

# A CASA COMO MAQUETA 1:1

: NOVOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO EM MADEIRA  
- O EXEMPLO DA ARQUITECTURA SUÍÇA.

TÂNIA RAQUEL OLIVEIRA DE JESUS  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM ARQUITECTURA

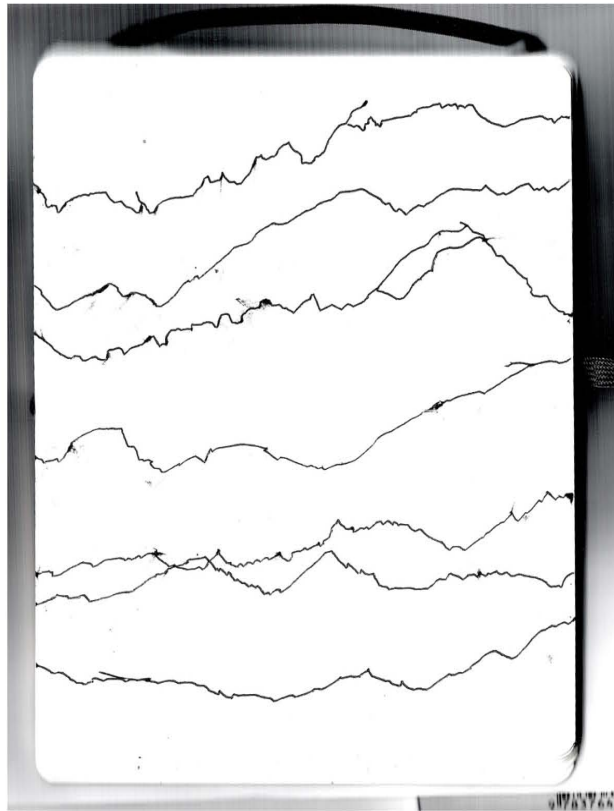
© FAUP, 2013

Dissertação de Mestrado em Arquitectura orientada pelo Arq.º António Madureira.

Desde que a minha tia-avó Margarida conheceu um suíço jeitoso e por lá ficou que dura o contacto da minha família com a Suíça. De lá vinham e para lá iam os postais, os embrulhos, as pessoas. Também eu lá fui a primeira vez com quatro, depois com oito, e desde então muitas férias passei com a Tia Guida. Abastecíamos o velho Subaru de combustível - do dele e do nosso - e lá íamos durante uns dias aviar quilómetros, subir e descer inclinações. A neve ainda metida nas concavidades. O gelo a derreter em riachos. Largávamos então o carro e continuávamos a pé. A ver se nos cansávamos daquela topografia geradora de expressivas perspectivas a cada passo. Apercebi-me de que o belo e o pasmo que achamos nas montanhas não é o mesmo para quem lá mora. A montanha sempre lá esteve, e eles que lhe sentem a severidade respeitam-na e temem-na como nós ao mar; simultaneamente sustento e túmulo.

Apesar da assídua proximidade, visitar e permanecer são coisas diferentes. O ingresso na ETH Zürich e a posterior mora traduziram-se em dois anos de adaptação e descoberta intensivas de um território e suas particularidades. Nem sempre fácil porque tal como as montanhas também os suíços são difíceis de alcançar. A permanência esteve, evidentemente, na origem da escolha do tema; do mesmo modo que as muitas imagens - arquitectónicas e literárias - que fui absorvendo influíram no modo como é abordado. Viajei muito, especialmente de comboio. A última viagem, poucas semanas antes de voltar ao Porto, foi a Graubünden. Já com especial atenção ao tema que me ocupa. Viagem que me acompanhou pela reflexão digestiva desta fase final do curso, sobre arquitectura e identidade. A dos espaços e a minha.

Surpreendeu-me, muito, encontrar tão longe e fincada entre as montanhas uma abordagem que me soava tão íntima. O trabalho de Gion Antoni Caminada foi-me particularmente querido por responder tão objectivamente a inquietações pessoais. Uma certa suspeita em relação à arquitectura contemporânea e os seus excessos. Um certo cansaço do que é brilhante, e transparente, e oco, e frágil. Impressionou-me a grandeza na humildade da arquitectura que não ambiciona ser mais do que aquilo que precisava ser. Parece-me ser nesse exacto ponto, de sincero e esforçado compromisso, que a Arquitectura se transpõe.



## RESUMO

Nas últimas décadas, particularmente no centro e norte da Europa, assistiu-se à emergência de sistemas e produtos pré-fabricados que vieram reverter completamente as práticas inerentes aos processos de construção em madeira. O aperfeiçoamento das colas industriais e a introdução progressiva de processos digitais de corte abriram a possibilidade de produzir painéis maciços de dimensões, teoricamente, ilimitadas. Nestas superfícies podem ser recortados vãos de qualquer dimensão e forma sem que a sua robustez estrutural seja comprometida. O elemento básico da construção em madeira não é mais linear – pilar, viga – mas maciço – parede, laje. Em termos construtivos, a edificação no local é precedida e praticamente substituída pela produção na fábrica. As peças são transportadas, já prontas, para o local onde o edifício, como se uma maquete 1:1, é apenas montado e fixado.

O objectivo deste trabalho é o de repensar a madeira enquanto material construtivo à luz dos recentes desenvolvimentos tecnológicos; identificar os novos processos de construção em madeira e suas componentes, bem como, e sobretudo, apreciar as suas implicações na expressão e prática arquitectónicas. Neste sentido, o enquadramento de estudo foi circunscrito a um país/região cujo contributo para as questões que tratamos é valioso e incontestável - a Suíça alemã. Formalmente, o trabalho divide-se em duas partes. A primeira compõe uma bagagem técnica e debruça-se numa reflexão teórica sobre o tema. A segunda, prática, expõe o projecto, que surge aqui como método paralelo de aproximação à problemática do tema, ferramenta fomentadora de novas e mais pertinentes questões no campo teórico.

**ABSTRACT.** In the last few decades, particularly in Central and Northern Europe, we have seen the emergence of pre-fabricated systems and products, which have completely reversed the inherent practices of timber construction processes.

The improvement of industrial adhesives and the progressive introduction of digital processes brought up the possibility of producing solid panels of, theoretically, unlimited dimensions. In these surfaces, openings of any size and shape can be cut out without compromising its structural strength. The basic element of timber construction is, therefore, no longer linear - pole, beam - but solid - wall, slab. In constructive terms, building on site is preceded and practically replaced by the factory production. The parts are transported, ready made, to the site where the building, as a 1:1 model, is only assembled and fixed.

The aim of the present paper is to rethink wood as a construction material in the light of the recent technological developments; identify new processes of timber construction and its components as well as, and above all, appreciate its implications for the architectural expression and practice.

Thus, the study's framework was confined to one country/region whose contribution to the issues here addressed is valuable and undeniable - the german-speaking Switzerland. Formally, the paper is divided into two parts. The first composes a technical background and focuses on a theoretical reflection on the subject. The second, practical, presents the project, which performs here as a parallel method of approach to the subject, an instigator of new and more relevant questions in the theoretical field.

**KURZBESCHREIBUNG.** In den letzten Jahrzehnten, insbesondere in Mittel- und Nordeuropa, hat das Aufkommen vorgefertigter Produkte und Systeme die bisherigen Praktiken im Holzbau grundlegend verändert. Bessere industrielle Klebstoffe und das Aufkommen digitaler Prozesse ermöglichen das Erstellen massiver Platten mit – theoretisch – beliebigen Dimensionen. Diese Platten können zu beliebigen Formen mit Öffnungen in jeder Grösse zugeschnitten werden, ohne die strukturelle Festigkeit zu beeinträchtigen. Die Grundelemente im Holzbau sind nicht mehr linear - Säulen, Balken -, sondern massiv - Wand, Decke. Im Bezug auf die Konstruktion wurde die Baustelle praktisch ersetzt durch Fertigung in der Werkstatt. Die Teile werden vorgefertigt transportiert und müssen nur noch, wie ein 1:1 Model, zusammengesetzt und fixiert werden.

Das Ziel dieser Arbeit ist das Überdenken von Holz als Baumaterial im Lichte der jüngsten technologischen Entwicklungen; Identifizieren neuer Prozesse des Holzbaus und deren Komponente und insbesondere das Analysieren der Auswirkungen auf die architektonischen Ausdrucksweise und Praktiken.

In diesem Sinne wurde die Studie begrenzt auf ein Land bzw. eine Region, deren Beitrag zu den Fragen wertvoll und unbestritten sind – der deutschsprachigen Schweiz. Formal ist das Werk in zwei Teile geteilt. Der erste bildet einen technischen Hintergrund und konzentriert sich auf eine theoretische Reflexion des Themas. Im zweiten Teil wird das Projekt präsentiert, welches eine alternative Sichtweise auf Thema bietet und zu neuen und relevanten Fragen im theoretischen Bereich anregt.

Todos as citações foram traduzidas pela autora à exceção das que se consideraram serem lesadas pela tradução.

RESUMO/ ABSTRACT/ KURZBESCHREIBUNG	4
INTRODUÇÃO	9-12
I. [TEÓRICA] NOVOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO EM MADEIRA	
I.1 MADEIRA: HOMOGÉNEA, ISOTRÓPICA, SINTÉTICA	15
- Cola: A Nova Junta - Produtos Derivados de Madeira - Madeira Lamelada Colada - O Contributo Suíço	
I.2. SISTEMAS	33
I.2.1 SISTEMAS PRECEDENTES	33
- <i>Strickbau</i> - Sistema triangulado - Sistema de pórticos - <i>Balloon-Frame</i> - <i>Platform-Frame</i>	
I.2.2 NOVOS SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO EM MADEIRA: SISTEMAS COMPACTOS, PLANOS MACIÇOS E ALVENARIAS DE MADEIRA	39
- Sistema de Painéis - Sistemas e Produtos Maciços	
I.3 DO LINEAR AO MACIÇO	55
- Semper e as Quatro Categorias dos Materiais - A madeira - Texteis - Cerâmica - Estereotomia - Novas Técnicas, Novas Formas	
I.4 A CASA COMO MAQUETA 1:1	67
- Alto Nível de Pré-Fabricação - Novas Ferramenta: CAD, CAM, CNC - Processo Projectual - Sistemas Caixa-Negra - <i>Faça Você Mesmo!</i> - Madeira Atectónica - Madeira: O Novo Betão?	
I.5. REGIONALISMO CRÍTICO: DOIS EXEMPLOS	85
I.5.1 <i>STIVA DA MORS</i> , GION ANTONI CAMINADA, VRIN, 2002.	93
I.5.2 CASA WILLIMANN-LÖTSCHER, BEARTH & DEPLAZES, SEVGEIN, 1999.	107-118
II. [PRÁTICA] PROJECTO	
II.1 ABRIGO: CONSTRUIR, HABITAR	121
II.2 <i>MAIENSSÄSSE</i>	123
II.3 MEMÓRIA DESCRITIVA	133
II.4 UM PROJECTO, DOIS SISTEMAS	151
- Cobertura/ Parede - Isolamento - Barreira de Vapor - Vão - Laje - Fundação/Ancoragem - Construção/ Montagem/ Divisão do Projecto em Elementos	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	159-163
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA/ CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS	189





# INTRODUÇÃO

Pegando na folha branca de Fernando Távora<sup>1</sup>, sobre a qual se desenhava um ponto, tentemos agora desenhar um espaço. Começamos, provavelmente, por riscar uma linha no vazio da folha. Deste modo definimos dois espaços. Um interior e um exterior. Para os formar precisamos impreterivelmente de definir, por contraste, esta linha. E que relação de maior reciprocidade e interdependência que aquela em que uma das partes não existe sem a outra? Esta linha define também a relação entre os dois espaços. Se é interrompida ou contínua, se é transparente ou opaca, se é fina, espessa, curva, recta, a sua cor, de que é feita. É desta linha que o espaço absorve as suas propriedades, a sua identidade, a sua especificidade. Martin Heidegger, que também vasculhou a definição de espaço, escreveu o seguinte:

*O que a palavra para espaço, Raum, Rum, designa é dito pelo seu antigo significado. Raum significa um lugar desobstruído, liberto para estabelecimento ou alojamento. Um espaço é algo para o qual foi feito espaço, algo que é desobstruído e livre, nomeadamente dentro de um limite, do Grego peras. Um limite não é aquilo onde algo termina, como os Gregos reconheceram, um limite é aquilo a partir do qual algo começa a sua presença. Por isso é que o conceito é aquele de horismos, isto é, o horizonte, o limite. (...) Assim, espaços recebem o seu ser a partir de locais e não da forma "espaço."<sup>2</sup>*

Sublinha-se aqui, antes de mais, a estreita e continua relação entre espaço e o seu limite. Nas palavras de Andrea Deplazes, "este é o paradoxo da arquitectura: embora o espaço seja o seu principal e mais alto objectivo, a arquitectura ocupa-se com o "não-espaço", com o material que limita o espaço, que influencia o espaço dentro e fora. A arquitectura obtém a sua *memoria*, o seu poder espacial e o seu carácter deste material."<sup>3</sup> Se é do material que o espaço alimenta a sua substância, não podemos nunca desassociar arquitectura de

---

1 TÁVORA, Fernando, *Da Organização do Espaço*, FAUP Publicações, Porto, 2006, p. 11.

2 HEIDEGGER, Martin, "Bauen Wohnen Denken" (1951) in *Poetry, Language, Thought*, Harper Colophon Books, New York, 1971, p.154.

3 DEPLAZES, Andrea, "The importance of the material" in *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser Verlag AG, Basel Boston Berlin, 2008, p.19.

construção. De facto, logo aqui cometemos um pleonasmo uma vez que a palavra *arquitectura*, do grego ἀρχή (arkhé) - primeiro, principal, chefe - e τεκτων (tékhton) - construtor, carpinteiro – integra já o conceito de construção. Peter Zumthor coloca-o deste modo:

*A arquitectura é sempre matéria concreta. A arquitectura não é abstracta, mas concreta. Um esboço, um projecto, desenhado em papel, não é arquitectura, mas apenas uma representação mais ou menos imperfeita de arquitectura, comparável às notas da música. A música necessita da apresentação. A arquitectura precisa da execução.*<sup>4</sup>

Reconhece-se, assim, no início deste trabalho a relevância do corpo da arquitectura e, portanto, da construção como a parte da arquitectura que concretiza o espaço, materializando o seu limite. Parece também pertinente, num momento em que o sentido de materialidade na Arquitectura enfraquece<sup>5</sup>, invocar a Arquitectura à sua essência, que é material. Como diria Heidegger, “a obra é símbolo” mas antes disso “é coisa”.<sup>6</sup>

Todavia, a Arquitectura não é sem o tempo e o lugar. No seu livro *Studies in Tectonic Culture*, Kenneth Frampton, que por sua vez define arquitectura como “a poética da construção”<sup>7</sup>, expõe a seguinte síntese: “Thus we may claim that the built invariably comes into existence out of the constantly evolving interplay of three converging vectors, the topos, the typos, and the tectonic.”<sup>8</sup> Por *topos*, entenda-se o onde?. O lugar, a orientação, o contexto envolvente. Por *typos*, o para quê/quem?, por quê/quem?. A forma, tipologia, pessoas, cultura, identidade, função, programa, tempo. Por *tectonic*, o como?, de que modo?. Produção, método, tecnologia, técnica, estrutura, construção. Neste trabalho, se nos debruçamos sobre um tema eminentemente enquadrado no vector *tectonic*, não deixaremos, no entanto, de atender aos seus efeitos nesta triangulação, nem ignorar os outros vértices. Ou seria este um trabalho

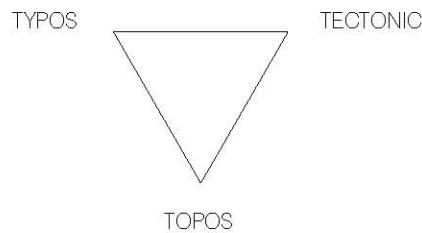
4 ZUMTHOR, Peter, *Architektur Denken*, Birkhäuser, Basel, 1999, p. 66.

5 Citando Juhani Pallasmaa para complementar "The neatness of today's standard construction is strengthened by a weakened sense of materiality." PALLASMAA, Juhani, "Materiality and Time" in *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, Chichester, 2005, p.31 – p.32

6 HEIDEGGER, Martin, *Origem da Obra de Arte*, Edições 70, Lisboa, 1991, p.13

7 FRAMPTON, Kenneth, in *Studies in Tectonic Culture: the poetics in the construction in nineteenth and twentieth century architecture*, Cambridge (MA), 2001, p.2. Esclarecendo a sua posição Frampton acrescenta ainda "I am not alluding to the mere revelation of construction technique but rather to its expressive potential. Inasmuch as the tectonic amounts to a poetics of a construction it is art, but in this respect the artistic dimension is neither figurative nor abstract."

8 *ibidem*.



sobre técnica e não sobre arquitectura.

A mudança nos modos de produção da linha ou limite que define o espaço traduzem-se evidente, directa e imediatamente na anatomia da arquitectura, logo, no espaço. Este trabalho aborda uma profunda mudança no modo de construir este limite, nomeadamente as mais recentes alterações nos modos de produzir e construir em madeira. Foram reunidas um conjunto de premissas que permitiram à madeira libertar-se das suas precedentes condicionantes e conotações e apresentar-se como um novo material construtivo. Estas profundas mudanças legitimam e exigem, por parte dos arquitectos, não só uma actualização dos conhecimentos técnicos mas também e sobretudo uma nova leitura do uso do material e suas consequências para o espaço.

#### OBJECTIVOS

O objectivo deste trabalho é, assim, o de (re)pensar a madeira enquanto material construtivo, à luz dos recentes desenvolvimentos tecnológicos. Identificar os novos processos de construção em madeira e as suas respectivas componentes, discriminando as suas características e avaliando potencialidades. Reflectir sobre o impacto destas mudanças no modo de produzir e construir o espaço e na expressão arquitectónica bem como nos processos conceptual e projectual. Novas técnicas traduzem-se, em Arquitectura, em novas formas. Pretende-se, portanto, compreender que forma/estrutura estão inerentes à tecnologia de construção em madeira contemporânea.

#### METODOLOGIA

Procurou-se aqui abordar a problemática da construção atendendo aos interesses do arquitecto, isto é, forjando constantemente vínculos entre os processos construtivos e o respectivo impacto na expressão arquitectural. Neste mesmo sentido, propôs-se cruzar os processos de construção em estudo com

um projecto arquitectónico. O programa projectual resume-se à elaboração de um abrigo, a unidade mínima/elementar da arquitectura, no espaço aberto da montanha, sem condicionantes formais urbanas, que reúna os elementos básicos para a elaboração de uma estrutura (fundação, laje, junta, parede, abertura, cobertura). O projecto surge aqui como ensaio e ferramenta, cujo processo de experimentação e pesquisa facultou o confronto directo com a problemática do tema, estimulando e contribuindo com novas questões para o campo teórico.

Por outro lado, a definição de um contexto de estudo foi, para além de uma estratégia assumida de conter o ângulo de abordagem, oportuna pela possibilidade de estudar os recentes desenvolvimentos da indústria da madeira no centro físico da sua emergência – a Suíça alemã. A intimidade entre a madeira e os suíços é antiga e o seu contributo para o progresso da construção em madeira inegavelmente valioso. Por outro lado, observar os efeitos destas novas tecnologias industriais, logo, tendencialmente generalizadoras, num país que oferece um atrito nato a qualquer tipo de generalização, proporcionou um enquadramento privilegiado em que estas duas camadas adversas se sobrepõem, fazendo sobressair as manchas de conflito. Foi, sobretudo influente e relevante o contacto directo com as indústrias e técnicos de produção de madeira, arquitectos e projectos contemporâneos suíços.

## ESTRUTURA

Formalmente, o trabalho divide-se em duas partes. A primeira, teórica, em que se identificam os novos processos construtivos em madeira, seus componentes, características, aplicações e história. Colhe e sintetiza uma bagagem técnica e debruça-se numa reflexão teórica sobre o tema, recorrendo a bibliografia e casos de estudo.

Na segunda, prática, em que se elabora um projecto, em jeito de ensaio, que permite manusear na primeira pessoa as condições destes novos sistemas. Que será ferramenta para medir vantagens e desvantagens destes novos sistemas. Em que consideram e aplicam os processos identificados em II. ao objecto de estudo.

# PARTE I: [TEÓRICA] NOVOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

Esta primeira parte materializa um esforço de síntese de conhecimentos e noções técnicas sobre os sistemas de construção em madeira que é primeiramente apresentado para que constitua, para quem agora lê como o foi para quem antes escreveu, uma bagagem mínima elementar que permita avançar conscientemente sobre o tema. Por não nos querermos estender no desenvolver ou transladar de assuntos já plenamente e exhaustivamente tratados em inúmeras publicações de âmbito técnico, será aqui exposto apenas o essencial.



## 1.1 MADEIRA: HOMOGÉNEA, ISOTRÓPICA, SINTÉTICA.

Cada material apresenta propriedades particulares às quais devemos atender se queremos tirar o melhor partido dele. Quando se constrói em madeira é importante, antes de mais, ter consciência da sua origem orgânica. Não há duas tábuas iguais. Cada peça de madeira é uma secção do organismo da árvore. As suas características dependem não só da espécie e condições em que esta cresceu como também da posição que esta secção ocupava no tronco.<sup>1</sup> Naturalmente, há-de apresentar marcas dessa vida anterior, os chamados defeitos da madeira (fissuras, tecidos danificados, nós<sup>2</sup>), que não são mais que irregularidades próprias de um produto orgânico. A estrutura da madeira é composta por células verticais responsáveis pela condução de água e nutrientes – as fibras. A orientação destas determina largamente o comportamento mecânico dos elementos de madeira. Paralelamente à fibra, a madeira é muito mais resistente do que perpendicularmente.<sup>3</sup> A sua dependência direccional, ou anisotropia, é uma das características mais distintas da madeira e certamente uma das que mais a tem condicionado. A sua estrutura porosa também faz dela um material higroscópico, isto é, um material que absorve e devolve a humidade de acordo com as condições ambientais. Esta é outra das propriedades potencialmente problemáticas da madeira, uma vez que estes fenómenos resultam em movimentos de dilatação e retracção. O teor de humidade é, portanto, o factor variável mais determinante das propriedades físicas de um elemento de madeira. Dele dependem o peso, a densidade, logo, a resistência estrutural, a resistência a pestes e fogo e sobretudo a estabilidade dimensional.<sup>4</sup> Os efeitos da higroscopia da madeira continuam a ocorrer

---

1 É importante ter em conta a posição da secção no tronco, o seu alinhamento em relação aos anéis, posicionamento no cerne ou no alborno, uma vez que influenciam as reacções de dilatação/retracção.

2 As irregularidades da madeira podem afectar a resistência e flexibilidade desta e portanto o seu valor.

3 Paralelamente à fibra a madeira pode absorver até quatro vezes mais forças de compressão do que perpendicularmente. Em termos de tensão é ainda mais evidente, a madeira é de 50 a 100 vezes mais forte que perpendicularmente. (STEURER, 2006, p.78).

4 Uma árvore acabada de cortar tem um teor de humidade de 60%. Por volta dos 30% dá-se a retracção. A madeira para construção deve ser seca, um alto teor de humidade reduz a resistência e prejudica a precisão das dimensões e a estabilidade da forma. Madeira muito húmida também corre mais risco de ser atacada por insectos e fungos. Durante o período de secagem é importante que a madeira esteja bem ventilada para não apodrecer. O teor de humidade ideal que deve atingir é de 15% a 18% (exteriores), e de 9% a 12% (interiores).



mesmo depois de esta ser processada e aplicada no edifício, daí que esta seja outra das propriedades altamente condicionantes do desenho e a ser previstas no mesmo.

Heterogeneidade, anisotropia e higroscopia são, portanto, as três propriedades da madeira que mais a têm condicionado. Muito embora se possa afirmar que é exactamente a elas que a construção em madeira deve muitos dos seus motivos e linguagem particular. Construir em madeira significou durante muito tempo fazer uma afirmação. As suas condicionantes exigiam cuidados particulares e especializado era o conhecimento dos que lidavam com ela. Por outro lado, a madeira sempre se mostrou benevolente ao engenho e imaginação humanas, deixando-se moldar e transportar facilmente. Desde os primitivos abrigos e utensílios de caça, da engenharia naval aos instrumentos musicais, da mobília ao papel – da madeira fizemos quase tudo. E é talvez por acompanhar o homem do berço ao caixão que é na madeira que melhor se têm expressado as diferentes culturas do mundo, sendo esta associada ao que é tradicional e natural.

Todavia, uma grande mudança ocorreu nos métodos de processamento da madeira. As novas tecnologias de produção têm modificado e alargado o seu potencial. A madeira de outrora, apreciada pelas suas particulares qualidades - cor, textura, aroma -, vinculada às suas peculiares propriedades, tem-se desembaraçado das suas condicionantes – que têm sido contornadas, minimizadas ou neutralizadas - e a sua imagem lírica vai-se desvanecendo.

As primeiras investidas neste sentido foram tomadas pela revolução industrial, a madeira foi estandardizada e deu-se o passo inaugural no distanciamento dos métodos tradicionais de construção. Contudo as arquitecturas europeias dos séculos XIX e XX focaram-se no ferro e no betão deixando à madeira pouco espaço de participação e foi já nos finais do séc. XX, mais precisamente nos anos 80, que se retomou o processo de desenvolvimento da madeira enquanto material construtivo. Nas últimas décadas, particularmente nos países da Europa central, assistiu-se à emergência de sistemas e produtos pré-fabricados que vieram reverter totalmente as práticas inerentes aos processos de construção em madeira. O aperfeiçoamento das colas industriais associado à introdução progressiva de processos digitais de corte abriu

---

Se a madeira for demasiado seca podem ocorrer fissuras bem como a deformação da forma. A deformação pode ocorrer também devido aos diferentes teores de humidade do cerne e do alburno.

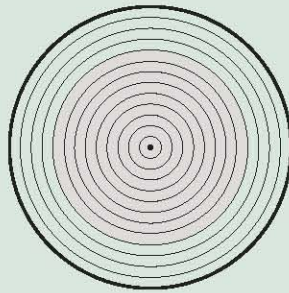


Fig.01 Medula, ponto escuro que marca o centro do crescimento); Cerne, parte central da secção (a cinza) cujas células, já mortas, deixam de participar na condução de água, assumindo uma função essencialmente de suporte. O cerne começa a formar-se quando o alburno passa a ser suficiente para alimentar a árvore – 20 a 40 anos dependendo da espécie de árvore. Em algumas árvores os veios do cerne começam então a ficar bloqueados com resinas e pigmentos adquirindo uma cor mais escura e formando um núcleo mais denso e menos húmido que dá robustez à árvore; Alburno parte exterior (mais clara) que contém as células activas responsáveis pela circulação de água e nutrientes); Súber, tecido vegetal impermeabilizante + Ritidoma, casca, parte mais velha do súber constituída por células mortas que protege os tecidos mais novos dos excessos de evaporação e das agressões exteriores). Nós, resultantes da ramificação do eixo central, emergem dela como novas estruturas que de modo identico ao do tronco se desenvolvem em torno da sua própria medula.



