de_en/our-favourites-three-exemplary-kindergartens-in-japan-35488

Fig. 56 - Fotografia do autor

PARTE III

Fig. 57 - Desenho do autor

Fig. 58 - Montagem do autor

Fig. 59 - Fotografia do autor

Fig. 60 - Fotografia do autor

Fig. 61 - Fotografia do autor

Fig. 62 - Fotografia do autor

Fig. 63 - Fotografia do autor

Fig. 64 - Fotografia do autor

Fig. 65 - Desenho do autor

Fig. 66 - Desenho do autor

Fig. 67 - Desenho do autor

Fig. 68 - Desenho do autor

Fig. 69 - Desenho do autor

Fig. 70 - Desenho do autor

Fig. 71 - Desenho do autor

Fig. 72 - Desenho do autor

Fig. 73 - Desenho do autor

Fig. 74 - Desenho do autor

Fig. 75 - Desenho do autor

Fig. 76 - Desenho do autor

Fig. 77 - Desenho do autor

Fig. 78 - Desenho do autor

Fig. 79 - <https://www.thinkwood.com/mass-timber/cross-laminated-timber-clt>

Fig. 80 - DEPLAZES, Andrea, *Constructing architecture: materials, processes, structures- a handbook*. Basileia: Birkhäuser, 2005, p. 94

Fig. 81 - STEURER, Anton, *Developments in timber engineering: the Swiss contribution*. Basileia: Birkhäuser, 2006, p. 218

Fig. 82 - <https://mapaarq.com/work/mca/>

Fig. 83 - Desenho do autor

A prova pública realizou-se no dia 05 de Abril de 2024, sendo a mesa de júri composta pela Presidente, Professora Doutora Marta Rocha Moreira, a Arguente, Professora Doutora Ana Isabel da Costa e Silva e pelo Orientador, Professor Doutor Nuno Miguel Lima Brandão Costa.

A classificação final foi de dezassete valores.

Um projeto para Vila Nova de Cerveira:
O percurso pela construção em madeira

João Francisco Santos

FACULDADE DE ARQUITETURA