Fig.02 Imagem microscópica da estrutura celular da madeira.

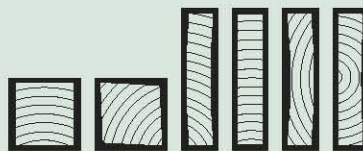


Fig.03 Deformações de acordo com a posição da secção no tronco.

COMPRESSÃO	2.5 N/mm <sup>2</sup>	11 N/mm <sup>2</sup>
TENSÃO	0.05 N/mm <sup>2</sup>	9.0 N/mm <sup>2</sup>

Fig.04 Resistência mecânica da madeira. Forças admissíveis de tensão e compressão se exercidas perpendicularmente ou paralelamente à fibra.

a possibilidade de produzir painéis de madeira de dimensões, teoricamente, ilimitadas (condicionadas apenas pelo meio de transporte e as instalações da fábrica). Estes planos compostos consistem da disposição de três ou mais camadas de lamelas coladas em direcções opostas. O resultado é um plano altamente resistente cuja estrutura, entrelaçada como um tecido, não revela uma hierarquia interna. Nestas superfícies podem ser recortados vãos de qualquer dimensão e forma sem que a sua robustez estrutural seja comprometida. Isto significa que a madeira já não está limitada às dimensões da árvore, as suas irregularidades são neutralizadas pelo processo homogeneizador de corte e posterior colagem, e que o seu comportamento passa de anisotrópico a isotrópico. A estrutura da madeira chega a ser irreconhecível em alguns dos produtos. Esta homogeneização torna possível calcular as suas propriedades com precisão. Assim, um material natural se torna um produto sintético<sup>5</sup>.

Os novos métodos de produção criaram, portanto, as condições para que a madeira se libertasse das suas condicionantes tradicionais, e se tornasse homogénea, isotrópica, sintética aproximando-se pela primeira vez, competitivamente das propriedades do betão. A esta nova madeira há-de corresponder uma nova expressão, uma nova linguagem construtiva e arquitectónica que corresponda às suas novas propriedades. Fazemos ecoar então aqui as palavras de Konrad Wachsmann, outrora no contexto da revolução industrial, sobre a madeira: “One must learn anew to utilize this material, albeit in new ways for new purposes.”<sup>6</sup>

Mas antes de nos debruçarmos sobre as consequências desta profunda mudança tentemos compreender melhor os eventos que lhe deram origem.

#### COLA: A NOVA JUNTA

Nenhum outro factor desempenhou um papel tão importante na emancipação da madeira como o desenvolvimento de novas colas. De facto, o que mudou não foi tanto a madeira mas os processos de colagem. Colar é a nova junta. É o novo processo de unir e até de dar forma. O corte, por sua vez

---

5 Sintético, no sentido em que é um material obtido por procedimentos mecânicos, electrónicos, químicos ou industriais.

6 WACHSMANN, Konrad, *Building the wooden house: technique and design*, Birkhauser, Basel, 1995, p.9.

também é importante na medida em que opera previamente a divisão que permite colar melhor. Os novos métodos de processamento consistem neste dois procedimentos opostos. O processo de sublimação é a antítese do processo de montagem, é o dividir até à mais pequena partícula, e voltar a colar para formar massas homogêneas e resistentes. Curiosamente, já em 1863, no capítulo dedicado à Tectónica (Madeira) do livro *Der Still*, no seguimento da enumeração das desvantagens da madeira, Gottfried Semper havia escrito:

*A arte devia confrontar estas desvantagens, explorá-las, e fazer virtude da necessidade. Nada deve ser afectado ou fingido, o que entraria em contra-dição com a natureza da madeira. Por exemplo, tábuas não deviam ser coladas artificialmente para parecer cortadas de um único grande tronco; mas antes, as unidades devem ser reduzidas ainda mais: a inclinação natural da madeira para separar devia ser antecipada por uma separação que é deliberada e portanto inofensiva e imperceptível.<sup>7</sup>*

O empenho de Semper na procura das técnicas de produção adequadas a cada material antecipava assim os processos que presentemente permitem à madeira alargar os seus limites. As operações de processamento da madeira organizam-se hoje num processo minguate que aproveita todas as partes da árvore. O corte cada vez mais fino vai produzindo partes cada vez mais pequenas. Primeiro são cortadas as peças sólidas maiores - vigas, pranchas, tábuas; a segunda operação produz ripas, tiras, lamelas que são usados na produção de produtos glulam (Glued Laminated Timber/ Madeira Lamelada Colada); os excedentes destas operações - folheados, serradela, cascas, sedimentos, pó - são usados para produzir contraplacados, aglomerados e painéis de fibras.

## PRODUTOS DERIVADOS DE MADEIRA

A emersão de produtos à base de madeira teve origem na crise da indústria madeireira na década de 90. A urgência de responder minimamente à competitividade de outros materiais e de dar uso à madeira das árvores derubadas pelas tempestades deram origem a inovações que transformavam a madeira danificada em produtos úteis. Os processos tradicionais exigiam

---

<sup>7</sup> SEMPER, Gottfried, *Style: Style in the Technical and Tectonic Arts or Practical Aesthetics*, Los Angeles, 2004, p.655.

peças inteiras e robustas, deixando muita madeira de lado. Soluções tiveram que ser encontradas para estes excedentes e hoje toda a árvore é aproveitada. O uso dos resíduos resultantes do processamento da madeira tem dado origem a numerosos e diversos produtos à base de madeira. Peças danificadas, lamelas, tiras, folheados, farpas e partículas são prensados e aquecidos com adesivos resinosos ou agentes minerais ou simplesmente activando a lignina da madeira. Este processo de fragmentação até à mais pequena partícula corresponde a um processo oposto de aglomeração posterior. O ganho está na homogeneidade. O processo neutraliza as propriedades irregulares da madeira como nós, fissuras, tecidos danificados. Quando mais estreita for a divisão, mais homogêneo será o produto final. Quando aplicados, os aglutinantes contribuem também para melhorar a resistência mecânica do material, bem como a resistência a pestes, fogo e humidade. A outra grande vantagem destes métodos é a de não estarem condicionados às dimensões da árvore, podendo-se fabricar peças em dimensões ilimitadas.

As crescentes investidas no desenvolvimento de fusões e combinações entre a madeira e outros materiais têm vindo a adicionar inúmeras variações destes produtos ao mercado. Os propósitos variam tanto quanto os produtos, desde a optimização da sua performance acústica, resistência mecânica, impermeabilidade, etc., à oferta de alternativas estéticas. Por não nos querermos estender aqui, resumiremos estes produtos segundo o grau de fragmentação a que a madeira é sujeita antes de aglomerada. Os produtos à base de madeira podem ser divididos em quatro categorias: os lamelados colados, os compensados (também chamados contraplacados), os aglomerados, e as placas de fibra de madeira.

Os lamelados colados empregam as peças de secção maior e são obtidos pela disposição vertical de três ou mais lamelas de madeira coladas entre si, sendo que se podem estender pelas três dimensões pela associação contínua de lamelas.<sup>8</sup> Os compensados de madeira e suas variantes consistem na colagem (resina fenólica) através de calor e pressão de três ou mais finas camadas de madeira, dispostas de modo a que as fibras se cruzem perpendicularmente. São produtos de alta resistência frequentemente usados na construção de ma-

---

8 Por não fazer propriamente parte dos produtos que aproveitam os excedentes, pela relevância que assume no tema que tratamos, sendo que constitui a base dos sistemas de construção em madeira contemporâneos, a madeira lamelada colada será aqui apenas ligeiramente mencionada e posteriormente tratada com maior minúcia e atenção.

deira, nomeadamente em sistemas de painéis e sistemas de madeira maciça. Os aglomerados são compostos por folheados ou farpas prensados e colados de modo semelhante aos compensados. As partículas dispõem-se naturalmente paralelas à base em que são prensadas, no entanto, podem orientadas como no caso do OSB (Oriented strand board). Por fim, as placas de fibra de madeira são o resultado do aproveitamento dos mais pequenos resíduos decompostos em fibras. A polpa resultante é moldada com água, calor e/ou resinas. A estrutura da madeira é, aqui, já completamente irreconhecível e a placa adquire um aspecto abstracto. O MDF (Medium density board) é um dos produtos mais conhecidos obtido por este processo.

#### MADEIRA LAMELADA COLADA

A madeira lamelada colada, abreviadamente Glulam (Glued Laminated Timber), consiste na colagem de lamelas de madeira para formar um elemento maior e mais resistente. Muito antes de se pensar na colagem de elementos já se teria chegado à conclusão de que “a conexão física de duas peças de madeira para formar uma secção composta representa o primeiro passo para otimizar o comportamento estrutural minimizando simultaneamente o consumo de material.”<sup>9</sup> A colagem andaria certamente no pensamento de quem se debruçava sobre tais assuntos mas demorou ainda alguns séculos a ser conseguida. O mais antigo exemplar de glulam talvez seja a estrutura composta de vigas do Colégio King Edward, em Southampton (1860) coladas com caseína.



Fig.05 Colégio King Edward, em Southampton, 1860.

Foi, no entanto, apenas em 1903 que Otto Hetzer registou as primeiras patentes relativas à Glulam<sup>10</sup>. Hetzer, mestre-carpinteiro e empresário alemão, deu um significativo e definitivo contributo na pesquisa, desenvolvimento e

<sup>9</sup> MÜLLER, Christian, *Holzleimbau: Laminated Timber Construction*, Birkhäuser, Basel, 2000, p.9.

<sup>10</sup> *idem*, p.23.

## propagação da glulam.

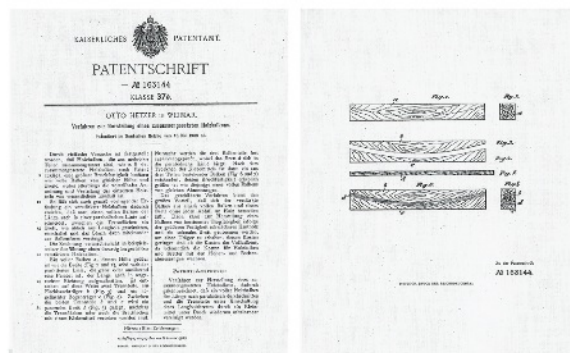


Fig.06 Método para fabricação de uma viga de madeira composta. Patentschrift nr. 163144, Otto Hetzer in Weimar, 1903

Porém, e ainda que os seus primeiros passos tenham sido dados no início do séc. XX, a madeira lamelada colada era usada inicialmente para estruturas maiores (pontes, coberturas de grandes espaços), explorada, estudada e sistematizada pela física estrutural, entregue à engenharia para vencer grandes vãos, e só nos finais do século começou a ser adaptada pelas indústrias de madeira para ser usada também em obras de escala mais pequena.

Para além de facultar o uso de madeiras macias - fáceis de trabalhar e maquinar - e o aproveitamento de peças danificadas ou partes mais pequenas da árvore, este método produz elementos de grande resistência e estabilidade, e de dimensões teoricamente ilimitadas. Por si só, a glulam revolveu todo o modo de lidar com a madeira expandindo-lhe os limites que lhe eram impostos até então, as dimensões e resistência da própria árvore. O desenvolvimento desta tecnologia permitiu o emprego de secções maiores com melhores propriedades estruturais. Não se poderá negar o devido reconhecimento ao protagonista de suporte: o aglutinante. Não fosse o desenvolvimento das colas industriais, dificilmente os fixadores mecânicos estenderiam as medidas dos elementos estruturais em madeira. A colagem das peças é hoje tão ou mais importante que o processo de corte. As colas, compostas de substâncias como caseína, melamina, resorcinol, polyuretano, e resinas epoxy, são escolhidas de acordo com as condições climáticas a que o elemento será exposto. Adesivos à base de ureaformaldehyde são aplicados em elementos protegidos, para ambientes interiores por exemplo, e têm uma cor clara, imperceptível.



Fig.07 MADEIRA LAMELADA COLADA. SECAGEM (SCHILLIGER).



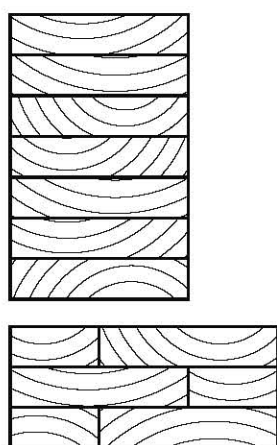


Fig.08 Diferentes métodos de composição de um plano de madeira lamelada.

Para elementos expostos são usados adesivos à base de resorcinol, que escurece a cor da madeira. Antes da colagem as peças são secadas e niveladas, quaisquer defeitos são retirados mecanicamente. Uma das condições mais importantes, na produção de madeiras lameladas coladas, é a de que a madeira esteja bem seca, 9%-12% <sup>11</sup>, para que a cola seja devidamente absorvida. A espessura das lamelas não deve exceder os 3 cm, mas pode, no caso de elementos rectos e se a selecção e secagem das madeiras forem cuidadosas, chegar aos 4 cm. As lamelas são dispostas de modo a que peças de secção mais próxima da medula da árvore (mais resistentes à distorção) encerrem as extremidades do elemento. Este método permite esmorecer os efeitos das forças de tensão transversais. Para elementos de largura superior a 20 cm é necessário usar duas ou mais lamelas por cada camada de laminação desfazendo as juntas a cada nova camada. Grandes superfícies são conseguidas através da sobreposição cruzada de camadas, a estes produtos dá-se o nome específico CLT (Cross Laminated Timber, Madeira Lamelada Cruzada), ou simplesmente x-lam. A cola é espalhada uniformemente por máquinas e então as peças são pressionadas. O período de secagem é decisivo para o comportamento final do elemento, a temperatura e humidade têm que ser rigorosamente controladas. Uma vez seca a cola não volta mais ao estado líquido. Qualquer distúrbio nos tempos de secagem pode resultar no desperdício das peças. Após a secagem as peças são niveladas, lixadas e cortadas dependendo

<sup>11</sup> MÜLLER, Christian, *Holzleimbau: Laminated Timber Construction*, Birkhäuser, Basel, 2000. p.34.

dos particulares fins.

Por este processo de agregação de lamelas os elementos glulam podem ser fabricados teoricamente em dimensões ilimitadas. Contudo, na prática, dependem das dimensões das prensas, das instalações da fábrica e do transporte para a sua localização final. As dimensões máximas andam pelos 60 m de comprimento e 2.30 m de espessura. (200 cm espessura e 50m comprimento<sup>12</sup>)

Os produtos glulam são submetidos constantemente a inspeções e catalogados em classes segundo a resistência mecânica e segundo o acabamento das superfícies.<sup>13</sup> A madeira lamelada colada desembaraçou a madeira de muitas limitações e constituiu a base dos sistemas construtivos contemporâneos.

## O CONTRIBUTO SUÍÇO

A floresta suíça cobre aproximadamente um terço da área total do país (31%). Cerca de nove milhões de metros cúbicos de madeira crescem anualmente na Suíça, dos quais apenas cinco milhões são colhidos.<sup>14</sup> A madeira tem sido, a par das nascentes de água, o mais valioso recurso natural do território suíço e desde sempre ocupou um lugar importante no centro da sua economia.



Fig.09 Nota de 50 francos (1911-1914), desenhada por Ferdinand Hodler. No verso uma adaptação do seu quadro "Der Holzfäller. Demonstrando a proximidade entre a Homem e madeira, madeira e economia.

O alto nível de experiência empírica associada à incansável perscruta técnica têm-lhes mantido o título de peritos e pioneiros nesta área. A investigação tomada pelas empresas, universidades e centros de investigação suíços constituíram um contributo decisivo no desenvolvimento da madeira e sistemas

12 STEIGER, Ludwig, *Basics Holzbau*, Birkhäuser, Basel, 2007, p.20.

13 Na Suíça esta classificação é coberta pelas normas SIA 265 e SIA 265/1.

14 *Bundesamt für Statistik*, disponível em [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/thematische\\_karten/maps/land-\\_und\\_forstwirtschaft/forstwirtschaft/holzbilanz.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/thematische_karten/maps/land-_und_forstwirtschaft/forstwirtschaft/holzbilanz.html)

contemporâneos, tomando muitas vezes a dianteira e marcando novas direcções no centro e norte da Europa. O seu percurso foi, portanto, sempre coincidente com o da evolução das tecnologias da madeira. Atendendo a esta posição privilegiada e arredando de uma abordagem histórica mais extensiva e geral, pareceu pertinente olhar para a origem destes novos sistemas através deste enquadramento específico.

Até ao séc. XIX os mestres carpinteiros construía-m notáveis estruturas sem grandes ou nenhuns conhecimentos teóricos da física estrutural. Um entendimento empírico permitia-lhes quase que por intuição, antecipar na prática princípios só muito mais tarde desenvolvidos teoricamente. Muitas vezes a experiência era iniciada na construção de telhados e só então continuada na construção de pontes. De facto, a semelhança entre estas estruturas, o venci-mento do vão simultâneo ao suporte da carga, é clara. Os irmãos Grubemann de Appenzell foram, no século XVIII, os grandes mestres construtores do centro da Europa, mas também e sobretudo activos investigadores. O seu laboratório era o local de construção. Construíram algumas das mais belas estruturas em madeira maciça. Porém, o facto de os mestres-carpinteiros não possuírem conhecimentos teóricos não significava que eles não existissem ainda. Afinal, foi também no século XVIII que surgiram os primeiros métodos teóricos para a análise de cargas. Jakob Bernoulli (1654-1705) e Leonhard Euler (1707-1783), matemáticos e físicos suíços, haviam já desenvolvido métodos para calcular o comportamento de elementos de construção. A fórmula da flambagem ou encurvadura de Euler é ainda hoje útil aos engenheiros. Contudo, por muito tempo, os seus trabalhos permaneceram incompreensíveis e, portanto, inaplicáveis por quem construía de facto. A conversão do mestre-carpinteiro em engenheiro foi um processo moroso. A transposição da carpintaria convencional para a engenharia de madeira só se iniciou resolutamente com o impulso da revolução industrial. O boom da construção que a sucedeu - construção de caminhos-de-ferro, pontes e estradas pelas montanhas suíças - exigia melhores e mais fiáveis métodos de cálculo. A crescente procura de conhecimento especializado, baseado em instrumentos rigorosos assistiu à emergência de universidades e institutos por todo o país.

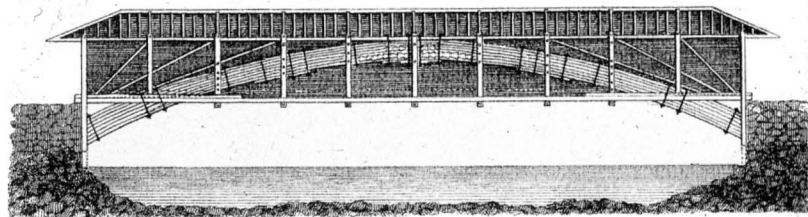


Fig.10 A ponte sobre o rio Limmat, desenhada pelo mestre-carpinteiro Hans Ulrich Grubenmann (1709-1783), construída entre 1709 e 1783, perto de Wettingen (Suíça), constitui uma das primeiras secções de elementos compostos, não-colados.



Fig.11 Um dos laboratórios do EMPA, 1892.

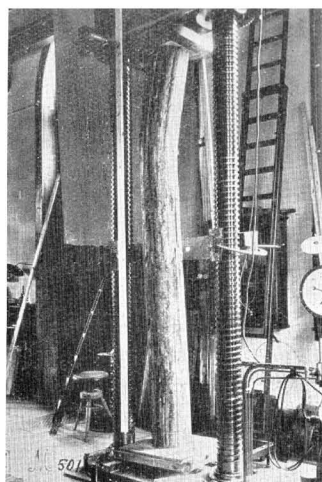


Fig.12 Laboratório da ETH Zürich no tempo de Carl Culmann.

Nestas circunstâncias, foi fundado pela Confederação Suíça, em 1854, o Zürich Polytechnikum. Então a única universidade suíça, organizada em seis departamentos: arquitectura, engenharia civil, engenharia mecânica, química, agronomia, e um outro que reunia matemática, ciências naturais, literatura, e ciências políticas e sociais. Em 1911, após uma reestruturação interna, foi-lhe atribuído o nome pelo qual a conhecemos hoje: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ). Nome que se repetirá assiduamente neste texto pois assídua foi a sua participação no tema que tratamos. Foi nas caves do Zürich Polytechnikum que a EMPA (Eidgenössische Materialprüfanstalt, Instituto Federal Suíço de Materiais)<sup>15</sup>, iniciou os seus trabalhos, em 1880. Em 1952, foi fundada a Berner Fachhochschule (Architektur, Holz, Bau) (BFH-AHB), em Biel, que teve e continua a ter um papel importantíssimo na formação de profissionais da madeira. Segundo o engenheiro Jürg Fischer, as escolas foram determinantes no sentido em que os alunos, muitas vezes herdeiros de velhas indústrias de madeira, introduziam novos desenvolvimentos nas empresas de seus pais, regenerando-as.<sup>16</sup> Assistiu-se ainda à fundação de diversas organizações e institutos de pesquisa como a Lignum, hoje a organização que reúne todas as associações e organizações relacionadas com a floresta e a madeira. A partir deste ponto estas entidades desempenharam um papel cada vez mais importante no aprofundamento do conhecimento das tecnologias da madeira.

Este período coincide ainda com o desenvolvimento de inúmeros inventos técnicos e emergência de figuras importantes, como Carl Culmann (1821-1881), pai da teoria e do termo “treliça” e primeiro professor de engenharia na ETH Zürich. Durante o seu período na ETHZ, Culmann desenvolveu e publicou gráficos que ilustravam de modo simples e directo o cálculo de estruturas em treliça. Esta tentativa de tornar inteligíveis as complicadas fórmulas matemáticas mostra o empenho crescente na comunhão entre teoria e prática. Seguiu-se Ludwig von Tetmajer (1850-1905), também

---

15 <http://www.empa.ch/>

16 Em entrevista/conversa com o Eng.º Jürg Fischer, 03.06.2010. Jürg Fischer é engenheiro e consultor de construção em madeira, graduado em engenharia civil pela HTL / FH at University of Applied Sciences de Basel, professor na Zürcher Fachhochschule (HSZ-T University of Applied Sciences Zurich). Desempenhou funções de chefe do departamento e consultor técnico na Lignum Zurique, é membro activo de várias instituições ligadas à investigação e promoção da madeira (Lignum Swiss Timber Information Council, SAH Swiss Timber Research Institute, IABSE International Association for Bridge and Structural Engineering, etc.) e da SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein).

professor na ETHZ e primeiro director da EMPA que conduziu intensivos testes com elementos à escala real e máquinas que simulavam os esforços. No trabalho com madeira, investigadores sempre encontram o mesmo dilema: as suas propriedades mecânicas variam muito devido às suas irregularidades naturais. Usando amostras de pequenas dimensões, Tetmayer, avançou com dados concretos sobre a resistência mecânica da madeira. Testes que constituíram a base das primeiras normas da SIA sobre estruturas em madeira (1925). Estes testes permitiram estabelecer ligações definitivas entre teoria e prática na física estrutural. O trabalho de Tetmayer foi continuado por Emil Staudacher (1898-1977) e Hellmut Kühne (1911-1989).

Em 1909, pouco depois de ter sido patenteada por Hetzer (1906), a madeira lamelada colada foi introduzida na Suíça pelos engenheiros suíços Ternier & Chopard que adquiriram os direitos exclusivos sobre ela e logo se aplicaram na sua promoção e desenvolvimento. Nas décadas que se seguiram foram muitas as estruturas erguidas usando este novo método, no entanto, as duas únicas pontes existentes, eram ambas desenhadas e construídas na Suíça por Charles Chopard. Chopard é considerado por muitos o verdadeiro pioneiro da madeira lamelada colada. Paralela a esta construção intensiva desenvolviam-se estudos que procuravam sistematizar este novo método de produção. A EMPA, por exemplo, levou a cabo estudos fundamentais sobre as tecnologias da laminação e processamento, proporcionando uma base científica para a construção glulam na Suíça. Os estudos metódicos da EMPA colocaram finalmente este método de construção numa base segura. A Schweizerische Bundesbahnen, SBB, (Companhia dos caminhos de ferro Suíça) desempenhou também um papel fundamental neste período inicial de uma certa incerteza legitimada pela ausência de experiência e conhecimentos concretos. À construção extensiva e desafiadora, pois os vãos haviam que ser largos para as gares, aliaram a investigação intensiva e deste modo, propagaram a tecnologia glulam por todo o país assegurando o seu crédito. De 1938 em diante, o desenvolvimento das primeiras colas resinosas sintéticas estimulou o interesse pela madeira lamelada colada. Estas resinas sintéticas assim como colas à base de ureia e melamina ofereciam mais resistência à água e maior protecção em relação às pestes comparadas com as anteriores

colas à base de caseína. Foi nas instalações da CIBA<sup>17</sup> que se desenvolveu a primeira cola resinosa de resorcinol. Lançada em 1944, sob o nome Aerodux 184<sup>18</sup>, foi desenvolvida com o objectivo de ser usada na construção aeronáutica de madeira e só depois aplicada largamente na produção de componentes construtivos.

A estes esforços juntavam-se outros em desconstruir certos preconceitos que se haviam formado sobre a madeira. Uma das mais altas prioridades da Lignum desde a sua fundação foi a da prevenção de incêndio. Em 1936, foi construída uma casa de dois andares para ser ateadada em fogo. O objectivo destes testes era não só o de estudar o comportamento de resistência ao fogo da madeira mas principalmente o de demonstrar que a legislação que tratava este material era desadequada e a avaliação das companhias de seguros e bancos era injustamente discriminatória. Tanto na ETHZ como na EMPA estudos foram e são realizados neste sentido também. Nos anos 60/70, a glulam era já um método completamente aceite e devidamente reconhecido. Hoje, a investigação no campo da madeira inclui escalas macro, micro e nano. Esta abordagem cada vez mais minuciosa permite a infiltração até à mais pequena estrutura da madeira, manipular e mudar os materiais à escala do átomo.

O trabalho científico executado por entidades como a EMPA, a ETHZ, a EPFL, ou a LIGNUM, nas áreas das propriedades do material, juntas, glulam e componentes estruturais, permitiu estabelecer normas e créditos fiáveis numa matéria que, pelas suas irregularidades, é de difícil catalogação. Restabelecendo assim a confiança e credibilidade nos sistemas de construção em madeira. Deste trabalho resultaram não só optimizações mas também o invento de novos sistemas e conectores. Os estudos fundamentais levados pela ETHZ e pela EMPA no campo de elementos compostos de madeira e betão estiveram na origem destes novos sistemas. Um exemplo, é o do elemento Steko, desenvolvido entre 1994-96 em cooperação da ETHZ e a indústria. Guiados pela ideia de usar madeira de pequenas dimensões (muito barato) e glulam, os investigadores criaram uma espécie de alvenaria em madeira. Tal como os blocos Lego, os elementos Steko podem ser montados facilmente

---

17 A CIBA AG, empresa de produtos químicos, sediada em Basel.

18 STEURER, Anton, *Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution*, Birkhäuser, Basel, 2006, p.108

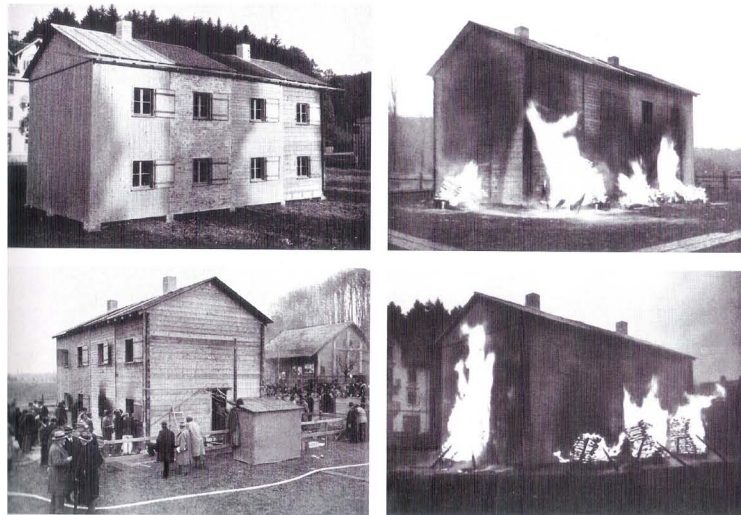


Fig.13 Edifício de dois andares em madeira construído e incendiado por iniciativa da Lignum a fim de estudar a resistência ao fogo da estrutura e do material, 1936.



Fig.14 Elementos Steko a serem testados no laboratório da ETH Zürich.

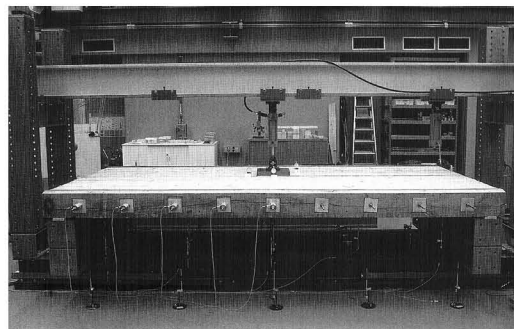


Fig.15 Comportamento de um laje de madeira lamelada colada a ser testada em maqueta 1:1 no laboratório da ETH Zürich.



sem necessidade de qualquer fixação de cola ou parafusos.

Assim, o regresso convicto da madeira ao mercado da construção suíça foi estimulado, segundo o Eng<sup>o</sup> Jürg Fischer<sup>19</sup>, por um conjunto de factores que se reuniram nas últimas décadas. A crescente consciência ecológica abria a perspectiva do público e instigava uma série de iniciativas públicas e privadas de promoção da madeira. Por outro lado, os avanços tecnológicos trouxeram novas colas e máquinas controladas por computador, libertando a madeira de muitas das suas condicionantes anteriores e baixando o preço do material. E por fim, os muitos e dedicados esforços cooperantes por parte das indústrias de madeira, instituições federais de economia e de protecção da floresta, universidades e centros de investigação resultaram em estudos precisos, dados concretos que permitiram classificar rigorosamente as propriedades mecânicas da madeira e no desenvolvimento de sistemas de protecção de incêndio eficientes e melhoramentos acústicos que permitiram desmitificar certos preconceitos e dissolver as reticências que permaneciam em relação ao uso de madeira. Sendo que o seu mais relevante investimento terá sido na formação e educação de estudantes de arquitectura e engenharia que voltaram a interessar-se pelo material.

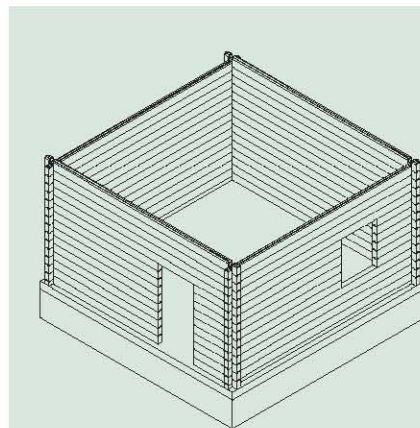
---

19 Em entrevista/conversa com o Eng<sup>o</sup> Jürg Fischer, 03.06.2010.

## 1.2. SISTEMAS

De acordo com os objectivos do trabalho em manter um compromisso com a arquitectura, e antes de avançar para os sistemas contemporâneos de construção em madeira, tenta-se explicar aqui, primeira e brevemente, cada sistema precedente; estabelecendo vínculos entre estes e suas inerentes consequências na expressão arquitectónica.

### 1.2.1 SISTEMAS PRECEDENTES

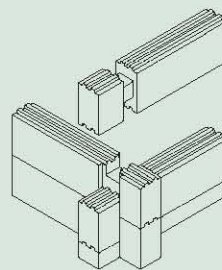


#### STRICKBAU<sup>1</sup>

Do alemão *stricken*, tricotar, e *bau*, construção, o termo *strickbau* parece ser o que melhor nomeia estes sistema construtivo em que vigas sólidas de madeira se vão sobrepondo e se urdem nas extremidades. Esta malha que se forma desempenha simultaneamente

<sup>1</sup> Uma vez que em português não há tradução satisfatoriamente equivalente para nomear este sistema construtivo, adoptaremos esta designação ao longo da dissertação.

função estrutural, encerramento do espaço e revestimento exterior se deixada aparente. Inicialmente, eram usados elementos de secção circular, ligeiramente nivelados nas superfícies de contacto e as suas juntas rematadas com musgo, terra, cânhamo ou lã. Posteriormente, com o aperfeiçoamento das técnicas de corte os toros começaram a ser cortados em formas mais regulares, desenvolvendo juntas mais eficazes entre eles. Contudo, ainda hoje, é a junta de meia-madeira cruzada que resolve as arestas deste



sistema, o seu desenho permite às vigas entrelaçarem-se alternadamente, tecendo um forte vínculo entre as paredes. É a tensão que

amarra as paredes de encontro umas às outras. Horizontalmente, entre toros, é

hoje usada a junta de respiga (ou espiga), sendo também comum o uso da junta de rabo-de-andorinha na intersecção das paredes interiores com a parede exterior. Não são necessários quaisquer parafusos ou fixadores. O assentamento de peças implica que haja maior variação de volume que pode ir dos 2-4cm por piso. Este factor tem que se ser considerado no desenho das aberturas (janelas, portas) e nas peças de transição entre pisos, para que estas possam neutralizar/ amparar as variações sem prejuízo da estrutura. Pela mesma razão qualquer elemento que atravesse o edifício (chaminé, instalações hidráulicas ou eléctricas) deverá ser independente da estrutura de madeira. Este tipo de construção sugere uma arranjo da planta mais rígido, mais ortogonal. O espaço neste sistema construtivo é sempre retalhado, isto é, constituído por células/unidades espaciais. Pela sua tendência para a compartimentação, é um sistema que se provou favorável à habitação e a programas de áreas menores. Uma vez que as paredes interiores se amarram nas exteriores a organização interior pode ser lida nos alçados.

As dimensões dos vãos dependem das dimensões da matéria prima disponível, uma vez que os toros são cortados de uma só peça sólida. Para que a robustez das paredes não seja comprometida, as aberturas nos alçados deverão ser contidas e em percentagem sempre muito inferiores à área cerrada/opaca de parede. Em termos morfológicos é muito

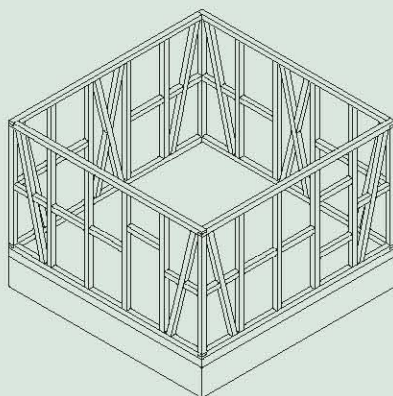
semelhante a um sistema tradicional de alvenaria, pelo que pode ser considerado o primeiro sistema construtivo maciço em madeira.

#### *DOPPELTSTRICKBAU*

Os requisitos crescentes de conforto exigem hoje a aplicação de isolamentos. O ideal, em termos técnicos, seria que fosse aplicado exteriormente para evitar a condensação, no entanto, metade das razões pela quais se usa este sistema relacionam-se com manter o diálogo com a envolvente. A estas exigências o *strickbau* respondeu com a duplicação das paredes: o *doppelstrickbau*. Tal como acontece com o betão aparente, passam a existir duas linhas de parede mediadas pelo isolamento. As juntas e intersecções da linha interior são resolvidas como paredes interiores, isto é, amarradas por juntas rabo de andorinha às paredes interiores.

Este sistema construtivo, para além de grande quantidade, exige uma selecção cuidada da madeira e o conhecimento de carpinteiros qualificados. A questão que se coloca é, portanto, se ainda fará sentido usar o *strickbau*. O *strickbau* é um sistema tradicional, isto é, um sistema que foi transmitido e avaliado de geração em geração, que se foi adaptando e ainda hoje se adapta às condições emergentes. Mesmo quando não havia, como hoje, sistemas de corte tão eficazes e precisos, já estas “casas tricotadas”, como os suíços lhes chamam, provavam que são estruturas duradouras, capazes

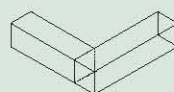
de enfrentar rigorosas intempéries. Hoje, apesar das restantes ofertas, mais fáceis, mais económicas, mais rápidas, continua-se a usar o *strickbau*. Porquê? Porque é um sistema que está integrado numa íntima estrutura sócio-económica e cultural em que tudo se relaciona. Usar estes sistema significa então investir na região, na mão de obra e matéria prima local, o que a longo prazo supera o “económico” dos outros sistemas. E é nestes lugares onde estão disponíveis a infra-estrutura (serração) e o conhecimento especializado (carpintaria qualificada) que é, ainda hoje, viável e válido continuar a construir assim. Acrescente-se que o facto da forma estar mais comprometida com o sistema construtivo não faz deste mais obsoleto ou menos actual, desde que responda às necessidades contemporâneas.



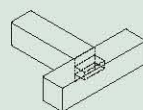
### SISTEMA TRIANGULADO

Este sistema consiste na associação de elementos lineares para formar uma armação rígida. O princípio base deste

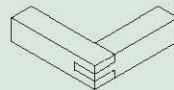
sistema consiste, como o nome indica, na geometria inflexível do triângulo.



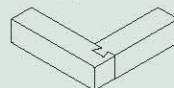
Junta de Topo



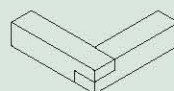
Junta de Respiga



Respiga de Canto



Rabo de Andorinha



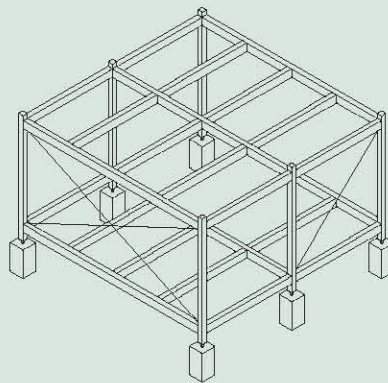
Junta à Meia-Madeira

O sistema triangulado, ou em treliça, desenvolveu-se inicialmente em regiões em que a madeira não era tão abundante que permitisse construir segundo o sistema maciço. Encontramos aqui o princípio de uma racionalização do uso da madeira que irá evoluir posteriormente em formas muito

diferentes. Ainda assim as peças eram geralmente sobredimensionadas uma vez que não existiam ainda estudos estruturais precisos. O espaçamento entre os postes é determinada pela capacidade de carga das peças verticais, que antes da industrialização eram cortadas com serrotes e machados. O conjunto é estabilizado por uma moldura tanto na base como no topo que amarra a estrutura a cada piso, sendo que outros pisos podem ser acrescentados usando a moldura inferior como base.

As construções tradicionais em madeira são as que melhor revelam a condução das forças pela estrutura. Uma vez que a grelha estrutural é estreita, as forças são

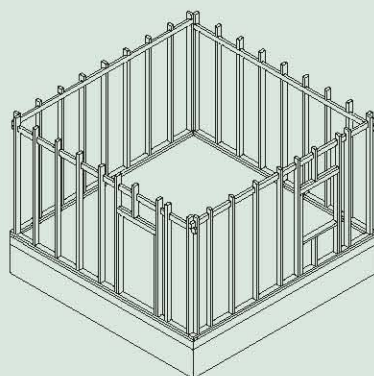
repartidas mais ligeiramente pelos vários elementos estruturais e as juntas não são, individualmente, muito esforçadas. A distinção entre estrutura portante e enchimento das paredes é, neste sistema, inequívoca. Os compartimentos entre a estrutura são preenchidos com alvenaria ou barro e vime. As aberturas não podem ser colocadas aleatoriamente, pois estão dependentes dos espaços em negativo da estrutura, mas podem ser numerosas desde que obedecem à grelha construtiva. As juntas mais comuns nestes edifícios são as de respiga, desde as obliquas às de canto e dispensam, como o *strickbau*, o uso de parafusos ou grampos. A variação da dilatação é menor do que em estruturas *strickbau* porque os elementos horizontais são usados apenas na base e no topo da estrutura. Tal como no *strickbau*, a montagem por peças individuais é feita no local, exige um alto nível de formação em carpintaria e está embebida numa tradição de formação de mestre-aprendiz carpinteiros. Espacialmente, é também semelhante no modo como é compartimentada, no entanto menos, porque nem sempre os espaços entre as estruturas tinham que ser preenchidos. Como constituíam o núcleo mais antigo de cidades, este tipo de edifícios foi sendo substituído e rodeado por outros na malha urbana, e é raramente empregue hoje em dia.



## SISTEMA DE PÓRTICOS

Segundo este sistema elementos lineares são dispostos numa estrutura de postes e vigas semelhante às do betão armado ou ferro (pilar e viga). A consistência destes elementos é portanto, muito importante, pois determina os vãos e, conseqüentemente os módulos, e a expressão do edifício. Hoje, para além das peças sólidas, existem também elementos como os lamelados colados (Glulam) e juntas metálicas que permitem ampliar as potenciais dimensões destas estruturas. As juntas de madeira como eram conhecidas nos sistemas tradicionais não são mais usadas. A estabilidade da estrutura é muitas vezes compensada com tirantes de aço cruzadas diagonalmente, escoras, paredes ou volumes sólidos que atravessam o edifício. Este sistema sugere fundações pontuais, sapatas isoladas. Como os pilares são independentes das paredes, o contacto com a fundação geralmente é resolvido com uma peça de aço galvanizado. Este sistema distingue-

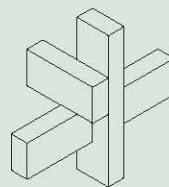
se pelo modo como estrutura portante é independente do encerramento do espaço permitindo um arranjo livre do alçado e maior flexibilidade na divisão dos espaços. Este é o sistema contemporâneo que deu continuidade à morfologia linear da construção em madeira.



### BALLOON-FRAME

O sistema *balloon-frame* foi desenvolvido nos E.U.A. fruto do cruzamento entre as tecnologias industriais da primeira metade do séc. XIX e o período colonial. A ocupação do território exigia uma construção rápida e económica, as máquinas forneciam peças e parafusos standardizados. As peças maciças de diferentes tamanhos e juntas foram substituídas por peças uniformes e simples juntas de topo aparafusadas ou pregadas. Os processos “faça você mesmo” foram assim tomando o lugar do elaborado trabalho e conhecimento especializado da carpintaria convencional.

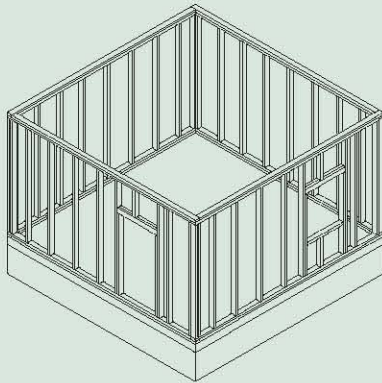
O nome “balloon” foi-lhe aplicado pela sua estrutura muito leve. O sistema consiste numa estreita estrutura de elementos verticais standardizados (ainda mais estreita que a do sistema tradicional) que se eleva até ao topo do edifício. A estabilidade da armação é garantida pela base e topo da moldura e através de elementos horizontais que intersectam os postes verticais e que sustentam também, em caso de o haver, o piso intermédio. Embora sujeito a uma grelha este sistema caracteriza-se pela liberdade maior de desenho da planta, volume, e alçado. De facto, como a estrutura está sobredimensionada as aberturas podiam cortar a grelha sem que disso resultasse prejuízo para a estrutura. Esta preferência pela multiplicação dos elementos sobre o tempo e trabalho de ponderação da estrutura avançam já uma certa tendência na construção, promovida pela revolução industrial, para o descartável. O uso de uma moldura já não tem a ver aqui com a gestão do material mas com a facilidade da sua montagem. Podemos considerar que a revolução



industrial deu o primeiro grande passo da madeira no distanciamento da carpintaria tradicional, fundada

na especialização do conhecimento legado de mestre para aprendiz. A dificuldade em obter peças de madeira compridas, em montá-las sem uma plataforma de apoio, assim como

problemas de transmissão acústica e incêndio ao longo dos pisos pelos elementos verticais levaram à evolução para a *platform-frame*.



### *PLATFORM-FRAME*

A principal diferença entre *balloon* e *platform-frame* está na resolução da linha entre pisos. Enquanto no *balloon-frame* os elementos verticais têm a altura total do edifício, na *platform-frame*, como indica o nome, o edifício é construído por plataformas. Depois do *balloon*, o sistema *platform-frame* dá o segundo e mais firme passo na direcção da pré-fabricação. As paredes são montadas horizontalmente e só então erguidas como uma moldura. As várias paredes-moldura são então amarradas na base e no topo para estabilização da estrutura. Sobre esta estrutura é pousado o plano da cobertura, e sobre este um novo piso pode ser erguido pelo mesmo processo. O uso de peças de menor tamanho e

estandardizadas reduz mais ainda o custo de construção. Estes dois sistemas iniciaram a madeira enquanto material construtivo elegido pela economia, facilidade e rapidez de execução, isto é, pelas suas qualidades pragmáticas e não pelas suas qualidades estéticas. Estes sistemas exigem revestimento. A estrutura não é construída para/nem poderia ser aparente. O seu sucessor, ou melhor, o seu aperfeiçoamento deu origem ao sistema contemporâneo de painéis.

## 1.2.2 NOVOS SISTEMAS DE CONSTRUÇÃO EM MADEIRA: SISTEMAS COMPACTOS, PLANOS MACIÇOS E ALVENARIAS DE MADEIRA

A construção em madeira hoje distanciou-se definitivamente dos precedentes sistemas de construção. Esta distância foi impulsionada essencialmente pela grande mudança morfológica que ocorreu no processo construtivo. O elemento básico da construção em madeira não é mais linear - pilar, viga - mas maciço - parede, laje. Logo, ao contrário do que acontecia nos sistemas anteriores, os elementos estruturais assumem presentemente ambas as funções estrutural e de encerramento do espaço. A densidade e alta estabilidade destes sistemas permitem que os vãos sejam recortados do plano aleatoriamente sem prejuízo da estrutura. Estes novos sistemas já não estão limitados a uma grelha, pelo que não existem particulares restrições em termos de desenho, mesmo em sistemas que são compostos por módulos. A construção em painéis, por exemplo, é um sistema que solicita um espaçamento estreito, contudo não implica que a largura total do edifício tenha que corresponder obrigatoriamente a um múltiplo do módulo. É frequente que nas extremidades dos planos o módulo mude para corresponder à medida pretendida. O mesmo acontece com as aberturas. O tamanho dos vãos não é ditado pela grelha da estrutura. Nestes sistemas, a métrica serve o desenho, adapta-se a ele, e não o contrário.

Há também uma efectiva actualização dos sistemas em relação às exigências contemporâneas de performance do edifício. Assim, e apesar do alto grau de pré-fabricação, a madeira distanciou-se também da conotação de construção de baixo custo, ligeira ou temporária. Em qualquer destes sistemas é possível integrar as redes de serviços na própria estrutura, sendo que estas concavidades vêm já recortadas e preparadas da fábrica. É possível também combinar diferentes sistemas, mesmo com sistemas mais antigos, para



alcançar a forma. E igualmente se combinam os sistemas com outros materiais para alcançar uma performance otimizada dos elementos. Não é, por exemplo, rara a opção por sistemas de piso combinados de madeira e betão para resolver problemas de percussão. Uma particularidade destes sistemas passa pela alta capacidade de difusão da madeira maciça, que absorve, retém e devolve a humidade dos/aos espaços interiores, tornando dispensável na maior parte dos casos o uso da barreira de vapor.<sup>1</sup> Acresce ainda que a grande estabilidade dimensional dos elementos x-lam neutraliza os clássicos problemas de dilatação e retracção dos elementos, simplificando todo o processo de desenho.<sup>2</sup>

Quanto à construção, ou montagem, o processo mora depende sempre do grau de pré-fabricação dos elementos e das particularidades variantes de cada sistema/produto. Sendo que, consoante os casos, os elementos tanto podem vir da fábrica acabados de face a face e apenas serem montados no local, como podem vir na sua forma mais elementar para, depois no local, lhes serem aplicadas impermeabilizações, isolamentos, caixilharias, revestimentos, infra-estruturas, etc. Comumente, a montagem dos elementos é, à semelhança do *platform-frame*, executada piso a piso, sendo que as lajes podem ser ou pousadas sobre as paredes ou suspensas entre elas. Elementos de dois pisos são também, excepcionalmente, produzidos. Os planos são amarrados, recorrendo a parafusos próprios, à base de betão<sup>3</sup>. As juntas consistem em simples juntas de topo pregadas ou aparafusadas. A montagem é geralmente feita com ajuda de uma grua, embora também não seja raro o uso de helicópteros, pelo que os elementos vêm protegidos contra embates e preparados com cintas e anilhas altamente resistentes para que possam ser erguidos e manuseados. Em geral, dependendo do grau de acabamento dos elementos e das dimensões do edifício e relativamente aos outros processos de construção contemporâneos, a construção é concluída rapidamente. No caso dos sistemas de blocos, pela sua leveza, a montagem é feita pelos trabalhadores, e uma vez que, ao contrário da alvenaria comum, não é necessário aplicar um aglutinante ou esperar que este seque, a construção é também abreviada. As vantagens destes novos sistemas, estendem-se assim desde a ligeireza e

---

1 KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGFH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008, p113

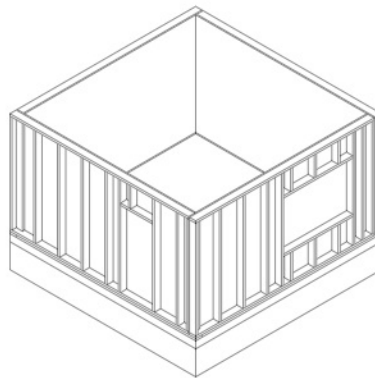
2 *idem*, p.116

3 *idem*, p.81

simplicidade da construção - com os seus detalhes repetidos, juntas simples, etc - à utilização de elementos estandardizados, fáceis de produzir, portanto, baratos. No entanto, a maior vantagem em termos arquitectónicos está na combinação de sistemas de construção simples com uma grande liberdade de desenho.

A construção em madeira contemporânea pode ser sintetizada em dois grupos de sistemas:

1. que descende da morfologia linear, especificamente dos sistemas *balloon* e *platform-frame*, e consiste num sistema complementar de componentes monofuncionais que age mecanicamente como um plano.
2. que é o legítimo legatário da morfologia maciça, consiste em elementos maciços de madeira seja em forma de plano ou blocos modulares.



## 1. SISTEMAS DE PAINÉIS

A grande depressão dos anos 20-30, as duas guerras mundiais 1914-1918 e 1939-1945, a crise do petróleo foram despertando a consciência para uma melhor gestão dos recursos. Também a mecanização dos espaços de trabalho e doméstico, novas e mais minuciosas exigências em termos de conforto, sustentabilidade e segurança impuseram novos requisitos à performance dos edifícios. A legislação acompanhou esta tendência ditando cada vez mais

complexas normas em termos de energia, conforto, segurança e prevenção de incêndio. Para responder às crescentes expectativas a construção ramificou-se em múltiplas camadas de funções particulares: estrutura, invólucro, isolamento acústico, isolamento térmico, impermeabilização, revestimento interior, exterior, instalações e serviços; sendo que por vezes se torna necessário repetir camadas, como é o caso do betão aparente. A madeira respondeu a estas exigências através do desenvolvimento de elementos compostos. O sistema de painéis deu o último passo do caminho que havia sido iniciado pela *balloon-frame*, adicionando um plano à moldura do seu antecessor *platform-frame*. Deste modo, reverteu totalmente o princípio construtivo subjacente à construção em madeira. O elemento portante passa a ser um plano composto, cuja força e rigidez é tal que o seu desempenho se assemelha à de um plano maciço. Este plano composto resulta de uma síntese de camadas construtivas reunidas num único pacote pronto a usar; que na sua forma mais simples inclui já função estrutural, encerramento do espaço e isolamento acústico.

*The two components (slab and ribs) form an indispensable, compact, synthetic package (thanks to the structural adhesive) in which loadbearing structure (supporting, bracing) and building performance (vapour diffusion), constructional internal networkings and visible surfaces are merged and every component assumes multiple functions in conjunction with all the other components. In current timber construction we therefore speak of compact systems.<sup>4</sup>*

Em síntese, podemos dizer que o elemento base deste sistema, o painel, é composto essencialmente por três componentes invariáveis:

1. Uma moldura estrutural de elementos verticais maciços – montantes - fixados a elementos horizontais, em baixo e no topo.
  2. Plano de suporte que dá rigidez e estabilidade à estrutura.
  3. Isolamento térmico a preencher os espaços em negativo.
- A esta configuração básica podem ser adicionados os extras:
4. Um plano que feche a moldura. Normalmente um painel de fibra de madeira impermeabilizado.
  5. Tubagem para redes e instalações. Os serviços têm que estar no interior da

---

4 DEPLAZES, Andrea, "Holz indifferent, synthetisch, abstrakt - Kunststoff" in Arch + 193, 2009. p.27.

impermeabilização, isto é, do lado quente.

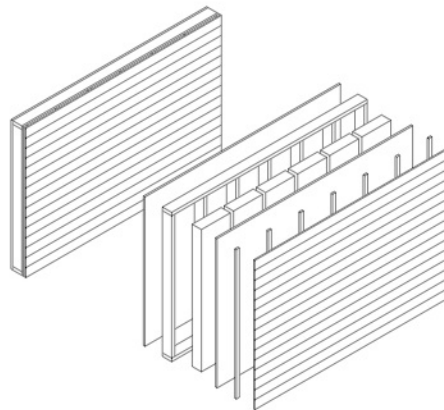
6. Revestimento/acabamento interior.

7. Barreira do vapor. Sendo que muitas das vezes esta é dispensável nestes sistemas pois o plano estrutural pode assumir esta função.

8. Impermeabilização. À qual se deve prestar especial atenção umas vez que não deve nunca ser interrompida. O contacto com os pisos e as aberturas devem, por isso, ser cuidadosamente desenhados.

9. Caixa de ar. A ventilação do alçado/cobertura é aconselhável no sistema de painéis embora existam soluções que abdicam dela.

10. Revestimento/ acabamento exterior.



## OS MONTANTES

Para edifícios de dois pisos, não sujeitos a cargas superiores às dos usos mais comuns, os elementos verticais medem no mínimo 60 x 120 mm<sup>5</sup>. No entanto, devido a exigências de isolamentos com espessuras superiores a 12 cm, as secções podem ter 120, 160, 180, 200, ou mais milímetros<sup>6</sup>. Para estruturas designadas a sustentar cargas maiores podem ser usados montantes mais largos, de 80, 100, etc mm<sup>7</sup>. O espaçamento entre os montantes varia entre 500-700mm, mas preferencialmente se adopta os 625mm<sup>8</sup> uma vez que é uma

5 KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGfH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008, p.64.

6 *ibidem*.

7 KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGfH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008, p.66.

8 *idem*, p.76.

medida que serve bem o sistema e mas também porque foi largamente adotada como standard tanto pelos fabricantes de painéis como pelos fabricantes de isolamentos e dos painéis de suporte. Estes, por exemplo, são fabricados com 1250 mm<sup>9</sup>, o que permite cobrir dois módulos.

### O PLANO DE SUPORTE

O plano de suporte corresponde normalmente a um painel compensado de madeira (OSB), podendo também ser um aglomerado ou painel de fibra de média ou alta densidade. As espessuras variam de acordo com o painel escolhido, mas andam entre os 22 mm (OSB) e os 27 mm (compensado de madeira)<sup>10</sup>. Os elementos são normalmente dispostos de modo a que este plano fique no interior. Assim se garante não só a rigidez da estrutura e a sua protecção como também permite, nesta sequência de camadas, que o plano de suporte desempenhe o papel de barreira de vapor.<sup>11</sup> Tomada esta opção é conveniente ter atenção às juntas com outros componentes - aberturas, pisos, paredes, cobertura.<sup>12</sup> Se este plano for duplicado, pode também suportar os pisos e evitar que a impermeabilização e a barreira de vapor sejam interrompidas. Os pisos são em tudo painéis semelhantes às paredes, podem ser reforçados consoante os requisitos estruturais, vir munidos de isolamento acústico e térmico, ter várias espessuras e acabamentos.

### O ISOLAMENTO

Para além do isolamento que preenche o vazio entre a estrutura da moldura, e mediante as exigências de performance, uma segunda camada de isolamento, independente da estrutura portante, também é possível. Esta solução permite resolver a questão das pontes térmicas. Muitas vezes espessuras de 160mm a 220mm são complementadas por um isolamento exterior contínuo de 60, 80 mm ou mais.<sup>13</sup> O isolamento pode ser composto por fibra de madeira, celulose ou lã mineral.

---

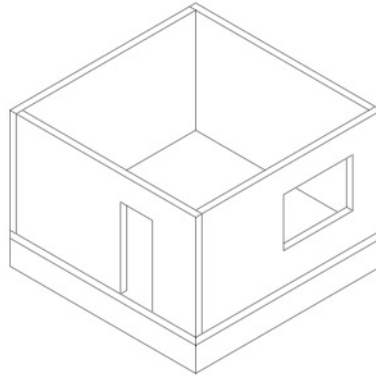
9 *ibidem*.

10 *idem*, p.83.

11 *idem*, p.68.

12 *idem*, p.70.

13 *idem*, p.66.



## 2. SISTEMAS E PRODUTOS MACIÇOS

Este segundo grupo pertencem estruturas que consistam num plano maciço de madeira ou elementos maciços modulares.

O elemento portante nestes sistemas, não é um elemento composto como o do sistema de painéis (montantes + plano) mas um só elemento maciço de madeira que funciona mecanicamente como uma laje. Existem também elementos modulares que são agregados para formar um plano maciço, semelhante à alvenaria, também estes se contam entre os sistemas maciços. Note-se que este grupo foi intitulado de “sistemas e produtos”, isto porque de facto para além de serem vários e distintos nem sempre estes produtos constituem um sistema completo. Nem todos podem ser aplicados a paredes, pisos e coberturas. Alguns têm portanto que ser combinados com outros. Podemos, portanto, ter um sistema combinado. Estas combinações podem ser úteis dependendo dos requisitos do edifício: protecção contra incêndios, isolamento acústico, carga a suportar, e também determinadas vontades expressivas do projecto (abertura de vãos, aspecto das superfícies, etc). Grande parte destes sistemas / produtos foi desenvolvida por empresas particulares e estão registados sob patente ou marca. Kolb chama-lhes “*product-related systems*”.<sup>14</sup> A variedade é tal que se levanta a questão: o que podemos considerar um sistema sólido de madeira? Os sistemas montante + plano estabilizador pertencem obviamente ao sistema de painéis. Mas existem vários

---

<sup>14</sup> Todos estes produtos são normalmente testados e acreditados por estudos elaborados por entidades competentes, como a SIA ou centros de investigação universitários ou particulares. Extensos catálogos de detalhes construtivos, prontos a usar, estão disponíveis nas páginas online das empresas ou são prontamente disponibilizados após solicitação.

sistemas que incluem muita quantidade de madeira mas possuem cavidades vazias no seu interior. Josef Kolb distingue-os da seguinte forma: “If these systems have sufficiently large proportion of solid timber, act as a structural plate in principle, and the outer boundaries of the structural plate are connected by closely spaced webs (box systems), then they belong to the solid timber construction category. The prerequisite is that the solid component accounts for at least 50% of the loadbearing construction.”<sup>15</sup> Por anuência e necessidade apropriamo-nos também desta definição. Assim e face à extensão de produtos e variantes, tentamos aqui fazer uma síntese dos principais grupos em que podem ser inseridos, dando o exemplo específico de produtos suíços sob cada categoria.

#### 1. MADEIRA LAMELADA CRUZADA (X-LAM) (LENO/ SCHILLIGER/ APPENZELLERHOLZ)

Estes planos apresentam grande resistência mecânica devido à sua composição cruzada e excelente estabilidade dimensional. A madeira mais utilizada nestes sistemas é o pinho, abeto, pinheiro. Madeiras macias, portanto, que crescem rapidamente. Este produto é produzido e vendido por vários fabricantes com variações de madeira, colas, espessuras das lamelas e laminações. As espessuras variam entre os 50 e os 300 mm<sup>16</sup>.



Fig.16 Painéis de madeira lamelada cruzada.

Os painéis maciços Leno, por exemplo, podem ter até onze camadas de laminações dispostas alternadamente e dimensões máximas de 20 x 4.8 m. Os

<sup>15</sup> KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGFH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008, p.113.

<sup>16</sup> *idem*, p.120

elementos da Appenzellerholz são uma variante peculiar da x-lam. São compostos por um núcleo de 60-80 mm ao qual se anexam várias camadas de madeira macia 20-50 cm cruzadas perpendicularmente e até diagonalmente. Este produto está associado a uma filosofia ecológica por isso as lamelas não são coladas mas fixas com cavilhas. Devido às largas espessuras o sistema desempenha parte dos isolamentos térmico e acústico. No interior a superfície da madeira pode ser deixada aparente uma vez que a madeira age como barreira de vapor.

## 2. ELEMENTOS FIXOS TRANSVERSALMENTE (BRESTA)

Estes elementos são compostos de uma só lamela (20-50 mm) por camada, dispostas lado a lado, coladas, pregadas ou cavilhadas (madeira dura). As espessuras do plano variam entre 80-240 mm<sup>17</sup>. Estes elementos podem ser aplicados em paredes, pisos e coberturas e embora anisotrópicos não há restrições no desenho, os vãos podem ser abertos aleatoriamente. Há também firmas que fornecem estes painéis em módulos associáveis por juntas macho-fêmea. Na Suíça existem vários fabricantes destes produtos. Uma das mais populares é a Bresta. Os elementos da Bresta são compostos por lamelas de 30 mm presas entre si através da perfuração com cavilhas transversais de madeira dura que neutralizam os efeitos de dilatação/retracção. A Bresta não usa aglutinantes ou fixadores mecânicos. Existem diferentes acabamentos da secção de acordo com o efeito desejado inclusive combinações com betão.

## 3. PRODUTOS À BASE DE MADEIRA

Os elementos deste grupo são basicamente produtos derivados de madeira, isto é, compensados, aglomerados e painéis de fibras, ampliados à escala do edifício. Podem ser compostos por uma ou várias camadas de partículas ou folheados de madeira prensados. Os painéis OSB, por exemplo, são sobrepostos para formar componentes sólidos (3 camadas mínimo = 75mm e 10 camadas máximo = 250 mm). O produto Homogen 80 consiste num plano aglomerado de madeira de 80mm de espessura. É produzido em tamanhos até 537x203 cm que podem ser associados através de juntas macho-fêmea para formar painéis ainda maiores. Este sistema tem que ser combinado com outros, uma vez que o plano de fibras não apresenta força mecânica suficiente

---

17 *idem*, p.122

















Fig.17 ELEMENTOS FIXOS TRANSVERSALMENTE, SCHILLIGER HOLZ, 2008.



Fig.18 ELEMENTOS FIXOS TRANSVERSALMENTE, SCHILLIGER HOLZ, 2008.

Aplicação: cobertura, pisos, paredes.	Direcção estrutural: isotrópica, anisotrópica.	Dimensões: Comprimento x Largura. Espessura mínima - máxima.
 <p data-bbox="567 247 597 840">LENO / SCHILLIGER GFP</p>		 <p data-bbox="173 592 204 873">LENO 20000 x 4800 mm</p> <p data-bbox="249 592 279 873">SCHILLIGER GFP 13700 x 3400 mm</p> <p data-bbox="332 592 362 689">27-500 mm</p> <p data-bbox="415 592 446 689">50-300 mm</p>
 <p data-bbox="816 247 846 840">APPENZELERHOLZ</p>		 <p data-bbox="521 916 551 1131">18000 x 3200 mm</p> <p data-bbox="642 916 672 1013">150-360mm</p>
 <p data-bbox="1028 247 1058 840">BRESTA</p>		 <p data-bbox="703 1282 733 1455">12000 x 2800 mm</p> <p data-bbox="808 1282 839 1379">80-260 mm</p>
 <p data-bbox="1141 247 1171 840">HOMOGEN 80</p>		 <p data-bbox="914 1606 945 1757">5370 x 2030 mm</p> <p data-bbox="1020 1606 1050 1703">80 mm</p>

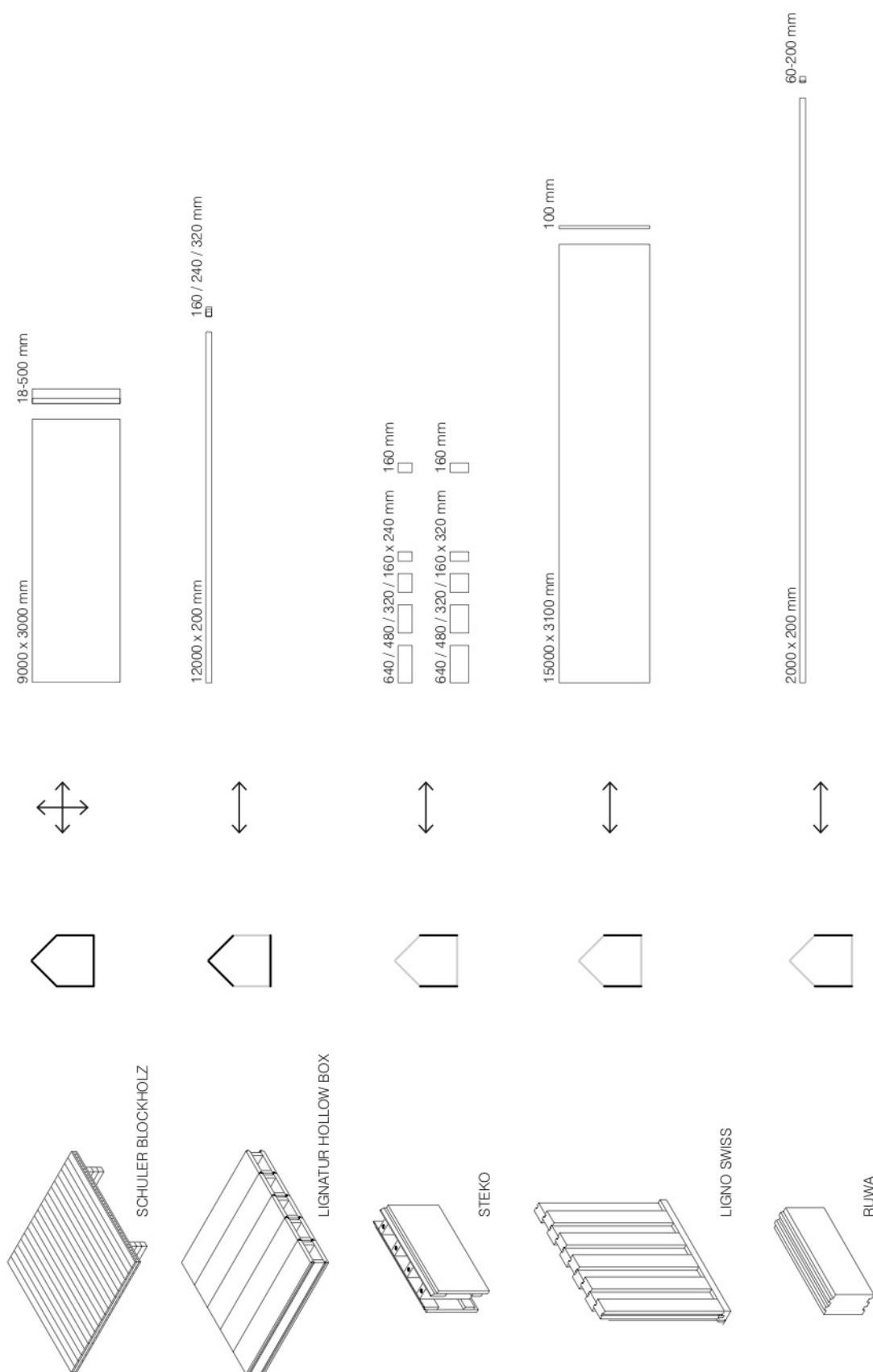


Fig.19 PRINCIPAIS SISTEMAS E PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO MACIÇA NA SUÍÇA

para agir como laje de piso. A superfície lisa e o facto do seu comportamento dispensar a aplicação de uma barreira de vapor permite que o acabamento lhe seja aplicado directamente.

#### 4. MODULARES (STEKO/ LIGNO SWISS)

O bloco Steko foi desenvolvido nos laboratórios da ETHZ em cooperação com a indústria e é uma espécie de alvenaria de madeira. O objectivo era usar peças mais pequenas de madeira para formar um elemento resistente e dimensionalmente estável. O sistema baseia-se em módulos de madeira maciça estandardizados que está a propagar-se significativamente pela Suíça. O módulo base tem 32x64 cm de largura/altura por 16cm de espessura mas também módulos mais pequenos de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$  estão disponíveis também para acertar medidas. O módulo é composto por 5 peças de madeira maciça cruzadas e coladas entre si deixando espaços contínuos verticais e horizontais ideais para passar instalações e preencher com isolamento térmico e acústico.



Fig.20 Módulo Steko.  
Fig.21 Módulo Ligno Swiss.

Os blocos são montados no local como alvenaria, são leves e facilmente manejáveis pelo que facultam uma rápida montagem. Os módulos são fixados através de um encaixe especial, semelhante ao dos legos, que garante uma junta eficaz. Uma vez montados formam um plano altamente resistente e estável. Peças especiais, também disponibilizadas pelo fabricante, rematam as extremidades e as aberturas. O espaço vazio entre os módulos é normalmente preenchido no local de construção com isolamento drenável. Mas é usualmente reforçado por uma aplicação exterior de uma camada contínua que resolve as pontes térmicas. Os módulos podem ficar aparentes do lado interior uma vez que a humidade é absorvida dos espaços interiores, retida e depois devolvida pelos próprios blocos sólidos o que significa que muitas vezes o uso de barreira de vapor é desnecessário.

Um outro exemplo de sistema modular é o sistema de módulos verticais da Ligno Swiss. Os módulos são associados e amarrados por calhas horizontais na base e no topo. Tal como outros sistemas, permite integrar serviços e dispensa o uso de barreira de vapor. Estes produtos modulares são aplicáveis apenas em paredes e têm que ser combinados com outros para formar um sistema.

#### 5. *RIBBED PANELS* (SCHULER) e *HOLLOW-BOXES* (LIGNATUR)

Estes elementos encontram-se formalmente algures entre o sistema de painéis e o sistema maciço. O sistema *ribbed panels* consiste num painel sólido x-lam, composto por lamelas de 20-26mm de espessura. Contudo, este elemento não é capaz de actuar, por si só, como elemento portante. Por isso, é reforçado pela aplicação (colagem) de montantes do mesmo material que tornam a estrutura rígida. Tal como no sistema de painéis, os espaços entre os montantes podem ser preenchidos com isolamento e encerrados com um segundo plano.



Fig.22 Elementos Lignatur, com e sem isolamento.

Os sistemas *hollow-box* da Lignatur baseiam-se, como indica o nome, em componentes ocios. Foram desenvolvidos para serem usados em pisos e coberturas. A largura do elemento é geralmente de 20mm, sendo que o comprimento máximo é de 12 m. A espessura varia consoante as exigências específicas do cliente 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 280, 320 mm. Os elementos são associados através de encaixes macho-fêmea mas os elementos podem também já vir associados em painéis de 414mm ou 1000 mm (standard) de largura e 16 m max. de comprimento. Estes elementos estão, contudo, sujeitos ao módulo. Os vazios no interior dos elementos são também enchidos com isolamento.

**maieez**, *s. f.* qualidade de maciço; dureza. (De *maciço*).

**maciço**, *s. m.* disposição irregular de montanhas que formam um conjunto de elevações ramificadas em diversos sentidos; o *m. q.* batólito; conjunto de coisas ou pessoas muito juntas; agregado cristalino de forma irregular; *adj.* que não é oco; compacto; sólido. (De *massa* ou prov. e fr. ant. *massis*, hoje *massif*).

**MACIÇO**, *adj.* (esp. *macizo*). Compacto, que não tem cavidades: *coluna maciça*. Que não é oco ou cheio de outra matéria: *castiçal de prata maciça*. *Fig.* Cerrado, denso: *ajuntamento maciço*. Que é ou parece espesso, pesado: *corpo maciço*. Grosso, sólido: *construção maciça*. Inabalável: *opinião maciça*. Valioso: *dote maciço*. *S. m.* Obra de alvenaria cheia e sólida. Grupo denso de pessoas ou de objectos: *maciço de arvoredos*. Qualidade daquilo que é compacto. ANTÓN.: **oco, leve, esbelto**.

**SÓLIDO**, *adj.* (lat. *solidus*). Que tem consistência, cujas partes são aderentes, por oposição a *fluido*: *corpo sólido*. Robusto: *rapaz sólido*. Firme, seguro, capaz de resistir, por oposição a *fraco*: *construção sólida*. *Fig.* Que tem um fundamento real, efectivo, duradouro: *razões sólidas*. Firme nos seus sentimentos: *carácter sólido*. Alimentos sólidos, os que têm consistência, por oposição a *alimentos líquidos*: os que são mais nutritivos, substanciais. *Fortuna sólida*, grande e empregada de modo a resistir a acidentes financeiros. *S. m.* Corpo sólido: *os sólidos e os líquidos*. *Mat.* Corpo, espaço limitado por superfícies. ANTÓN.: **líquido, fluido, frágil**.

**maciço**, **1. adj.** Compacto; que não tem cavidades, que não é oco: *oiro maciço*. **2. adj.** Feito de uma só substância. **3. adj.** Cerrado; basto: *bosque maciço*. **4. adj.** Sólido. **5. adj.** Inabalável. **6. adj.** Importante. **7. s. m.** Qualidade do que é compacto. **8. s. m.** Coisa compacta. **9. s. m.** Grupo de pessoas ou coisas muito juntas: *um maciço de plantas*. **10. s. m. Geol.** Formação eruptiva de grandes dimensões, desenvolvida irregularmente em qualquer direcção, antes de atingir a superfície do Globo. Cf. Gonç. Guimarães, *Geologia*.

**sólido**, [Do lat. *solidus*.] **1. adj.** Que tem consistência. **2. adj.** Íntegro. **3. adj.** Que não tem vácuo. **4. adj.** Maciço. **5. adj.** Duro; durável. **6. adj.** Firme, forte. **7. adj.** Substancial. **8. adj.** Robusto. **9. adj.** Que tem fundamento real; incontestável. **10. s. m.** Aquilo que tem comprimento, largura e altura. **11. s. m.** Cujas partes aderem, tornando difícil a sua separação. **12. s. m.** Aquilo que é sólido.

Fig.23 SIGNIFICADOS DAS PALAVRAS MACIÇO E SÓLIDO POR DIFERENTES DICIONÁRIOS.

### 1.3 DO LINEAR AO MACIÇO

Em linguística, morfologia é o estudo da estrutura, da formação e da classificação das palavras. Tomemos com igual sentido a morfologia arquitectónica, como o estudo da estrutura, da formação e classificação dos edifícios. Esta classificação não atende ao lugar ou tempo da arquitectura mas baseia-se apenas no modo como se chega à forma, o modo como é produzida a linha entre os espaços. Na arquitectura, como na escultura aliás, o modo como se chega à forma pode ser subtractiva ou aditiva. Valerio Olgiati refere-se a esta dicotomia como “an Architecture of Dividing” em oposição a uma “Architecture of Adding”<sup>1</sup>. Consideremos também, por comodidade, a morfologia arquitectural como uma linha cujos extremos são a morfologia maciça e a morfologia linear, frequentemente referidos, na teoria da arquitectura, como estereotomia e tectónica, respectivamente. Tentemos então compreender o que faz com que uma construção se insira num ou no outro grupo.

Se procurarmos a palavra “maciço” nos dicionários deparamo-nos com os seguintes termos: que não é oco; compacto; sólido; sem cavidades; espesso; cerrado; denso; cheio; alvenaria: massa; feito de uma só substância. Na palavra “sólido” encontramos: duradoiro; que tem consistência; robusto; firme; seguro; forte; cujas partes aderem, tornando difícil a sua separação; capaz de resistir. Na construção maciça, também chamada sólida, parte-se do bloco homogéneo, coeso dele se subtraem formas. Seja depois da construção ou durante. Como terá dito Michelangelo Buonarroti, todas as formas estão contidas no bloco de mármore e que bastava retirar o que não era necessário. No trabalho de construção maciça falamos, portanto, em cavar, escavar, talhar, esculpir, cortar. Obviamente que na arquitectura pela sua escala é raro que as formas sejam escavadas. O que acontece é que a forma maciça é cortada em elementos mais pequenos, para permitir o seu manuseamento e transporte, que são depois agregados novamente no local de construção. Por isto a construção maciça é habitualmente referida como estereotomia. Do grego “stereos”, sólido + “tome”, corte, estereotomia refere à arte de cortar ou dividir os materiais de construção. Por este método, a definição do espaço interior

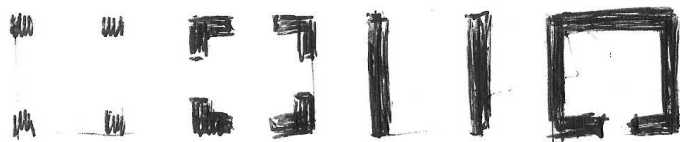
---

<sup>1</sup> BREITSCHMID, Markus, *The Significance of the Idea in the Architecture of Valerio Olgiati*, Niggli, Zürich, 2009, p.47.



e exterior é imediata, pois o encerramento do espaço e a estrutura portante coincidem. A abertura de vãos influencia directamente a estrutura e costumavam ser, até à invenção do betão armado, contidos. A estrutura associada a rigidez e inflexibilidade.

Reversamente, na construção linear, também chamada filigrana (de fil, fio, filamento), os elementos são associados para formar uma estrutura. Falamos já de agregar, montar, armar, juntar, colar, pregar, aparafusar. A junta, o nó têm tanta ou mais importância que os restantes elementos. Por este método cria-se o esqueleto, a moldura, a armação do volume, mas não se encerra o espaço. O encerramento do espaço é independente da estrutura e conseguido posteriormente cobrindo-a com uma pele exterior ou preenchendo os espaços entre a estrutura. A abertura dos vãos não tem implicações estruturais. Estamos perante uma estrutura composta de elementos que cumprem diferentes funções. Por muito tempo a madeira se expressou pela morfologia linear, legada mais tarde ao ferro e ao betão armado. De facto, o sistema de pórticos do ferro e do betão armado não constituiriam inovação alguma se não na dimensão dos vãos. Estas estruturas estão associadas a flexibilidade, à liberdade. Lembremos os pilotis de Le Corbusier associados à planta e alçado livres.



Claro está que também existem edifícios híbridos, isto é, construções que estão algures entre a morfologia linear e maciça - atestam-no as catedrais góticas - ou ainda que combinam ambas - não era invulgar que um edifício de pedra fosse coberto por um telhado de madeira, ou que um edifício de madeira tivesse por base pedra. No entanto, esta ambiguidade foi atingindo níveis mais complexos à medida que se descobriam novos materiais e formas de os associarem. O betão armado, por exemplo, é um material sólido reforçado pelo linear e cujas estruturas variam entre estes dois pontos. Também ao longo da história as tendências se vão debruçando mais sobre uma categoria ou outra consoante os materiais e técnicas disponíveis. Em culturas nómadas,

prevalece a construção linear. Os elementos fáceis de transportar, flexíveis, de montagem rápida são apropriados ao seu modo de habitar. Contudo, o homem sedentário procurou uma construção mais robusta, segura, permanente orientando-se para a construção maciça. A revolução industrial impulsionou também uma destas transferências, depressa uma cultura construtiva baseada na morfologia maciça, se converteu ao ferro e às suas estruturas lineares marcando veemente a arquitectura e o urbanismo. Subitamente edifícios de muitos andares brotaram nas cidades, surgiram as transparências, os vãos aumentaram exponencialmente. Pouco depois o betão armado combinava vantagens do linear ao seu material sólido e novamente reverteu a tendência anterior. Os desenvolvimentos tecnológicos, na comunhão de várias ciências, têm alterado e combinado os materiais de tal forma que estes se estão a tornar cada vez mais híbridos e a adquirir propriedades que não lhes eram próprias previamente. Os materiais são cada vez menos usados na sua forma mais natural. Isto tem obviamente consequências directas no modo como se produz o espaço.

### SEMPER E AS QUATRO CATEGORIAS DOS MATERIAIS

Em 1860, Gottfried Semper, arquitecto e teórico, publicou *Der Still*, livro em que estabelecia a relação entre a arquitectura e as artes técnicas, e em que arrumou as matérias-primas em quatro categorias associando-as às quatro artes técnicas elementares.

*§. 3. Existem quatro categorias principais em que as matérias-primas podem ser classificadas de acordo com a sua finalidade técnica. Os seus atributos específicos são os seguintes:*

- 1) maleável, resistente, altamente resistente a rasgos, de grande força absoluta;*
- 2) mole, maleável (plástico), capaz de ser endurecido, facilmente moldado e formado, retenção de uma determinada forma quando endurecido;*
- 3) em forma de stick, elástico, principalmente de força relativa, ou seja, resistentes às forças de trabalho na vertical ao longo do comprimento;*
- 4) forte, densamente agregado, resistente ao esmagamento e compressão, ou seja, de força reactiva significativa. É, portanto, adequado para trabalhar a forma através da remoção de partes da massa ou da combinação de peças regulares para formar sistemas em que a força reactiva seja o princípio de construção.*

(...) Assim, eles podem ser divididos nas seguintes classes:

1. têxteis,
2. cerâmica,
3. tectónica (carpintaria)
4. estereotomia (alvenaria, e assim por diante).<sup>2</sup>

Semper imediatamente advertiu que esta divisão não era rígida e que os materiais por vezes pertencem a um grupo do ponto de vista material mas que formalmente podem ser mais próximos de outro. Referiu ainda que o metal, pelas suas propriedades versáteis (flexibilidade, capacidade de ser endurecido, resistência à tensão e compressão, homogeneidade, coesão), abrange todas as quatro categorias. Este inventário, apesar dos seus apartes, era claro. Porém, foi sendo completamente desarrumado pelas novas tecnologias de produção. Os materiais têm sido transformados e combinados dando origem a materiais híbridos. “As nossas construções já não se levantam fundamentalmente com materiais naturais (pedra, tijolo, madeira). Os próprios materiais são produzidos artificialmente (ferro, betão armado). A Arquitectura começa agora nos laboratórios.”<sup>3</sup>

Quanto mais artificiais, mais os materiais se espalham pelas categorias. O betão por exemplo, descendente da estereotomia, pode, pelas suas características - “capaz de ser endurecido, facilmente moldado e formado, retenção de uma determinada forma quando endurecido” - perfeitamente ser encaixado na categoria da cerâmica.

## A MADEIRA

Se olharmos o percurso da construção em madeira até hoje averiguamos que, apesar de na sua origem constar a construção maciça do strikbau, este tem sido predominantemente linear. Em linguística dá-se o nome de morfema aos elementos indivisíveis que formam as palavras. Podemos pelo que constatamos no capítulo anterior afirmar que o morfema da construção em madeira, deixou de ser linear para ser maciço. Note-se que a primeira característica do grupo 3 de Semper é “em forma de stick” e que este grupo é relativo

---

2 SEMPER, Gottfried, "§3 Vier Kategorien der Rohstoffe." in *Der Stil in den Technischen und Tektonischen Künsten oder Praktische Ästhetik*, Erster Band, Verlag für Kunst und Wissenschaft, Frankfurt a. M., Munich, 1860, p. 9-10.

3 GIEDION, "Arquitecto y Construcción - Reflexiones sobre el local de exposiciones Citroën, Rue Marboeuf, Paris" in *Sigfried Giedion: Escritos Escogidos*, selección e introd. Josep M. Rovira, 1997, p.87.

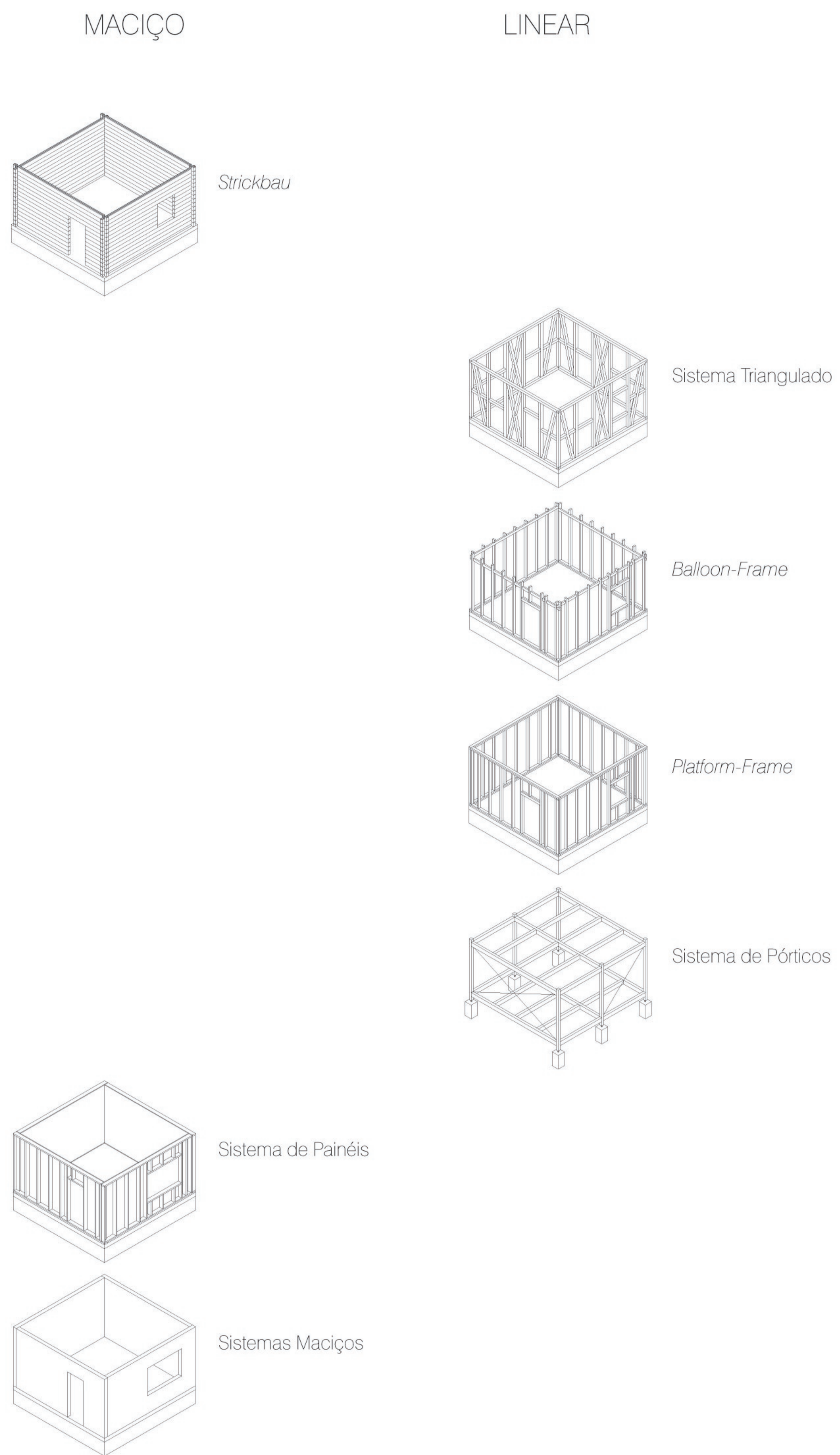


Fig.24 SISTEMAS ALINHADOS SEGUNDO A SUA MORFOLOGIA.

à classe tectónica, Semper faz mesmo questão de especificar entre parênteses “carpintaria”. Note-se também que Semper refere as propriedades anisotrópicas da madeira “resistentes às forças de trabalho na vertical ao longo do comprimento”. Ora os novos processos de corte, prensagem e colagem tornaram possível que a madeira passasse a ser usada como um plano isotrópico. A madeira usada nos sistemas emergentes não é linear nem anisotrópica. Ela não só abandonou o seu grupo como se foi enfiar nos outros três.

## TÊXTEIS

A grande afinidade dos elementos laminados cruzados com as estruturas têxteis é evidente. Também os têxteis partem de elementos lineares para formar um maciço. A estrutura x-lam baseia-se na disposição de camadas de linhas em direcções contrárias que formam uma trama altamente resistente. Esta malha, tal como em uma urdidura, forma um plano sem qualquer hierarquia de forças interior, isotrópico portanto, passível de ser reproduzido em tamanhos teoricamente ilimitados. A qualidade das ripas usadas – as linhas - pode ser também determinada, usando melhores ou piores madeiras de acordo com as cargas e tensões que terá que suportar. O carácter elástico da madeira aliás predispõe-se para esta categoria. Esta afinidade já existia, como vimos, no sistema entrelaçado do *strickbau*. Nas palavras de Semper “A relação entre têxteis e tectónica é tão próxima que ainda usamos termos técnicos dos têxteis para referir elementos tectónicos (faixa, cinta, forro (guarnição), revestimento, tensão, etc).”<sup>4</sup> Recentemente, tem-se tentado reproduzir com madeira estruturas em que cada fio da trama passa alternadamente por cima e por baixo num esquema idêntico ao da cestaria. Markus Hudert na IBOIS (Laboratório da construção em madeira da EPFL) tem-se empenhado na investigação e desenvolvimento de estruturas em madeira baseadas nos princípios têxteis.

## CERÂMICA

Como vimos, o processamento da madeira hoje passa pela sua divisão em partes cada vez mais pequenas à qual corresponde um processo inverso de agregação. A cola é a nova junta. Por este processo as irregularidades da ma-

---

4 SEMPER, Gottfried, *Der Still in den Technischen und Tektonischen Künsten oder Praktische Ästhetik*, Zweiter Band, München, Friedrich Bruckmann's Verlag, 1863, p.212.

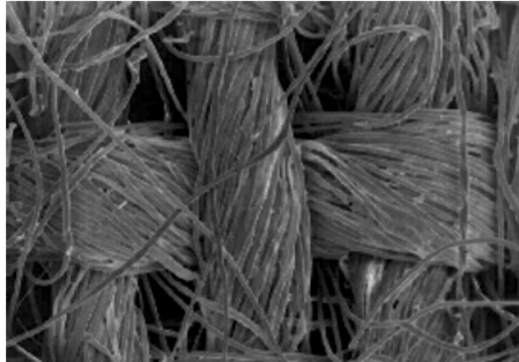


Fig.25 Imagem microscópica de estrutura textil em algodão.



Fig.26 Elementos de madeira Lamelada Cruzada



Fig.27 Protótipo de grande escala na exposição Timebr Project, 25 Fev - 31 Maio Archizoom.

deira são neutralizadas, obtendo-se uma polpa homogénea, “mole, maleável (plástica), capaz de ser endurecida, facilmente moldada e formada” e que “retém uma determinada forma quando endurecida”. A produção dos painéis de fibras ou os aglomerados passa por um processo próximo à cofragem do betão. A massa é vertida ainda líquida na forma e após a secagem adquire a forma do molde. Hoje fala-se em “moldar” madeira.

#### ESTEREOTOMIA

“Forte, densamente agregado, resistente ao esmagamento e compressão, ou seja, de força reactiva significativa. É, portanto, adequado para trabalhar a forma através da remoção de partes da massa ou da combinação de peças regulares para formar sistemas em que a força reactiva seja o princípio de construção.” A madeira definitivamente veio estabelecer-se nesta categoria. Por um lado temos os componentes maciços que são literalmente blocos densamente agregados, altamente resistentes, dos quais se cortam, escavam partes para chegar à forma. Por outro temos sistemas modulares como o Steko que não é mais do que alvenaria de madeira e que constitui quase a caricatura da transferência da madeira da categoria de “carpintaria” para a de estereotomia. Embora o sistema strickbau pertencesse à categoria maciça, os novos sistemas maciços conquistaram para a madeira o grande feito do betão, que terá sido a de combinar um sistema sólido com uma força que permite grande flexibilidade na abertura de vãos.

#### NOVAS TÉCNICAS, NOVAS FORMAS.

A reciprocidade entre novas formas de processamento dos materiais, novas formas de construção e formas da arquitectura é evidente. Estudos comparativos transversos à cultura, tempo e lugar e que se concentraram nas técnicas de produção, como a elaborada por Gottfried Semper no seu livro “Der Still” ou mais recentemente “Studies in Tectonic Culture” de Kenneth Frampton, descobrem coincidências - no sentido de sobreposição e não de acaso - reveladoras do modo como os métodos de produção e matérias disponíveis influenciam a forma. De facto, tem-se assiduamente constatado que quando grupos diferentes, distanciados no tempo e espaço, têm acesso a um material de propriedades semelhantes, desenvolvem estruturas e modos de construir muito análogos. Um dos momentos mais evidentes do impacto da técnica



Fig.28 Demolição do edifício dos correios construído segundo o sistema Hennebique, na rua King Edward, Londres, 1998.

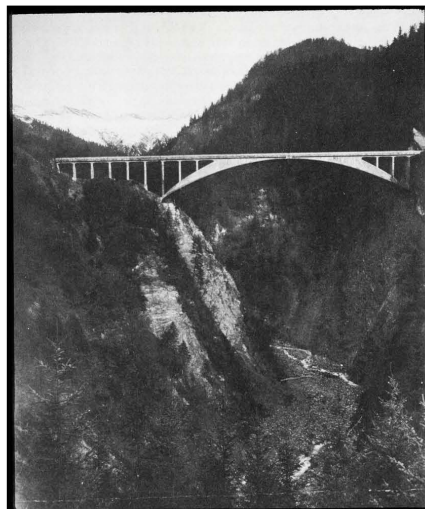


Fig.29 Maillard, Salginatobelbrücke, Schiers, 1930.

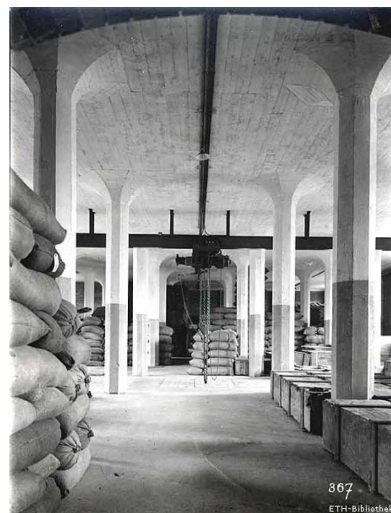


Fig.30 Maillard, Lagerhaus Zürich-Giesshübel, 1910.



sobre a forma ocorreu aquando da revolução industrial. A industrialização da produção e o aparecimento de novos materiais levantaram questões muito semelhantes às que levantamos hoje; e muitas das respostas dos arquitectos de então servem-nos agora como ponto de referência. Em 1924, num texto intitulado "Industrialized Building", Mies van der Rohe escrevia: "Enquanto usarmos essencialmente os mesmos materiais, o carácter do edifício não mudará."<sup>5</sup> O mesmo conteúdo é reformulado na frase de Konrad Wachmann "Sempre que as condições da produção da arquitectura mudarem, a arquitectura também muda!" Estas asserções confirmam a plena consciência que alguns arquitectos tinham da profunda mudança que ocorria. Que novas tecnologias conduzem a novas formas de construir fica portanto claro, contudo, esta transferência não é simultânea nem imediata. A forma não segue prontamente os novos métodos. De acordo com a teoria do metabolismo de Semper, a história de uma cultura manifesta-se através de transposições ocasionais nas quais atributos arquitectónicos de um modo são expressos no contíguo. O novo material desenvolve-se ainda sob um rasto estrutural e cultural prevalecente e um certo desfasamento entre o tecnológico e o cultural ocorre. Deplazes chama a este conflito "imanência tecnológica versus permanência cultural"<sup>6</sup> O ferro, por exemplo, sofreu bastante com esta metamorfose, como explica Giedion, "Durante todo um século – desde o início da industrialização – não faltaram tentativas de esconder a invulgar sobriedade do ferro. Isto era tentado através de todo o tipo de decorações que recordavam as formas antropomórficas da arquitectura anterior. () Todas as intenções de "embelezar" estes materiais com intervenções artístico-artesanais, embatem futilmente contra eles."<sup>7</sup> E remata indignado "Deveria ter chegado o momento de escutar definitivamente as directrizes do nosso tempo."<sup>8</sup> Outro exemplo axiomático deste fenómeno são as primeiras estruturas de betão armado de François Hennebique<sup>9</sup> que apesar de elaboradas em betão ainda se assemelhavam ao arranjo tectónico das estruturas em madeira, com a sua hierarquia

---

5 CONRADS, Ulrich, *Programme und Manifeste zur Architektur des 20. Jahrhunderts*, Ullstein, Berlin, Frankfurt, Wien, p.81-82. Disponível em [http://web.mac.com/davidrifkind/fiu/library\\_files/mies.pdf](http://web.mac.com/davidrifkind/fiu/library_files/mies.pdf). Consultado a 12.05.2011.

6 DEPLAZES, Andrea. "Holz indifferent, synthetisch, abstrakt- Kunststoff" in *Arch + 193*, 2009, p.27.

7 GIEDION, "Arquitecto y Construcción - Reflexiones sobre el local de exposiciones Citroën, Rue Marboeuf, Paris" in *Sigfried Giedion: Escritos Escogidos*, selección e introd. Josep M. Rovira, 1997, p.87-89.

8 *idem*, p.93.

9 François Hennebique (1842-1921) engenheiro francês, registou a patente da construção em betão armado em 1892, é considerado o responsável pela aceitação do material.

de vigas principais e secundárias. Lembremos ainda que o betão inicialmente era também usado como pedra. Só após um certo período de adaptação, Robert Maillart<sup>10</sup> estabeleceu os princípios intrínsecos da construção em betão armado restituindo-lhe a sua complexa elegância. Maillard munuiu, sob olhares desconfiados, o betão da sua linguagem formal própria, reduzindo o material ao essencial, desenvolvendo os termos/formas como a viga-caixão, a laje maciça, o pilar fundido com a laje. Também Le Corbusier se debateu impacientemente face à apatia da arquitectura em relação às novas tecnologias. Contrariava-o que a arquitectura continuasse a construir da mesma forma apesar do avanço das outras disciplinas. Para ele um arquitecto é um “criador de organismos” que, olhando de espírito aberto para um transatlântico encontraria “a liberdade de uma longa mas desprezível escravidão do passado.” Uma escravidão que conduz, segundo ele, a “um respeito preguiçoso pela tradição” e à “estreiteza dos preconceitos.”<sup>11</sup> E o que mais eram os seus “cinq points d’ une architecture nouvelle” senão uma proposta ilustrada dos novos termos da linguagem arquitectónica?

Apesar das diferentes abordagens e discursos arquitectónicos, a mensagem é consensual em um ponto: os métodos de produção e respectivos materiais não devem ser forçados ou contrariados, é essencial a leitura da sua inerente aptidão/forma. Esta leitura só emerge depois de um período de adaptação, depois de ultrapassados certos preconceitos e hábitos culturais, imagens estereótipo que mostram inércia em partir e dar lugar às novas formas. Certamente também a inexperiência é cúmplice neste atraso. Nem sempre o modo de usar o material é imediatamente evidente, é preciso testá-lo, experimentá-lo.

Pressentindo que as novas tecnologias de produção em madeira estão neste ponto intermédio de tradução em que a reciprocidade entre técnica e forma ainda não se consumou plenamente, a questão que se coloca agora é: “Que estrutura/forma é inerente e adequada aos sistemas de construção em madeira contemporâneos?”<sup>12</sup>

---

10 Robert Maillart (1872-1940), engenheiro suíço, estudante e professor na ETHZ, revolucionou o uso do betão armado, conhecido pelas suas pontes elegantes e radicalmente inovadoras, baseadas na utilização de lajes de betão armado planas e curvas.

11 LE CORBUSIER, *Vers une architecture*, 1923 in tr. ETCELLS, Frederick, *Towards a new architecture*, The Architectural Press, London, 1970, p.86.

12 DEPLAZES, Andrea. "Holz: indifferent, synthetisch, abstract – Kunststoff" in arch +193, p.27.



Fig.31 EDIFÍCIO EM CONSTRUÇÃO, SISTEMA MACIÇO.

## 1.4 A CASA COMO MAQUETA 1:1

A semelhança entre os novos processos de construção em madeira e a elaboração de uma maquete é assídua e estende-se por todo o processo de produção desde o fabrico do material à montagem. Esta comparação aliás não é nova, tão-pouco original. De facto, basta observar o processo construtivo destes sistemas ou simplesmente a linha de produção dos elementos para que logo lembre a analogia. Deplazes, por exemplo, compara o edifício contemporâneo construído em madeira a uma “maquete de cartão na dimensão de uma construção”<sup>1</sup>. Na base desta similitude está a profunda mudança nos modos de produção da madeira. Constatamos anteriormente que a forma depende muito do método de produção e que técnicas e matérias semelhantes dão origem a formas igualmente semelhantes. Constatamos também que o plano é hoje o elemento básico da construção em madeira. Foi exactamente a aproximação da madeira às propriedades do cartão que esteve na origem desta semelhança. O comportamento estrutural do plano de madeira é idêntico ao do cartão (à escala da maquete evidentemente) e as suas características muito próximas: é leve, fácil de cortar, manipular, isotrópico, homogéneo e pode ter várias espessuras e acabamentos.

Esta proximidade começa ainda na produção dos elementos. O plano do sistema de painéis, por exemplo, pode ser comparado ao cartão canelado, ambos são formados por duas camadas exteriores e uma interior que lhe dá rigidez. Também os elementos x-lam partem da sobreposição e colagem de camadas para formar um plano rígido como alguns tipos de cartão. Esta comparação atinge o auge, com os painéis de fibra de madeira cuja produção parte da sublimação da estrutura da madeira formando uma polpa homogénea que após prensada e aquecida forma o plano. Por processos idênticos se obtêm igualmente o papel e o cartão.

Outro aspecto importante é o da preparação e execução do corte. Os desenhos que se elaboram para a construção de uma maquete são em muito idênticos aos desenhos para corte dos planos de madeira nas fábricas. Também dividimos o projecto em partes recortáveis, em peças organizadas na

---

1 DEPLAZES, Andrea. "Holz: indifferent, synthetisch, abstract – Kunststoff" in arch +193, p.28.

folha de modo a poupar material, também preparamos de antemão os seus encaixes. Especialmente coincidente é o modo como estes desenhos podem ser lidos e executados por máquinas controladas por computador, tanto à escala da maqueta com a máquina laser, como à escala 1:1 dos elementos maciços em madeira com as grandes máquinas de corte industriais. É ainda mais óbvio quando se lida com aberturas, que podem ser cortadas dos elementos maciços de madeira tal como as cortamos do cartão com um x-acto. Em ambos os casos, os elementos são produzidos em condições favorecidas, o corte é feito na horizontal (como dá mais jeito portanto), às superfícies é aplicado o acabamento desejado e as aberturas recortadas e munidas com seus respectivos caixilhos antes da montagem. Na fábrica, pela dimensão dos elementos, são usadas bases de corte que facilitam o manuseamento das peças como bases de rolamentos ou de inclinação ajustável que permitem entregar o elemento a outra base e trabalhar a face oposta (bases borboleta). Estamos, portanto, perante uma linha de produção que gera elementos a ser montados posteriormente e não perante uma construção no sentido mais habitual do termo.

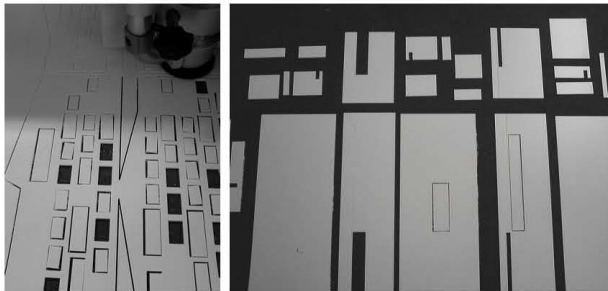


Fig.32 Corte de peças de cartão a laser para maqueta, Digital werkstatt, RAPLAB, ETHZ, 2009.

De facto, ao longo do trabalho, na descrição destes processos de construção muitas vezes se hesitou entre as palavras montar e construir. Isto porque de facto se parte de peças individuais para formar o todo ao contrário de outro tipo de edificações em que a forma vai sendo construída por camadas no local. O transporte dos elementos é obviamente mais complicado e menos imediato que o da maqueta. Os elementos são providos de cintas de alta resistência, que facilitam o seu manuseamento nas fases seguintes; cuidadosamente embrulhados em materiais esponjosos e lonas que os protegem de impactos, humidade e raios UV; e finalmente agrupados em camiões e transportados

para o terreno de construção. Aqui são montados rapidamente com a ajuda de guindastes, gruas e helicópteros, no fundo extensões das capacidades motoras humanas. Na sua fixação são usadas pistolas de pregos, aparafusadoras e adesivos aglutinantes, que podemos equiparar aos agrafos, alfinetes e colas usados nas maquetas.



Fig.33 Construção de um edifício usando painéis maciços em madeira, K.L.H.

O restante trabalho no local é determinado pelo do nível de pré-fabricação dos elementos. Cada vez mais os elementos chegam ao terreno acabados de face a face, isto é, desde o revestimento interior ao exterior – incluindo já isolamentos térmicos e acústicos, caixilharia, impermeabilização e até tubagens para serviços.

Verificamos portanto que a analogia de que se alimentam título e corpo deste trabalho não é apenas superficial. A produção e edificação destes novos sistemas construtivos em madeira aproximam-se, de facto, à elaboração de uma maqueta, mas que significado tem isto?

## ALTO NÍVEL DE PRÉ-FABRICAÇÃO

*Today, the wooden house is produced in factories, not by the craftsman in his shop. A traditional, highly developed craft has evolved into a modern machine technology; new applications and new forms are being developed. Wood simply as lumber – as traditionally used by the carpenter – is no longer able to meet today's requirements. But as a standardized, machine-produced, pre-fabricated product wood can compete in terms of cost and utility with any other building material.*

Konrad Wachmann, Berlin, 1930<sup>2</sup>

2 WACHSMANN, Konrad, *Building the wooden house: technique and design*, Birkhauser, Basel, 1995. p.7.

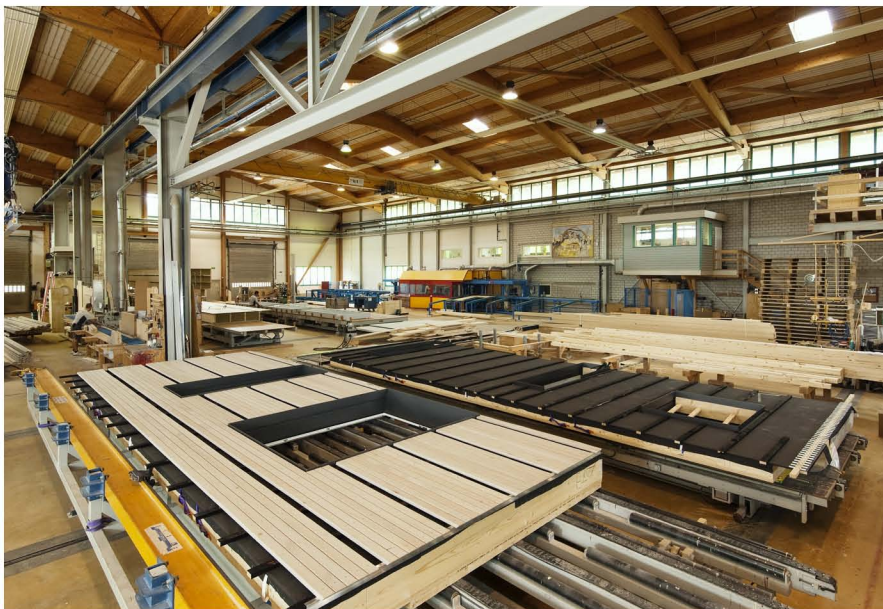
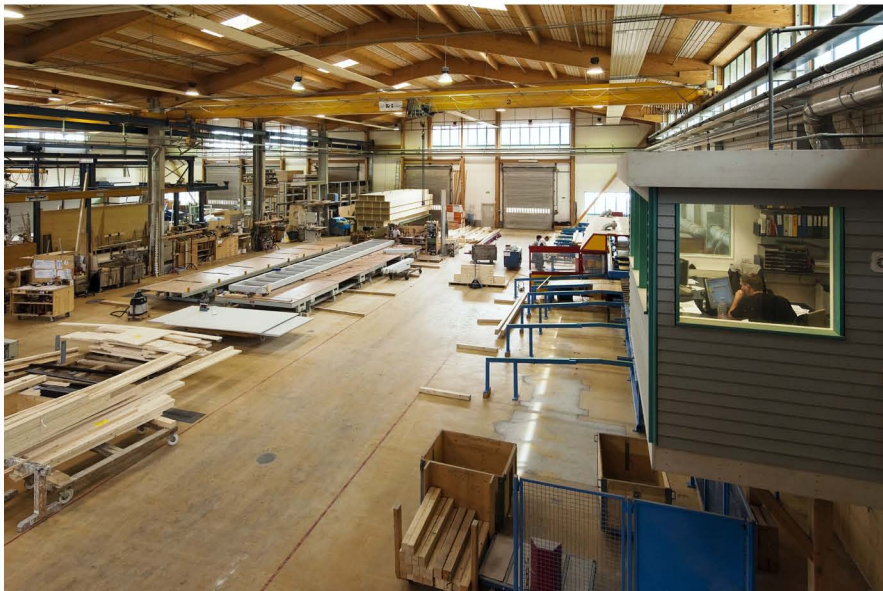


Fig.34 LINHA DE PRODUÇÃO DE PAINÉIS, INSTALAÇÕES DA RENGGLI, SURSEE.



Fig.35 LINHA DE PRODUÇÃO DE PAINÉIS, INSTALAÇÕES DA RENGGLI, SURSEE.



Um sistema de construção de madeira implica sempre algum nível de pré-fabricação. Este nível é evidentemente proporcional à redução do tempo de trabalho no local de construção. Os novos sistemas de construção em madeira ultimaram a crescente transferência do trabalho do local de implantação para a fábrica que havia sido iniciada mais convictamente pelo *platform-frame*. Os novos processos de produção, com os sistemas compactos e os contentores modulares, atingem hoje o mais alto nível de pré-fabricação de sempre. Isto traduz-se numa significativa abreviação do tempo de construção no local. Significa também que a produção ocorre em circunstâncias optimizadas, isto é, dentro das instalações da fábrica, independentemente das condições meteorológicas e auxiliada por maquinaria controlada por computador, favorecendo a precisão no acabamento dos elementos e reduzindo a exposição climática. Embora a vulnerabilidade dos elementos antes da montagem seja alta, o reduzido tempo de construção – um, dois dias para edifícios habitacionais<sup>3</sup> - permite a calendarização da construção para datas mais convenientes.

#### NOVAS FERRAMENTAS: CAD, CAM, CNC<sup>4</sup>

Um dos maiores patrocinadores dos novos sistemas de construção em madeira é a tecnologia digital. A madeira, como nenhum outro material construtivo, oferece condições propícias à edição digital. À luz da era digital ela reemerge como um material cru, homogéneo, sintético, maciço mas de corte suave, pronto a ser modelado. O termo *modelar* é certamente adequado dada a facilidade de manuseamento que o material oferece às máquinas CNC na reprodução de formas definidas digitalmente. Daí que, nos últimos anos, a madeira tenha sido base de grande experimentação nos campos do desenho paramétrico e produção robotizada. Estas experiências mais do que um fim em si mesmas têm sido aplicadas efectivamente na construção, contribuindo assim para a enunciação de um novo vocabulário formal da madeira. O instituto iBois<sup>5</sup> e a ITA<sup>6</sup> tem conduzido várias investigações neste sentido. A capela de Saint-Loup, em Pomaples, constituiu um exemplo resultante da investigação do iBois sobre a possibilidade de aplicar a dobra no sistema de

---

3 KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGfH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008., p.62.

4 CAD, Computer Aided Design; CAM, Computer Aided Manufacturing; CNC, Computer Numerical Control.

5 iBois, Laboratório de construção em madeira da EFPL, dirigido por Yves Weinand.

6 ITA, Instituto para Tecnologia na Arquitectura da ETHZ.



Fig.36 CAPELA DE SAINT-LOUP, LOCAL ARCHITECTURE, DANILO MONDADA, IBOIS.EPFL, POMPAPLES, SUÍÇA, 2008.

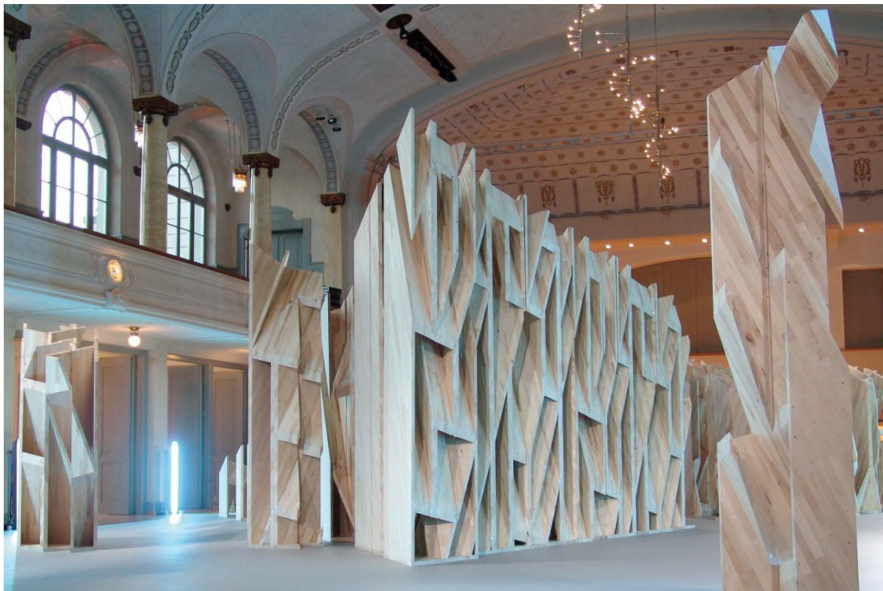
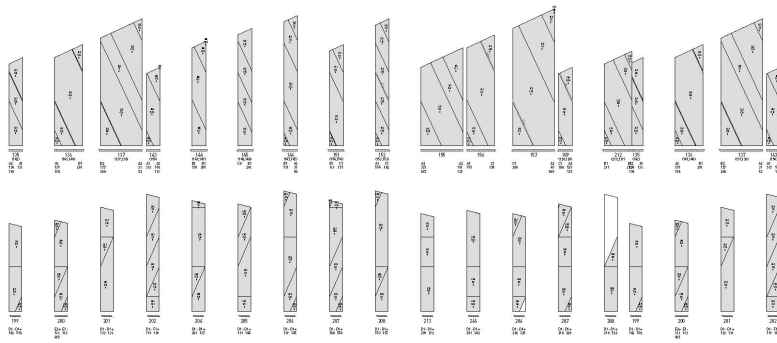


Fig.37 FUTUROPOLIS, DANIEL LIBESKIND E GRUPO DE INVESTIGAÇÃO DA ETHZ CONDUZIDO POR LUDGER HOVESTADT, ST. GALLEN, SUÍÇA, 2005.

painéis do mesmo modo que é ela usada no papel, isto é, usá-la para aumentar a rigidez de uma superfície fina.

A alta compatibilidade da madeira com as tecnologias digitais é a sua grande vantagem sobre outros materiais construtivos neste momento. A mecanização e digitalização dos processos de corte facultam não só a produção em massa mas também, e é aqui que reside a grande diferença e conquista, a produção personalizada. A partir de um desenho CAD é possível elaborar um complicado ornamento de carpintaria em pouco tempo e a baixo custo. Praticamente qualquer forma é possível seja através de corte de painéis ou abrasão de um bloco maciço. Estas ferramentas arrastam, porém, um senão: elas convidam ao facilitismo e à arbitrariedade. A forma não deveria derivar da possibilidade ou facilidade de ser alcançada mas de premissas programáticas e contextuais.

Mais uma vez encontramos paralelo na revolução industrial. Também então se colocou o problema da produção em massa e também então se provou que a massificação não era necessariamente algo mau. Pelo contrário, e citando Giedion, “A produção em massa não significa fabricar muitos artigos maus em vez de uns poucos bons. A produção em massa significa em primeiro lugar: colocar aquilo que antes era apenas acessível a um reduzido estrato social ao alcance de todos. Produção em massa quer dizer amplitude em vez de estreiteza, rapidez em vez de lentidão, ilimitação em vez de limitação.”<sup>7</sup>

Contudo, permita-se a ligeireza da asserção, se o problema da industrialização era tudo ser igual, o problema da digitalização é tudo ser diferente. Passou-se da despersonalização à personalização. O ornamento, por ser barato e fácil de produzir, é empregue levemente e portanto desvalorizado. Giedion fez a absolvição da ferramenta referindo-se à máquina e suas consequências na produção: “No início da industrialização fez-se mau uso das máquinas. Mas não se pode acusar as máquinas por se ter feito mau uso delas.”<sup>8</sup> A ferramenta nunca constitui causa e quando empunhada não passa de meio, cabe portanto ao utilizador, neste caso, ao arquitecto decidir o que fazer com ela e é sua responsabilidade usá-la adequadamente.

---

7 GIEDION, "Arquitecto y Construcción - Reflexiones sobre el local de exposiciones Citroën, Rue Marboeuf, Paris" in *Sigfried Giedion: Escritos Escogidos*, selección e introd. Josep M. Rovira, 1997, p.88-89.

8 *idem*, p.88.

## PROCESSO PROJECTUAL

A aproximação da construção à montagem de uma maquete representa uma vantagem decisiva para a madeira na medida em que se aproximou de métodos construtivos muito familiares dos arquitectos. A construção é mais intuitiva, afastando assim as reticências em relação ao uso da madeira, e desdramatizando também a sua eleição. Já não é necessário desenhar complicadas juntas ou elaborar difíceis cálculos para amortecer os efeitos da dilatação. A esta descodificação da construção junta-se a grande liberdade de desenho e flexibilidade dos novos sistemas construtivos. As novas ferramentas tecnológicas, como vimos, garantem a individualidade de cada elemento, de cada projecto. Quando falamos de elementos pré-fabricados não referimos mais a elementos todos iguais mas a uma pré-fabricação personalizada. A submissão ao módulo já não é imposta. Pelo contrário, é o módulo que se submete às dimensões do projecto. Isto significa que “os processos tradicionais de desenho de uma construção em madeira foram revertidos: a estrutura pode ser desenhada com um relativo alto grau de liberdade e dividida em partes ou elementos individuais durante o processo de desenho”<sup>9</sup> Isto significa que se anteriormente das partes se fazia o todo, hoje do todo se dividem as partes. Este processo de divisão tem implicações directas no processo de desenho. Ao desenho dos detalhes construtivos e ao caderno de encargos juntam-se agora os desenhos das componentes individuais. Nestes desenhos é necessário considerar já os encaixes e o processo de montagem e as dimensões máximas dos elementos, dependentes não só das instalações e maquinaria do fornecedor mas também dos meios de transporte e dimensões máximas das estradas. O trajecto dos elementos até ao local de construção tem, portanto, que ser pensado ainda durante a elaboração dos detalhes construtivos. Porém, estes são executados pelo fornecedor e não pelo arquitecto. Isto significa que a adjudicação do contracto ao construtor é efectuada bastante mais cedo do que em outros processos construtivos. O arquitecto envia o projecto ao fabricante para primeira análise e em poucos dias este devolve um orçamento relativamente fixo e uma proposta construtiva meticulosamente preparada. Isto é possível devido à repetição de detalhes. De facto, as empresas dispõem de um vasto catálogo de pormenores construtivos prontos a aplicar<sup>10</sup>. De-

9 DEPLAZES, Andrea, *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser, Basel Boston Berlin, 2008, p. 94.

10 Este catálogos, ou parte deles, estão disponíveis para descarregar nos respectivos sites de internet ou



Fig.98 Comparação do tempo das operações de planeamento e construção entre um edifício de madeira segundo os novos sistemas (em cima) e um de betão.

corre então um período de colaboração entre ambas as entidades em que se trocam dados e se discutem as soluções. Assim que o arquitecto aprovar os desenhos começa a produção. A empresa Leno, por exemplo, demora de duas a três semanas a entregar os painéis prontos no local de construção. Estes processos exigem um planeamento rigoroso do processo construtivo que, associados à divisão do trabalho, resultam na aceleração do tempo total de planeamento e de edificação.

#### SISTEMAS CAIXA-NEGRA

A composição e a qualidade destes elementos são, portanto, largamente definidas pelo fabricante. O arquitecto não tem que se ocupar do funcionamento interno destes ou desenhar detalhadamente todos os pormenores estruturais do edifício. Este trabalho é feito pelos técnicos da empresa que fornece o sistema. Embora possa optar por diferentes espessuras, indicar requisitos mínimos de performance, materiais, ou solicitar alterações, essencialmente o trabalho do arquitecto resume-se à determinação da forma e das superfícies exteriores do elemento. Deplazes compara estes produtos a um sistema caixa-

---

prontamente enviados após solicitação.



Fig.39 CAPTURAS DE TELA, VIDEO HELIKOPTERMONTAGE, RENGGLI, AUGUST, 2005.

negra<sup>11</sup>, isto é, um sistema opaco, potencialmente complexo, cuja estrutura interna é desconhecida, e que é considerado apenas pelo modo como responde à entrada ou saída de informação. Assim, o arquitecto cede também a responsabilidade pelo desempenho físico e integridade do edifício. Daí que seja muito importante a definição à priori das incumbências de cada parte. Muitas vezes, em edifícios mais complexos, se recorre aos serviços de um mediador.

O conhecimento especializado da construção está, portanto, a ser progressivamente apropriado pela indústria e deslocado do campo operacional do arquitecto. A arquitectura distancia-se da construção e a proficiência do arquitecto é colocada à prova. O ofício do arquitecto passa, cada vez mais, pela condução de uma orquestra de saberes especializados. O seu domínio é o de conhecer e coordenar vários instrumentos de modo a compor um todo significativo. Ele não determina os pormenores construtivos mas escolhe quem os desenha.

### *FAÇA VOCÊ MESMO!*

A construção em madeira sempre foi associada a leveza e transitoriedade. Semper escreve mesmo que “a esfera própria da carpintaria é o mobiliário doméstico. Onde ela ocorre na arquitectura, na sua verdadeira natureza, cria transições entre mobiliário doméstico móvel e construção monumental.”<sup>12</sup> Este carácter transportável da madeira potencia melhores e piores respostas. O imediatismo e o facilitismo destes sistemas construtivos estimulam as investidas comerciais. A indústria apropria-se do conhecimento especializado, traduzindo-o para o público. Uma tradução, no entanto, redutora da arquitectura e desvalorizadora do processo de desenho. Nos últimos anos, na Suíça, multiplicaram-se as empresas que vendem casas por catálogo. A SwissHaus, por exemplo, oferece diferentes “estilos” de moradias com rótulos como “clássica”, “mediterrânea”, “moderna” ou “casa de campo”<sup>13</sup>, de acordo com características formais baseadas numa imagem estereotipada destes conceitos, mas cuja organização interior não varia muito. Assim a casa transforma-se num grande pedaço de mobiliário, empacotada como qualquer mesa ou estante e

11 DEPLAZES, Andrea, *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser, Basel Boston Berlin, 2008, p.94.

12 SEMPER, Gottfried, *Der Still in den Technischen und Tektonischen Künsten oder Praktische Ästhetik*, Zweiter Band, München, Friedrich Bruckmann's Verlag, 1863, p.250.

13 <http://www.swisshaus.ch/de/architektur.html>



munida de instruções que dispensam o recurso a mão-de-obra especializada e dotam o cliente da ilusão de dominar uma área que o transcende. Este tipo de construção “faça-você-mesmo” dá origem a uma arquitectura cenográfica e desfasada do contexto.

## MADEIRA ATECTÓNICA

*Where can we find greater structural clarity than in the wooden buildings of old. Where else can we find such unity of material, construction and form? Here the wisdom of whole generations is stored. What feelings for material and what power of expression there is in these buildings. What warmth and beauty they have! They seem to be echoes of old songs.<sup>14</sup>*

Nesta frase, Mies van der Rohe reúne as três características de que a madeira se despiu para tornar-se atectónica: a clareza estrutural, o poder de expressão e o sentimentalismo. Os novos sistemas de construção em madeira têm que ser protegidos. A estrutura de madeira de hoje está escondida debaixo de um qualquer invólucro que pode ou não ser de madeira. A madeira assume o papel estrutural sem que lhe seja permitido exprimir-se, revelar-se. Não é possível distingui-la exterior ou interiormente. A madeira contemporânea é tomada pelas suas propriedades estruturais e não pela sua aparência. Usando a terminologia de Frampton, a construção em madeira passou de tectónica - termo que a definiu e do qual foi estandarte por muito tempo - a atectónica, isto é, a estrutura permanece incógnita, deixando de ser claro como o edifício se segura.<sup>15</sup>

## MADEIRA: O NOVO BETÃO?

*A nossa tecnologia tem que e será bem sucedida em inventar um material de construção que pode ser fabricado tecnologicamente e utilizado industrialmente, que é sólido, resistente ao clima, insonorizado, e dotado de boas propriedades isolantes. Terá que ser um material leve cuja utilização*

---

14 VAN DER ROHE, Mies, citado em FRITZ, Neumayer, *Mies van der Rohe on the Building Art*, MIT Press, Cambridge, 1991, p.316.

15 FRAMPTON, Kenneth, *Studies in Tectonic Culture: the poetics in the construction in nineteenth and twentieth century architecture*, Cambridge (MA), 2001, p.20.

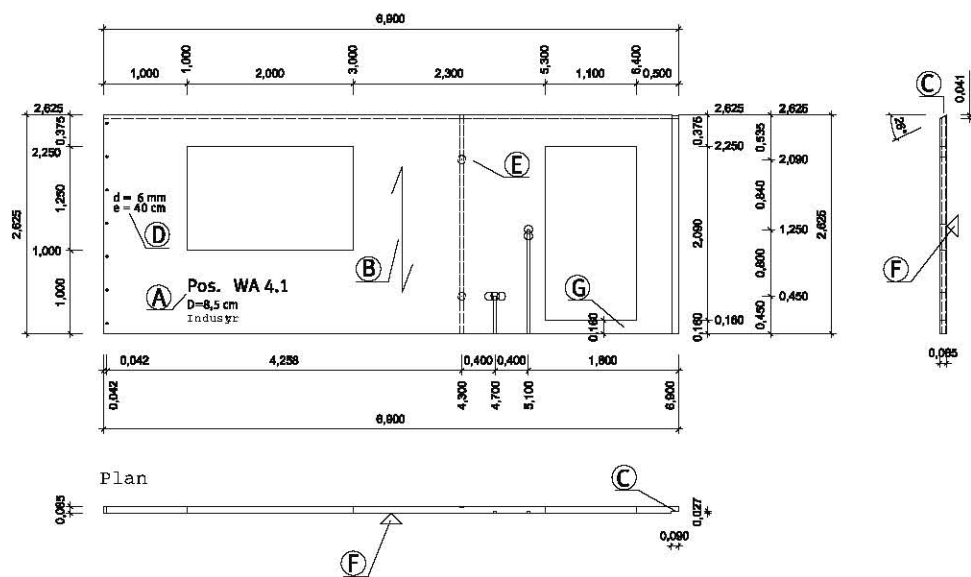


Fig.40 Exemplo do desenho técnico de um painel maciço elabora pelo fabricante.  
 A. Código da posição do painel. Espessura e indicação da qualidade de acabamento.  
 B. Direcção da fibra da exterior do painel.  
 C. Junta do painel com dimensões.  
 D. Perforações (diâmetro, profundidade)  
 E. Instalações para serviços.  
 F. Indicação do interior.  
 G. Viga de suporte, mantida por razões de segurança durante o transporte e removida no local de construção quando necessário.

*não só permita mas convide à industrialização. A produção industrial de todas as partes só pode realmente ser racionalizada no curso do processo de fabricação, e trabalhar no local será inteiramente uma questão de montagem e pode ser restrita a um tempo bem mais curto do que alguma vez se imaginou possível. Isto resultará em custos de construção muito reduzidos. Além disso, as novas tendências da arquitectura encontrarão as suas verdadeiras tarefas. É bastante claro para mim que isto conduzirá à destruição total do sector da construção na forma existente até agora; mas quem lamenta que a casa do futuro não possa ser mais construída pelos artesãos da construção deve ter em mente que o automóvel não é mais construído pelo carpinteiro de rodas.*<sup>16</sup> Mies van der Rohe, 1924.

Em termos formais – rigidez estrutural, dimensão dos vãos, macicez – a construção em madeira contemporânea assemelha-se muito à linguagem do betão. De facto, embora a expressão dos edifícios de madeira tenha mudado radicalmente e se expresse exteriormente, esta mudança passa despercebida uma vez que estes são confundidos com edifícios de betão. Os novos sistemas de construção permitem à madeira construir em altura e insinuar-se na malha urbana sem que seja detectada. Permitem-lhe também estender-se a programas que lhe eram anteriormente interditos, nomeadamente programas que exijam vãos maiores como por exemplo equipamentos. A única forma de distinguir uma construção de madeira contemporânea de uma construção de betão é pela verificação da sua resposta acústica ao impacto<sup>17</sup>. A reverberação é talvez o único ponto em que a madeira falha em relação ao betão mas, ainda assim, este problema tem sido contornado com elementos combinados. Uma das conveniências da madeira sobre o betão é o facto de permitir alcançar a forma dispensando moldes. O betão também permite grande liberdade formal mas exige que a estrutura da cofragem, ou seja, uma estrutura secundária, aliás em madeira, seja construída previamente.

A madeira conseguiu, portanto, alcançar resultados estruturais muito próximos do betão e, no entanto, manter as suas vantagens iniciais: leveza, portabilidade, pré-fabricação e rapidez de montagem. Todavia a maior vanta-

---

16 VAN DER ROHE, Mies, "Industrialized Building" in CONRADS, Ulrich (ed.), *Programme und Manifeste zur Architektur des 20. Jahrhunderts*, Ullstein, Berlin, Frankfurt, Wien, 1964, p.81-82. Disponível em [http://web.mac.com/davidrifkind/fiu/library\\_files/mies.pdf](http://web.mac.com/davidrifkind/fiu/library_files/mies.pdf). Consultado a 13.07.2011.

17 Durante uma visita de estudo a uma obra de madeira, o professor Deplazes deu um salto para verificar se o edifício seria mesmo construído em madeira.



Fig.41 FUHRMANN & HÄCHLER ARCHITEKTEN, CASA PARA ARQUITECTOS E ARTISTAS, ÜETLIBERG, ZÜRICH, 2004.

gem que os novos sistemas construtivos em madeira oferecem ao arquitecto é a combinação de uma grande liberdade de desenho com a produção de elementos pré-fabricados. Isto significa que o projecto, ainda que construído com elementos produzidos industrialmente, não é comprometido na sua individualidade.

Hoje depositam-se grandes expectativas na madeira. “Timber is the new concrete.” declara o arquitecto de Rijke da dRMM architects. De Rijke da dRMM architects, atelier sediado em Londres e que tem explorado intensivamente estes sistemas, aponta a madeira como o legítimo sucessor do betão. Na sua página de internet podemos ler a seguinte declaração:

*An abbreviated history of material technology as the main driver of architecture shows the best 17<sup>th</sup> century work to be characterized by stonework (e.g. Wren, Vanburgh, Hawksmoor), the 18C to be the refinement of brickwork (Georgian London & Dublin), the 19C to be the heyday of steel frame (Bessemer’s mass production, Brunel’s use of it), and the 20C as the era of concrete (Nervi, Williams, Hadid). This leaves the 21st Century open for the successor to concrete. My prediction is timber.<sup>18</sup>*

---

18 <http://drmm.co.uk/news/2011/06/10/timber-is-the-new-concrete/>

## 1.5. REGIONALISMO CRÍTICO<sup>1</sup>: DOIS EXEMPLOS.

No início deste trabalho apropriamo-nos da síntese triangular de Frampton sobre a arquitectura. Até este ponto temos tratado de questões relacionadas com o *tectonic*, o *como? de que modo?*, e suas consequências mais imediatas na expressão arquitectónica; a partir deste ponto tentamos cruzá-lo com o *topos*, o *onde?* e o *typos para quê/quem?, por quê/quem?*

Este capítulo materializa o esforço deste trabalho em não se ficar pelo inventário de produtos e sistemas e suas consequências directas mas também, e principalmente, em apontar eventuais modos de os manusear. Entende-se pois que o que interessa ao arquitecto é, não apenas saber o que existe mas sobretudo, saber lidar com o que existe. De certo modo era previsível que uma reflexão sobre as novas tecnologias de produção, tendencialmente massificadoras, se encontrasse a certo ponto com o tema da globalização. Num tempo em que tudo se mistura e dispersa (pessoas, bens, gastronomia, linguagem, doenças, ...) também a arquitectura se tem homogeneizado. E porque a globalização é aparentemente irreversível ou buscamos maneiras de lidar com ela ou nos rendemos a ela. Chegamos ao ponto de generalização em que a diversidade, como uma pintura impressionista, resulta em uniformidade. Esta homogeneização é acompanhada pela crescente virtualização das actividades quotidianas e pela perda gradual do sentido de lugar. Esta orientação para a abstracção é acentuada ainda pelas técnicas de construção contemporâneas e o seu distanciamento da materialidade. A arquitectura de hoje produz alienação em vez de integração, espaço em vez de lugar.

*The neatness of today's standard construction is strengthened by a weakened sense of materiality. Natural materials - stone, brick and wood - allow*

---

<sup>1</sup> Título baseado no texto de Kenneth Frampton 'Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance', in *The Anti-Aesthetic. Essays on Postmodern Culture*, New Press, New York, 1983, p.16.

*our vision to penetrate their surfaces and enable us to become convinced of the veracity of matter. Natural materials express their age and history, as well as the story of their origins and their history of human use. But the machine-made materials of today - scaleless sheets of glass, enameled metals and synthetic plastics - tend to present their unyielding surfaces to the eye without conveying their material essence or age. Buildings of this technological age usually deliberately aim at ageless perfection, and they do not incorporate the dimension of time, or the unavoidable and mentally significant processes of aging. This fear of the traces of wear and age is related to our fear of death.<sup>2</sup>*

Para Gion Caminada vivemos num momento marcado pela ausência de limites e carecemos de um modo de lidar com essa insidiosa liberdade.

*Dealing playfully with any event or occurrence is possible only when certain rules for play exist. By contrast, current playful approaches to completely open spaces reflect the weakness of today's lifestyle. By that I mean the freedom of life in the modern world and the people who have no idea how to deal with this kind of freedom. The classical Modern period generated this freedom but it didn't teach anyone the art of dealing with it once it was attained...<sup>3</sup>*

No livro *Homo Faber*<sup>4</sup>, Max Frisch narra a história de um engenheiro bem sucedido que viaja pelo mundo, um homem pragmático, símbolo do homem moderno, que vai perdendo o contacto com a origem, com o lugar e eventualmente com a sua própria identidade. Este é o paradoxo contemporâneo, por um lado não podemos apartar-nos das raízes sob pena de nos perdermos e por outro não podemos subtrair-nos à influência e dependência deste mundo exterior. A incompatibilidade aqui reside no facto de a tendência globalizadora ser assumidamente antipática à diferenciação regional que por sua vez se debate inutilmente para lhe resistir. Porém, apesar desta contradição, a verdade é que cada um de nós é sujeito ao impacto e interacção destas duas forças. O filósofo Paul Ricouer alega que a solução passa pela conciliação entre o local e o global. Para Ricouer “a cultura regional tem que ser também

---

2 PALLASMAA, Juhani, "Materiality and Time" in *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, Chichester, 2005, p. 31-32.

3 CAMINADA, Gion Antoni in SCHLORHAUFER, Bettina, *Cul zuffel e l'aura* dado Gion A. Caminada, p.177.

4 FRISCH, Max, *Homo Faber: ein Bericht*, Suhrkamp, Frankfurt am Main, 2010.

uma forma de cultura mundial” e “tudo dependerá da capacidade da cultura regional recriar uma tradição enraizada enquanto se apropria das influências estrangeiras a ambos os níveis culturais e civilizacionais.”<sup>5</sup>

A questão que se coloca é: “Como tornar-se moderno e voltar às origens; como ressuscitar uma civilização antiga e dormente e fazer parte da civilização universal”<sup>6</sup>?

Segundo Frampton apenas um movimento “arrièrre-garde tem a capacidade de cultivar uma cultura resistente, criadora de identidade e fazer simultaneamente recurso discreto à técnica universal.”<sup>7</sup> Assim se entende o regionalismo crítico cuja “estratégia fundamental é mediar o impacto da civilização universal com elementos derivados indirectamente de peculiaridades de um lugar particular”<sup>8</sup>. Isto implica “um alto nível de consciência crítica”<sup>9</sup> mas também “impor limites à optimização da tecnologia industrial e pós-industrial.”<sup>10</sup> Frampton faz ainda questão de distinguir Regionalismo Crítico e as simplórias tentativas de reavivar as formas hipotéticas de um vernáculo perdido. Em contradição com o regionalismo crítico, o principal veículo do populismo é o sinal comunicativo ou instrumental. Tal sinal procura evocar não uma percepção crítica da realidade, mas a sublimação de um desejo de experiência directa através do fornecimento de informações.”<sup>11</sup>

Essencialmente o regionalismo crítico baseia-se num entendimento mais correcto do conceito de tradição. Tradição, do latim *traditio*, *tradere*; entregar, transmitir, implica continuidade, mas não exclui mudança. A transmissão só é válida se o que se transmite é útil a quem recebe. Daí que a tradição só faça sentido como triagem permanentemente actualizada do que deve permanecer. Ela deve ser entendida como uma selecção natural de conhecimento que apenas escapa à extinção segundo a sua capacidade de adaptação. É também importante peneirar tradição de costume. Um costume repete sem reflectir. Pode ter sido bom e passar a ser mau. Pode nunca ter sido bom e não lembrar porque se o repete. Tradição implica avaliação e questionamento e

---

5 FRAMPTON, Kenneth, "Towards a Critical Regionalism: Six pints for an Architecture of Resistance" in *The Anti-Aesthetic. Essays on Postmodern Culture*, New Press, New York, 1983, p.16.

6 RICOUER, Paul citado por Kenneth Frampton, "Towards a Critical Regionalism: Six pints for an Architecture of Resistance" in *The Anti-Aesthetic. Essays on Postmodern Culture*, New Press, New York, 1983, p.16.

7 *idem*, p.20

8 *idem*, p.21.

9 *ibidem*.

10 *ibidem*.

11 *ibidem*.



esse é o papel do moderno. O moderno desafia o antigo e é dever deste fazer-lhe atrito. É deste confronto entre o que quer persistir e o que quer mudar que emerge a evolução, é nele que se baseiam os mecanismos da tradição.

Em síntese, o regionalismo crítico envolve a mediação entre a escala regional e global, reinterpretando elementos culturais através de um processo crítico de adaptação que rejeita portanto a mera emulação plástica ou sentimental do vernacular. Mas então o que são esses elementos culturais que criam esse sentido específico de lugar? Juhani Pallasmaa responde:

*Eles são obviamente reflexões de realidades naturais, físicas e sociais. São expressões e experiências de natureza específica, geografia, paisagem, materiais locais, aptidões e padrões culturais. Mas eles não são elementos destacados: as qualidades da arquitectura culturalmente adaptada estão inseparavelmente integradas na tradição. Sem continuidade de uma tradição autêntica mesmo o uso bem-intencionado de elementos superficiais de carácter regional está condenado a uma cenografia sentimental, a ser ingenuamente um superficial souvenir arquitectónico<sup>12</sup>.*

A questão não pode, portanto, ser reduzida à simples manipulação de determinados elementos e à sua introdução no projecto. A substância cultural é difícil de capturar e de reproduzir e requer elevada sensibilidade de percepção. Ela está impregnada em coisas como a intensidade da luz, a tectónica de um determinado sistema construtivo, os materiais, a topografia do lugar, mas também nas pessoas na sua memória colectiva e individual e ela é invocada por todos os sentidos e muitas vezes despertada inconscientemente. A percepção sensorial não pode, portanto, ser subestimada por isso a materialidade é tomada como uma estratégia do regionalismo crítico. “A capacidade do corpo ler o ambiente em outros termos que os da visão sugere uma estratégia potencial para resistir ao domínio da tecnologia universal.”<sup>13</sup>

O regionalismo crítico dos textos de Frampton parece reincidir no movimento a que Juhani Pallasmaa chama “segundo modernismo”<sup>14</sup>. Este modernismo embora descenda do primeiro contrapõe-se a ele em certos aspectos. As

---

12 PALLASMAA, Juhani, "Tradition and Modernity: The Feasibility of Regional Architecture in Post-Modern Society", in *Architectural Review*, 1988, p.130.

13 FRAMPTON, Kenneth, "Towards a Critical Regionalism: Six pints for an Architecture of Resistance" in *The Anti-Aesthetic*, p.28.

14 PALLASMAA, op. cit., p.137.

dicotomias entre os dois modernismos são resumidas por Pallasmaa da seguinte forma:

*universal / situational*  
*collective / individual*  
*standardized / unique*  
*conscious / subconscious*  
*future-oriented / history-oriented*  
*idealistic / realistic*  
*structure-oriented / form-oriented*  
*rational / emotional*  
*absolutist / relativist*  
*theoretical, orthodox / pragmatic*  
*exclusive / inclusive*<sup>15</sup>

Ao primeiro modernismo, utópico, que aspirava ao imaterial, à leveza, à forma plástica pura, a uma expressão intemporal opõem-se este outro mais realista que expressa a gravidade, preza a materialidade, as suas imperfeições e o efeito do tempo sobre ela. A estimulação da memória e o uso da metáfora, que o primeiro evitava, são o âmago deste. O espaço contínuo é substituído pelo lugar. Este tornar ao lugar é muito importante. Assistimos a um movimento de recuo da arquitectura contemporânea, melhor dizendo, da abordagem particular de alguns arquitectos contemporâneos em relação às novas tecnologias que denuncia uma maturação, um empenho em não reincidir em erros anteriores. É exactamente esta cautela e esta mediação entre o particular e o geral que nos interessa como abordagem às novas tecnologias de produção da madeira. Também a madeira reuniu as condições para se generalizar, é importante recebê-la, reinterpretando porém o seu uso e devolvê-la à arquitectura como um produto que embora pré-fabricado e produzido industrialmente é subjugado às condições do lugar.

Esta temática faz ainda mais sentido no contexto de estudo circunscrito. A Suíça é um território onde se debatem um forte regionalismo, nem sempre crítico aliás, associado à ansiosa tentativa de retenção da identidade e o acelerado desenvolvimento de tecnologias propensas à massificação. É instrutivo, portanto, perceber como os arquitectos suíços têm lidado com este fluxo de

---

<sup>15</sup> *idem*, p.136.

homogeneização. É possível destacar um grupo de arquitectos cujo trabalho se tem desenvolvido em profunda afinidade com o conceito de regionalismo crítico. Neste grupo inserem-se nomes como Peter Maerkli, Valerio Olgiati, Bearth e Deplazes, Peter Zumthor, Gion Caminada, Jürg Conzett, Christian Kerez entre outros. Muito embora não se identifiquem como um grupo, as suas obras partilham de muitos dos adjectivos enumerados na lista do segundo modernismo.

Os exemplos de estudo aqui apresentados, mais do que construções maciças em madeira, são apontadas pelas suas abordagens arquitectónicas aos novos métodos de produção e às condições do mercado da construção contemporâneos. São, ainda, duas referências que influenciaram largamente o desenho do projecto. Temos, assim, dois projectos. Um sistema tradicional adaptado às exigências contemporâneas e um sistema contemporâneo que procura continuar o diálogo com o lugar.



Fig.42 VIAGEM A GRAUBÜNDEN, REGIÃO DE SURSELVA, 26-27 JULHO 2010.



Fig.43 *STIVA DA MORTS*, VRIN, 2010.

1.5.1 *STIVA DA MORS,*  
GION ANTONI CAMINADA,  
VRIN, 2002.

Chegamos a Vrin num dia de nevoeiro, tinha chovido há pouco. As ervas e as pedras, as casas e as coisas brilhavam lava das pela chuva. O ar cheirava a terra molhada. Para lá chegar é preciso atravessar o vale Lumnezia quase até ao fim. Quando pousamos o primeiro olhar sobre Vrin, a aldeia parece-se com todas as outras por que passamos, um aglomerado escuro de edifícios habitacionais de onde se ergue a massa branca da igreja sobre o fundo recortado da montanha. Mas quando nos demoramos um pouco começamos a distinguir pormenores cujo desenho denuncia um trabalho cuidado de composição entre tradição e contemporaneidade. Se não tivesse visto já fotos do lugar, talvez me demorasse pelos edifícios habitacionais desenhados por Gion Caminada, em vez disso procurei ansiosamente o edifício que me trouxera ali. Encontrei-o a espreitar atrás de um muro junto ao cemitério. Um volume maciço de um branco lácteo coroado por uma cobertura de pedra. Simultaneamente tosco e delicado. Despretensioso mas confiante. Imediatamente me ocorreu a expressão de Álvaro Siza: “redescobrir a mágica estranheza, a singularidade das coisas evidentes”.

*Stiva da morts* é em muitos sentidos uma peça de transição. Ela ocupa, figurativa e literalmente, a subtil transição entre a vida e a morte, entre o terreno profano da aldeia e o terreno sagrado da igreja. “Os habitantes de Vrin desejavam uma mudança no tratamento dos mortos. – explica Caminada no livro sobre o projecto – Queriam um espaço mortuário público. (...) Cada vez mais os idosos de Vrin deixam a aldeia e passam o fim da vida em lares ou casas de repouso. Aquando da sua morte a sua casa privada já lá não está, disponível para o período de luto.” No entanto, esta “intenção de construir uma casa mortuária, apenas pela razão mencionada, seria ignorada. Mas ela é legitimada por uma realidade aguda: a negação da morte.”<sup>1</sup> Um novo pro-

---

<sup>1</sup> CAMINADA, Gion A. in CABALZAR, Andreas; CAMINADA, Gion A.; TSCHANZ, Martin, *Stiva da morts*, gta Verlag, ETH Zürich, Zürich, 2003, p.14.

grama emerge assim de uma mudança cultural introduzida pela invasão do mundo exterior à aldeia.

O edifício está fincado numa curva de nível junto do terreno do cemitério, no entanto, ainda fora dele. Esta diferença é importante; pois permite estar perto do sagrado mas permanecer ainda em território mundano, no fundo, permite voltar por uma última vez a casa. Esta aproximação ao ambiente doméstico foi fomentada por uma noite em que a comunidade se juntou para discutir o projecto e o modo de lidar com a morte. Caminada narra como essa reunião redireccionou o projecto:

*Foi uma das discussões mais intensas e emocionais que eu pude viver até hoje. Falamos sobre os rituais, o seu significado e importância. Confrontamo-nos com o pensamento de se seria possível beber um café ou tocar música neste novo espaço. O objectivo dessa discussão não era suprir o uso estranho das futuras instalações. Na verdade era muito mais uma questão de um espaço não ser evitado porque pertence à morte. Assim surgiu a necessidade de um espaço comum para vivos e mortos. Pois é sabido: a morte sempre foi problema dos vivos. Perante a morte beber um café é para muitos uma ideia perturbadora. As acções quotidianas deixam pouco espaço para o extraordinário da morte. Em conversa este pensamento foi provocativo, mas também estimulante. Ele redireccionou as coisas. Então nessa noite, a situação melhorou significativamente quando uma senhora experiente contou como ela e os outros parentes contaram histórias engraçadas no espaço mortuário que ocorreram entre os mortos e os ainda vivos. Estas histórias devem ter espaço. A morte traz a maior ruptura na continuidade da vida quotidiana. Mas ela também intensifica a vida.<sup>2</sup>*

Assim se estabeleceu que o edifício se basearia num conceito habitacional e na sua relevância para o ritual de luto, a casa da comunidade que ocasionalmente a morte também visita. *Stiva da morts* divide-se portanto em quatro espaços comuns a qualquer habitação - sala, corredor, cozinha, quarto de banho. O espaço principal, a sala, ocupa todo o piso inferior e está orientado para a aldeia. A estrutura onde pousa o caixão não é fixa como o banco ou os móveis da cozinha, assim o edifício não fica comprometido com aquele programa mas pode ser usado como sala de concertos, de leitura, reuniões da

---

<sup>2</sup> CAMINADA, Gion A. in CABALZAR, Andreas; CAMINADA, Gion A.; TSCHANZ, Martin, *Stiva da morts*, gta Verlag, ETH Zürich, Zürich, 2003, p.14.



Fig.44 Pormenor da junta da estrutura em madeira com a base em betão.



Fig.45 Pormenor da janela de folhas desfazadas.



comunidade. Subindo a escada chega-se a um espaço de transição que serve a entrada da cota superior, a casa de banho e a cozinha. Nesta última, mais íntima, os familiares e amigos do falecido podem distanciar-se do corpo, fazer uma chávena de chá e conversar, tal como num funeral caseiro. Daqui não se vê o cemitério. As janelas abrem para o fundo do vale e para as montanhas.



Fig.46 Cozinha,  
*Stiva da Morts*.

Existem duas abordagens possíveis ao edifício: uma pelo cemitério, pelo terreno da igreja e outra pelo terreno inferior por uma rua da aldeia. Para Gion Caminada é importante que as pessoas possam escolher como entrar, se vêm ou não o morto, pois como diz “o luto é ambivalente, ele permite e exige um grito e uma risada”<sup>3</sup>. No piso inferior existe ainda uma porta de serviço quase imperceptível por onde entra/sai o caixão mas por onde também pode entrar e sair um piano.

Caminada usa os materiais para definir e esclarecer a identidade do edifício. *Stiva de morts* é construída no sistema tradicional *strickbau* fazendo, portanto, referência aos edifícios habitacionais da envolvente, contudo, ela é pintada de um branco mate, uma alvura que a aproxima da igreja. Este tingir de branco está intimamente relacionado com a técnica tradicional da região de *Surselva* em usar *caseína* - também designada como “o mármore dos pobres” - para enobrecer as estátuas de madeira de figuras religiosas. Usar o mesmo método para cobrir este edifício é condecorá-lo simbolicamente

---

3 *idem*, p.27.

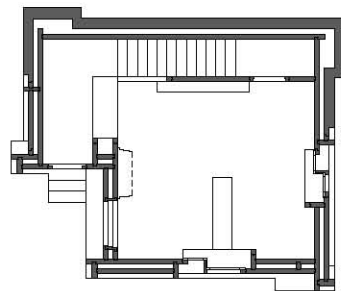
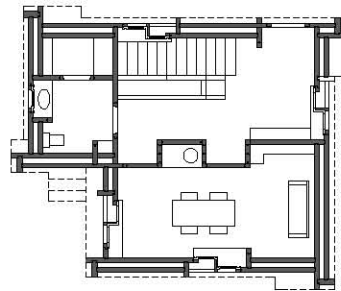
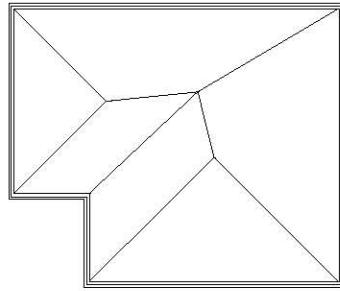


Fig.47 STIVA DA MORTS, PLANTAS, ESCALA 1:200.

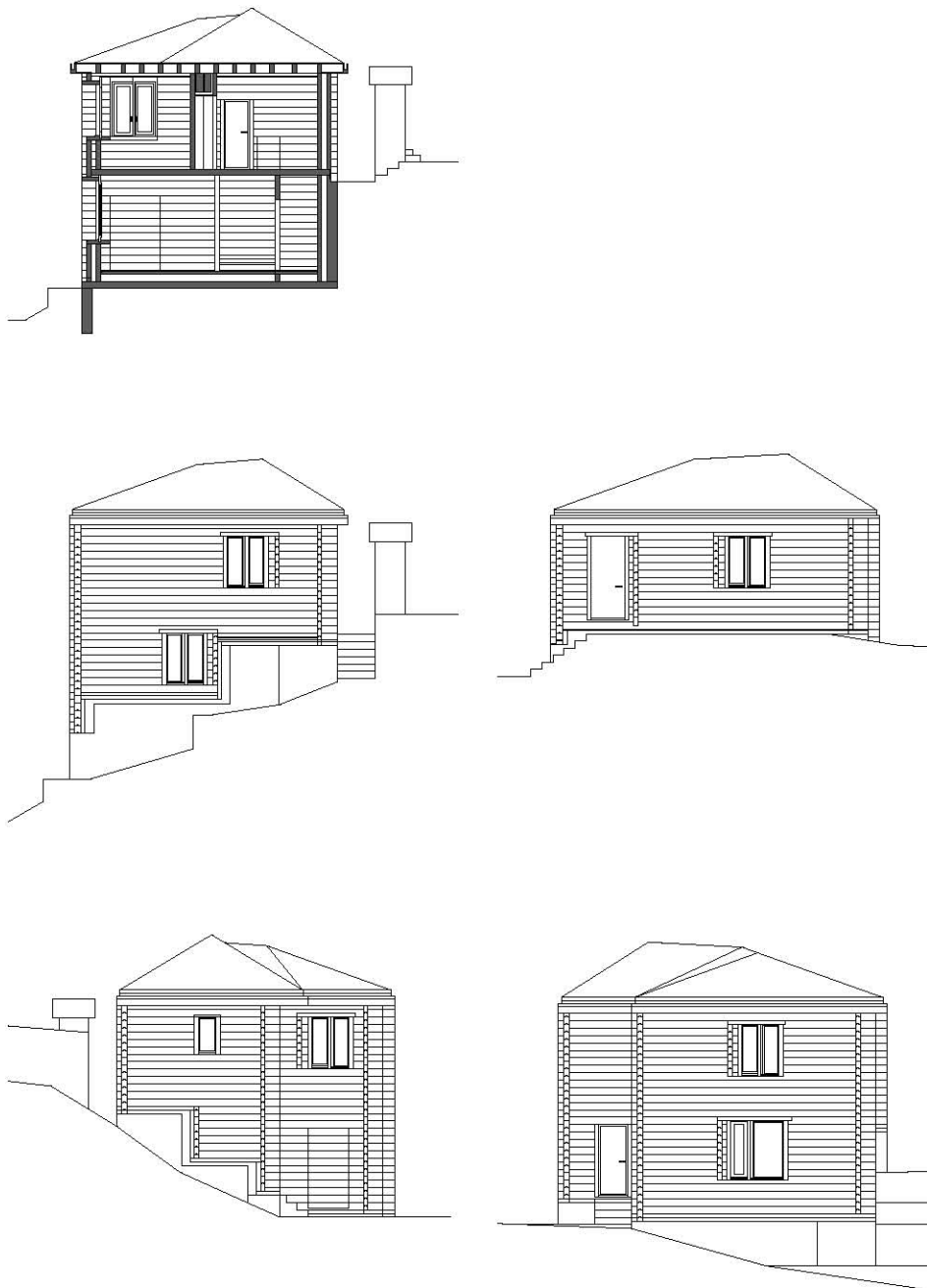


Fig.48 STIVA DA MORTS, ALÇADOS E CORTE, ESCALA 1:200.



Fig.49 STIVA DA MORTS E IGREJA DE STA. MARIA, VRIN, 2010.

com um véu sagrado, incluí-lo no domínio do que é exclusivo e espiritual. No interior, a madeira foi tratada com um verniz translúcido e brilhante que Caminada associa à preciosidade dos instrumentos musicais.



Fig.50 Interior,  
*Stiva da Morts*.

O uso de duas linhas de strickbau, uma exigência técnica, dá ao edifício um aspecto de uma escultura de madeira. Os espaços parecem ter sido talhados de um bloco único. Esta macizez lembra as paredes sólidas da igreja mas é ao mesmo tempo quente, acolhedora, reconfortante. Em cada pormenor é legível o cuidado e atenção do arquitecto. Uma atenção que não desdenha das coisas pequenas mas que trabalha a complexidade de cada escala. De facto, vários modelos 1:1 dos encaixes foram realizados previamente na loja de carpintaria. As janelas, particularmente, revelam a minuciosidade do pensamento e do desenho. A transição interior/exterior é executada pelo apartamento das faces, uma que avança e outra que recua. Assim a janela parece buscar o exterior recolhendo-o. O edifício assenta sobre uma base de betão também ela cuidadosamente esculpida que acompanha a quebra de simetria do canto, onde uma das linhas de strickbau avança sobre a outra. O topo é rematado por uma robusta cornija de madeira maciça que ampara o telhado de pedra.

*Stiva da morts* surge, não como um objecto isolado de desenho, mas como uma obra extremamente comprometida com o lugar e a comunidade que serve. É também uma síntese da experiência adquirida ao longo de um percurso de exploração de um mesmo sistema construtivo. A inovação na obra de Caminada não resulta no espectacular, ou melhor, no aparatoso. É, pelo contrário, discreta, pois resulta da reinterpretação e aperfeiçoamento do



Fig.52 *Stiva da Morts*, cemitério e igreja de St. Maria, Vrin, 2010.



Fig.51 Interior da Igreja de St. Maria, Vrin.

existente. Sobre a sua insistência diz Caminada: “A repetição sempre me interessou. Acho a vasta diversidade das nossas cidades modernas extremamente aborrecida. O estilo monossilábico de uma antiga cidade italiana é atraente por contraste. Acredito que não somos sequer capazes de registar demasiada diversidade. É preciso repetir certas coisas para evitar que o mundo se torne monótono.”<sup>4</sup> Manter o sistema construtivo não é, porém, uma questão de teima ou entretenimento. Ainda que este sistema de construção utilize uma grande quantidade de madeira, no entanto, como argumenta o arquitecto, “a madeira veio de um bosque próximo de Vrin e foi processado pelos artesãos nas oficinas na vila. O circuito económico de Vrin permanece fechado, o dinheiro fica no vale”.

É também importante atender aqui ao contexto biográfico do arquitecto. Gion Caminada nasceu, vive e trabalha em Vrin. Antes de se formar arquitecto pela ETHZ onde lecciona actualmente, aprendeu o ofício de carpinteiro em Vrin. Desta formação ficaram as ferramentas e hábitos de desenhar e pensar o edificio como um todo. “Durante a minha aprendizagem de carpintaria não havia firmas especializadas que fizessem só mesas ou cadeiras. Nós construíamos casas inteiras e caixões também!”<sup>5</sup> Mas este todo transcende o edificio e compreende ainda um contexto mais alargado: “Para mim uma arquitectura apropriada é aquela que se ajusta à normalidade, aquela que procura respeitar as necessidades do seu tempo: uma arquitectura que abrange tudo, desde os aspectos sociais ao económicos às questões estéticas. Um objecto estético com o qual as pessoas não se identificam, em principio, não qualquer valor.”<sup>6</sup> A conciliação entre a obra e discurso arquitectónicos de Caminada e o regionalismo crítico, como descrito por Frampton, é evidente. A sua arquitectura emerge das premissa geográficas, económicas, culturais e construtivas de um lugar específico. Os elementos plásticos regionais são, de acordo com o regionalismo crítico, reinterpretados. Como exemplo podemos referir ainda a sua reinterpretação dos cantos cruzados do *strickbau*, em que são usadas grelhas de madeira pré-fabricadas, que pousam umas sobras as outras avançando também alternadamente, mas que são depois isoladas e revestidas por

---

4 CAMINADA, Gion Antoni in SCHLORHAUFER, Bettina [et al], *Cul zuffel e l'aura dado: Gion A. Caminada*, Quart Verlag, Luzern, 2008, p.174.

5 *ibidem*.

6 CAMINADA, Gion in SCHAUB, Christoph, *Das Vrin Projekt*, Televisium Rumantscha, 1999, transcrito em 2g nrº14, p.139.



Fig.53 CONSTRUÇÃO DE STVA DA MORTS, VRIN, 2002.



tábuas. Outro exemplo evidente é o modo como tem subordinado o *strickbau* a actualizadas tipologias de habitação. Mantém o sistema construtivo mas a organização espacial, os programas, a linguagem são contemporâneas.

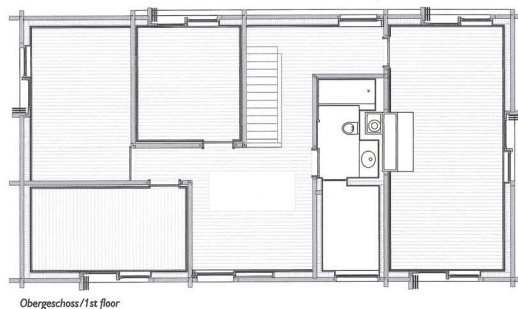


Fig.54 Casa  
Moritz Schmid,  
Vals, 2000.

Façamos neste ponto nossas as palavras de Martin Tschanz, concluindo que "um olhar sobre o trabalho de Gion Caminada demonstra o quão radicalmente este desenho assenta em experiência adquirida através do intenso processo de apropriação de métodos de construção tradicional, regionais. Talvez por isso, apesar da sua inovação, pode falar-se de uma arquitectura tradicional: não uma que considera um legado como um capítulo encerrado que pode no máximo ser imitado, mas uma que aceita um legado como capital a ser investido em projectos futuros – uma arquitectura tradicional portanto, que compreende que passar conhecimento implica também traduzi-lo, aplicá-lo e desenvolvê-lo mais ainda."<sup>7</sup>

7 TSCHANZ, Martin in in SCHLORHAUFER, Bettina [et al], *Cul zuffel e l'aura dado: Gion A. Caminada*, Quart Verlag, Luzern, 2008, p. 57.

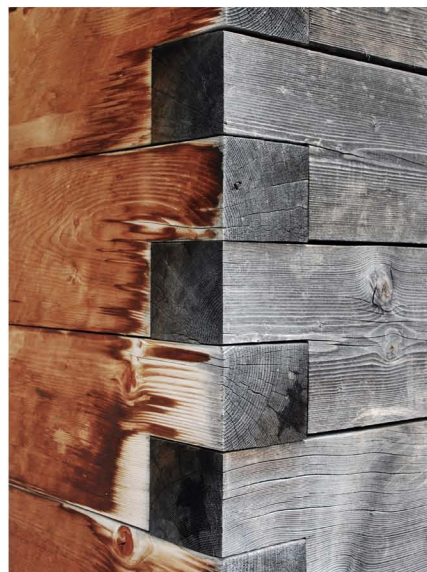


Fig.55 REINTERPRETAÇÃO DOS CANTOS CRUZADOS NA OBRA DE GION A. CAMINADA.



Fig.56 JANELÃO, CASA WILLIMANN-LÖTSCHER, SEVGEIN, 2010.

## 1.5.2 CASA WILLIMANN-LÖTSCHER, BEARTH & DEPLAZES, SEVGEIN, 1999.

Não foi difícil encontrar a casa Willimann-Lötscher. À pergunta habitual respondeu uma senhora: “Das hässlich Haus?”. A casa feia? Sorri e disse que sim. Era já ali.

Para quem chega da aldeia, a casa desenhada pelos arquitectos Bearth, Deplazes e Ladner, aparece estreita e alta como uma torre. O edifício, fincado no extremo de uma clareira, no limite entre a floresta e a aldeia de Sevgein, encolhe-se para que quem vem da rua possa olhar o vale também. O volume estende-se pelo terreno da clareira, alargando-se até ao alçado que encara o vale Vorder Rhein. Um pequeno trilho segue até à entrada da casa, uma porta reluzente de cobre protegida por uma oportuna moldura de betão. Só caminhando ao longo da casa, se percebe a sua verdadeira longitude. Uma ligeira quebra no alçado lateral faz com que da rua apenas se veja metade desta face. A cada passo, a casa assume contornos diferentes. A perspectiva picada e a geometria do volume confundem-me, e o esforço de leitura da forma, aparentemente simples, dá lugar a uma certa inquietação. A expectativa de obter, a partir das suas partes, uma imagem do todo do edifício não é imediatamente cumprida. Esta impressão deve-se sobretudo à figura irregular da planta e aos seus ângulos peculiares, reforçada ainda pelos reflexos alienadores das superfícies de vidro. A forma aparentemente simples produz significado pois é o produto, nas palavras de Bearth e Deplazes, da “destilação de um tema até à sua essência”. Ákos Moravánszky chama-lhe “alcançar complexidade através da redução” mas uma “redução que é simultaneamente uma condensação.”<sup>1</sup>

Na origem desta habitação estive, segundo os arquitectos, a abordagem de um cliente com ideias já bem definidas. A família queria uma casa com muitas unidades espaciais como um “labirinto de rato”<sup>2</sup>. Daí o conceito de

<sup>1</sup> MORAVÁNSZKY, Ákos, "One-family house at Sevgein, Grisons, Switzerland" in *Domus 824*, Março, 2000, p.31.

<sup>2</sup> WIRZ, Herausgeber, *Bearth & Deplazes: Konstrukte/Constructs*, Quart Verlag GmbH, Luzern, 2005. p.126.

uma torre com espaços distribuídos por meios pisos que se vai adaptando ao declive do terreno. Atrás da porta de cobre abre-se um espaço de pé-direito duplo onde as escadas oferecem duas alternativas: descer até à sala de jantar e cozinha; ou subir até à sala de estar onde uma parede de vidro, sem moldura ou juntas revela uma impressionante paisagem do vale e das montanhas que o rodeiam.

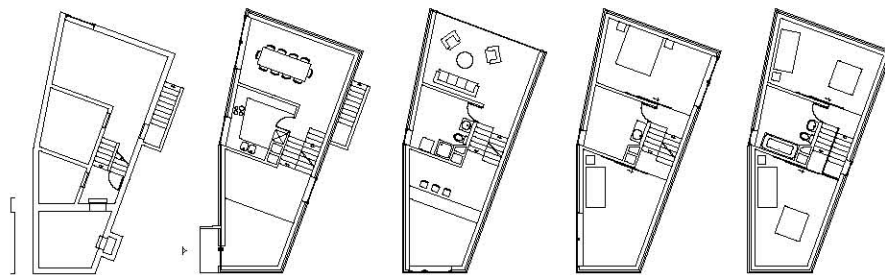


Fig.57 Plantas, Piso 0 - Piso 4 (da direita para a esquerda)

Nos andares superiores contam-se quatro quartos separados pelo núcleo vertical fechado da cozinha e quartos de banho; unidos porém pelo espaço contínuo da escada. A ideia era criar uma espiral espacial dentro da casa, uma espécie de “topografia interior”<sup>3</sup> que contrariasse a pequenez dos compartimentos. Assim os quartos, que podem ser fechados por portas de correr, podem sempre beneficiar da luz do compartimento oposto. O mesmo acontece com a sala que apesar de ser a Norte pode sempre contar com a luz que vem da galeria a Sul. A posição das aberturas nos alçados é o resultado desta sequência espacial interior. A cada quarto, uma janela. Um piso subterrâneo, a chamada cave de defesa civil, obrigatória pela legislação suíça, completa o programa da habitação.

Um dos requisitos mais imperativos do cliente era manter os custos de construção baixos. Os proprietários queriam encarregar-se do máximo de mão-de-obra possível e usar produtos de construção pré-fabricados. Isto determinou logo à partida vários aspectos essenciais do projecto. A casa foi construída segundo o sistema de painéis nos quais as janelas – também elas

<sup>3</sup> WIRZ, Herausgeber. *Beirth & Deplazes: Konstrukte/Constructs*, Quart Verlag GmbH, Luzern, 2005, p.126.

pré-fabricadas - tinham sido instaladas previamente. Foram usadas janelas de cobre Velux, clarabóias standard, tanto na cobertura como nos alçados. As clarabóias incorporadas nos alçados da casa provam que um material de catálogo pode ser transformado num detalhe superior, apontando o potencial estético de produtos normalmente vistos como baratos ou de fraco gosto.

A estrutura de madeira foi “fabricada e montada em menos de uma semana”<sup>4</sup>. Sendo que o tempo de construção no local se resumiu apenas a um dia de trabalho, isto é, das 8:00h às 18:30h quando a última peça da cobertura estava a ser encaixada. Os painéis foram produzidos por uma empresa privada<sup>5</sup> nas suas instalações, transportados para o terreno por camiões e montados com a ajuda de uma grua. O revestimento exterior foi conseguido através da aplicação de três larguras de tábuas diferentes, colocadas verticalmente o que estruturou o alçado. A relevância do revestimento exterior neste tipo de sistema construtivo é elevada, uma vez que estes sistemas compactos têm que ser impreterivelmente protegidos das agressões exteriores.

Se por um lado a madeira é utilizada tanto no sistema construtivo como no revestimento exterior, esta é pintada, assumindo um aspecto quase monolítico. O grande pano de vidro é no fundo um importante elemento de estudo para este trabalho, pela sua afirmação da grande metamorfose que sucede na expressão arquitectónica dos edifícios construídos em madeira.



Fig.58 Vista da sala sobre o Vale Vorder Rhein e escadas interiores.

Apesar da leveza do sistema de construção, o corpo escuro do edifício parece maciço. De facto, a sua forma de torre vem procurar uma “continuidade com

4 MORAVÁNSZKY, Ákos, “One-family house at Sevgein, Grisons, Switzerland” in Domus 824 , Março, 2000, p 31.

5 <http://www.holzforum.ch/>



Fig.59 ALÇADO VALE, SEVGEIN, 2010.



Fig.60 ALÇADO RUA, SEVGEIN, 2010..



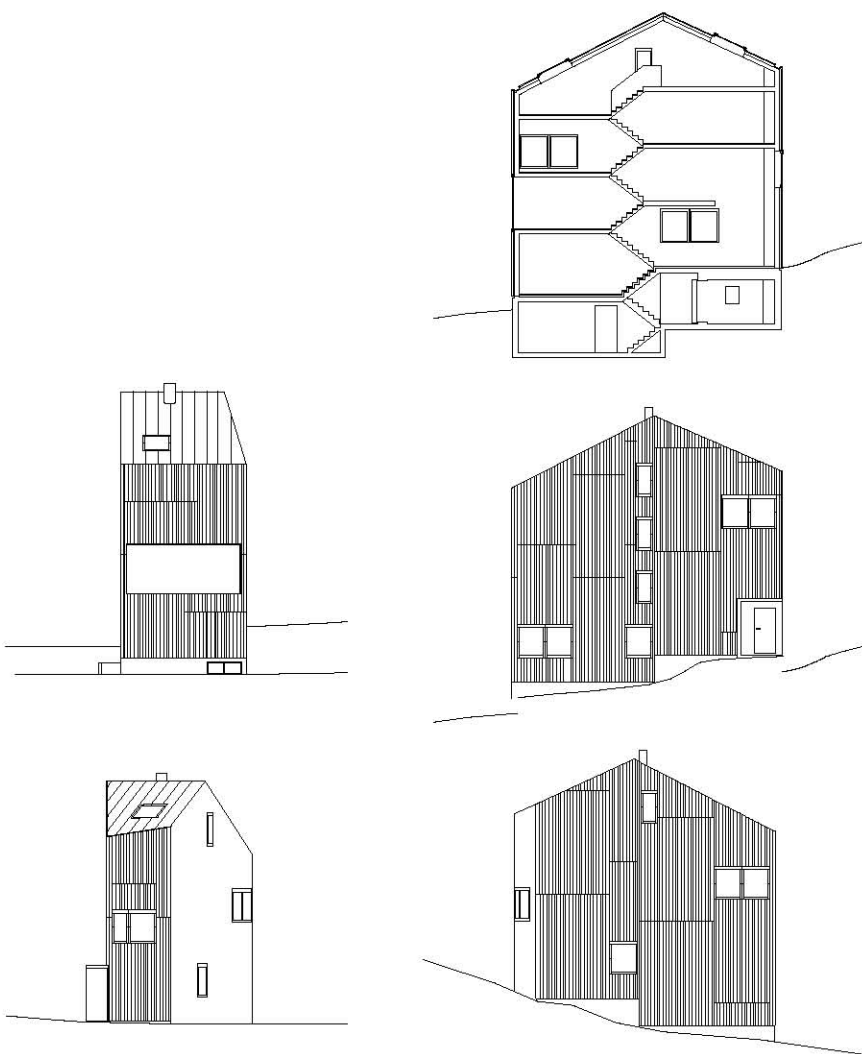


Fig.61 ALÇADOS E CORTE, ESCALA 1:200.

as torres feudais do cantão Graubünden”<sup>6</sup>. Os próprios clientes confirmaram a impressão de um volume escavado. Deplazes explicita mesmo que “o cinza escuro do alçado minimiza a natureza da madeira e deixa claro que a primeira intenção aqui não era construir um edifício de madeira.”<sup>7</sup> Ákos Moravánszky diz reconhecer aqui uma contradição no programa de desenho de subtracção e o uso de uma estrutura de painéis de madeira.<sup>8</sup> Esta contradição subsiste no modo como se chega à forma. Como se um escultor tentasse talhar uma estrutura linear ou construir por elementos um volume maciço. O efeito final aproxima-se plasticamente bastante da casa Meuli (2001), em Fläsch, dos mesmos autores, que consiste numa estrutura vertical, de espessas paredes de betão (50 cm). Processos diferentes resultam assim numa forma semelhante. O resultado formal, indiferente ao processo construtivo, é a prioridade. Os arquitectos Bearth & Deplazes assumem claramente esta postura de negação/ omissão do sistema construtivo quando explicam a abordagem construtiva da casa. “Embora a casa seja uma construção de madeira, com revestimento de madeira, a ideia não era revelar o material como tal. Apesar de as questões de construção serem importantes, já não era uma questão de mostrar como a casa foi feita.”<sup>9</sup>



Fig.62 Casa Bearth e Candinas, Sumvitg, 1998.

A casa Bearth-Candinas (1998), em Sumvitg, também uma torre residencial, é outro exemplo de uma estrutura de painéis de madeira pré-fabricado reves-

6 MORAVANSZKY, Akos, *Valentin Bearth & Andrea Deplazes: Spacepieces*, Quart Verlag, Luzern, 2001, p. 45.

7 DEPLAZES, Andrea, *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser, Basel Boston Berlin, 2008, p. 432

8 MORAVANSZKY, *op.cit.*, p. 48

9 MORAVANSZKY, Akos, *Valentin Bearth & Andrea Deplazes: Spacepieces*, Quart Verlag, Luzern, 2001, p. 48.

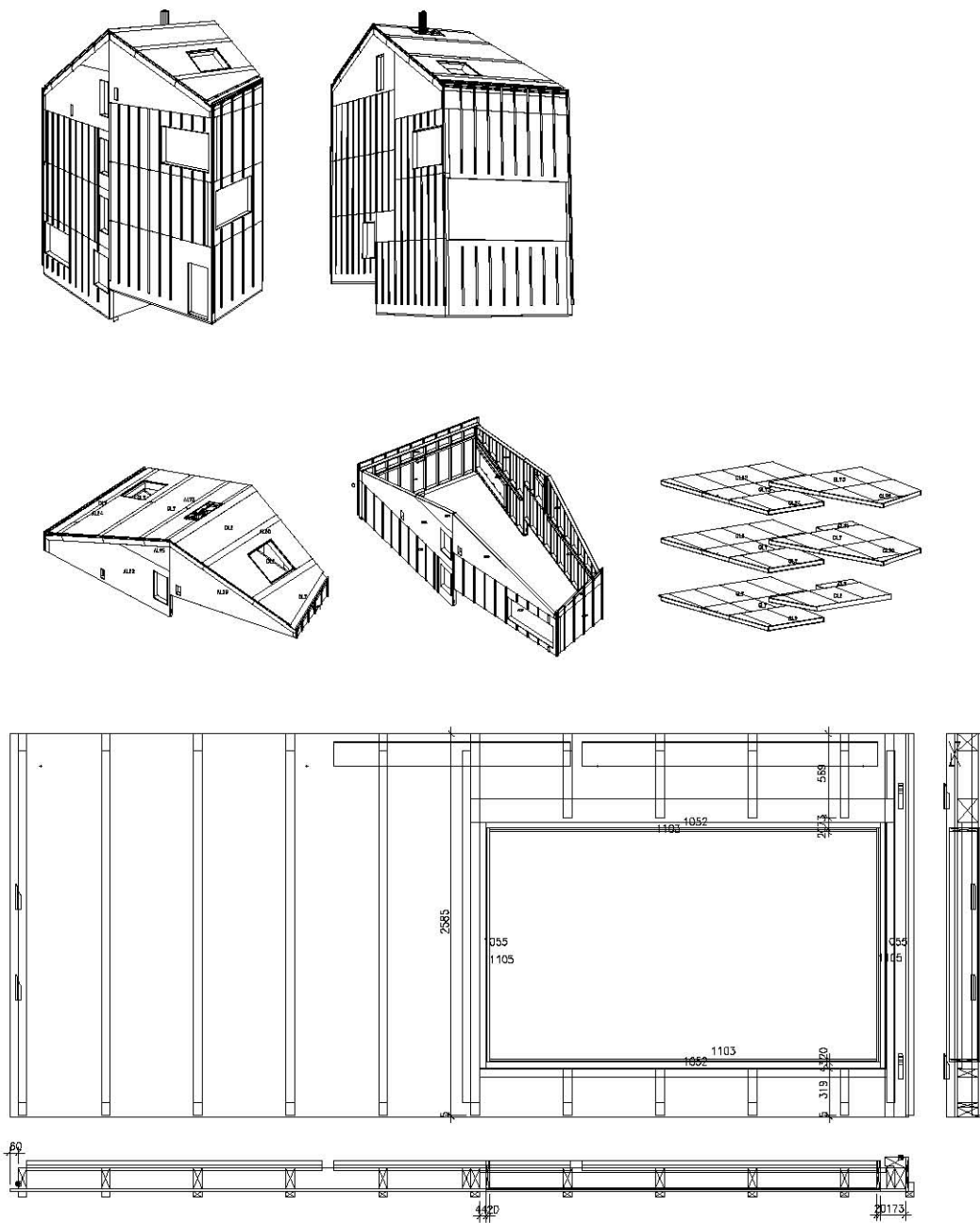


Fig.63 CASA WILLIMANN-LÖTSCHER - AXONOMETRIA DA ESTRUTURA DE ELEMENTOS DA CASA E PORMENOR DE UM ELEMENTO, ESCALA 1:50.

Cobertura (do interior para o exterior):

- Cobertura de cobre	0,6 mm
- Revestimento de betume	24 mm
- Softboard	100 mm
- Cavity ventilada	40-100 mm
- Painel de fibra de madeira impregnada com betume (isolante)	24 mm
- Madeiras estruturais (abeto) com isolamento térmico Isofloc	80/180 mm
- Isolamento de fibras de celulose (Isofloc)	180 mm
- Painel de madeira compensada (OSB 3 camadas)	27 mm
<b>Total</b>	<b>355 mm</b>

Parede (do interior para o exterior):

- Tábuas verticais (Revestimento exterior)	22 mm
- Ripas em grelha	25 mm
- Cavity ventilada	40 mm
- Softboard	18 mm
- Montantes em madeira e isolamento térmico	140 mm
- Painel de madeira compensada (OSB 3 camadas)	15 mm
- Ripas em grelha	15 mm
- Revestimento interior (softboard)	15 mm
<b>Total</b>	<b>290 mm</b>

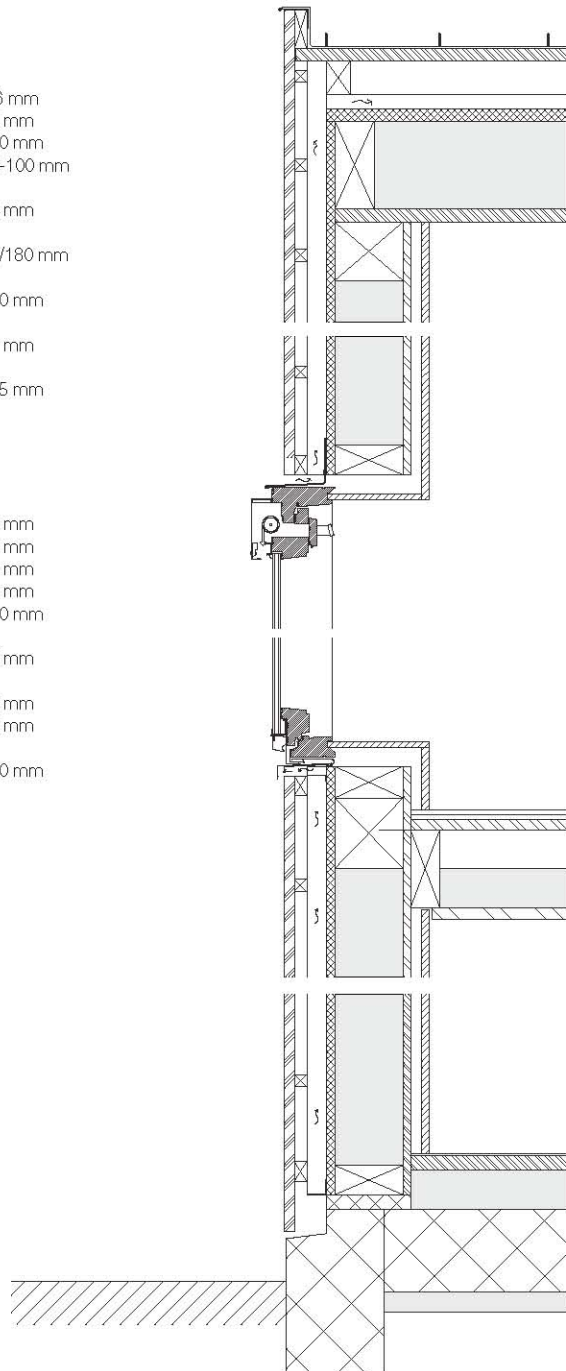


Fig.64 CORTE PELO ALÇADO.

tida por uma pele exterior. A casa de quatro andares surge como um volume de cantos arredondados vestido por uma camisola de escamas de madeira – revestimento tradicional local – que a protege das intempéries. No entanto, aqui é usado o sistema de painéis Schuler que como vimos é um sistema da categoria maciça que consiste num plano de madeira lamelada colada reforçado por montantes. A relação com a envolvente é aqui conseguida pela aplicação a uma forma e programa pouco vernacular no uso da madeira de um revestimento profundamente integrado nas práticas tradicionais e cujo trabalho é executado por um artífice especializado.

Edifícios como a casa Williman-Lötscher ou a Bearth-Candinas assumem o paradoxo construtivo com destreza e constituem por si evidentes indícios da mudança radical que decorre na concepção e uso da madeira no contexto contemporâneo suíço. A madeira surge aliviada da sua conotação “romântica”, não se expressa e é suporte oculto de conceitos que lhe são indiferentes. É também importante enquadrar o trabalho do atelier Bearth-Depazes num contexto experimental. Estas são obras que intentam conciliar e responder a questões de identidade, custo, qualidade, pré-fabricação, função que se impõem no presente contexto de construção em madeira na Suíça. São casas que procuram fazer o melhor a partir do que existe, interrogam e se prestam a ser julgadas. Que tentam aplicar o pré-fabricado na arquitectura sem a diminuir ou ofender. E que assim perscrutam a forma inerente aos novos sistemas de construção em madeira. Elas oferecem aos seus ocupantes qualidade espacial a um preço razoável. Num país que estima e luta por manter a sua identidade, em que cada vez mais se compram e constroem casas por catálogo, reinterpretar a oportunidade que a indústria da madeira está a ocasionar a favor da arquitectura oferecendo alternativas válidas parece ser um modo precioso de a defender.

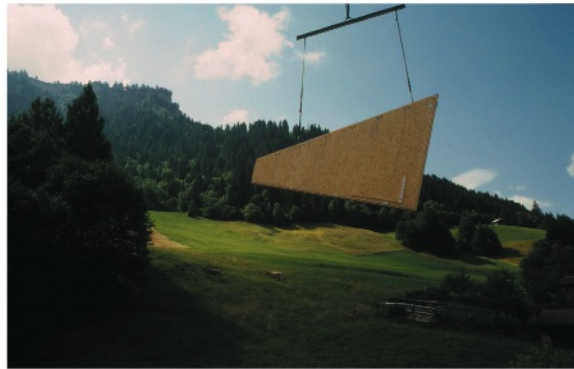


FIG.65 CASA WILLIMANN-LÖTSCHER, CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA EM 8 HORAS.



FIG.66 CASA WILLIMANN-LÖTSCHER, CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA EM 8 HORAS.

## PARTE II: [PRÁTICA] DO PROJECTO

O projecto neste trabalho é, antes de mais, um ensaio. Um ponto de contacto entre teoria e prática. O projecto surge aqui como ferramenta de aproximação à problemática do tema, processo paralelo, fomentador e incitador de novas e mais pertinentes questões no campo teórico. Assumido como pretexto de experimentação que impondo o confronto directo com aspectos inerentes ao processo de projecto, ao trabalho do arquitecto, facultou a percepção de questões que de outra forma poderiam ter passado despercebidas. De facto, parecia um pouco mais complicado perceber estes sistemas sem os pensar graficamente, sem a ajuda do instrumento do desenho.

Todavia, não poderia deixar de ser um exercício de arquitectura, por isso se define um lugar e um programa. De outro modo seria este um exercício meramente técnico e nada arquitectónico. Não interessava aqui questionar especificamente a resistência mecânica ou os limites dimensionais destes sistemas - esse será o trabalho da engenharia - mas o modo como eles respondem e servem à prática arquitectónica. Neste sentido, o projecto assume-se também como mediador entre o aspecto construtivo sobre o qual nos debruçamos e a escala mais abrangente da arquitectura.

Cruza-se assim os processos de construção em estudo com um tema arquitectónico (conceito habitacional). O programa resume-se à elaboração de

um abrigo, unidade mínima e elementar da arquitectura, no espaço aberto da montanha - sem grandes condicionantes formais urbanas portanto - que reúna os elementos básicos para a elaboração de uma estrutura: fundação, laje, junta, parede, vão, cobertura. Permitindo testar o desempenho e as condicionantes dos processos contemporâneos de construção em madeira e fazer uma estimativa mais exacta do seu potencial e inerentes problemas, mantendo o compromisso inicial de uma abordagem arquitectónica.





## II.1 ABRIGO: CONSTRUIR, HABITAR.

Procurar, ou construir um abrigo constitui um acto tão elementar como comer, dormir, respirar. De tal forma que não é só o Homem que se ocupa dele. Como disse Manoel de Oliveira numa conferência na FAUP: “O bicho nunca foi arquitecto mas é hábil em fazer o seu ninho. E dos mais estranhos!”<sup>1</sup> A Natureza desperta no Homem insegurança e dúvida e, simultaneamente ou consequentemente, um esforço de apreensão e domesticação. Esta apropriação da Natureza parte sempre de um centro físico e simbólico seguro, o ponto de referência que lhe permite apalpar e organizar a envolvente, orientar-se nela mas também, e sobretudo, regressar. Este ponto de origem, no fundo, é a transposição do *eu*, do ego para o material, pois é a partir de si e tornando a si que o Homem mede e descobre o Mundo, este é o seu método nato de conhecimento/apropriação. Certamente por isto, lugar e identidade partilham relações tão estreitas que até se confundem.

Este trabalho, que marca o fecho de um percurso, coincide com o apelo do regresso à essência da arquitectura. Este projecto relaciona-se, portanto, com este outro sentido mais profundo que é o do questionamento da pertinência da construção. Por mais elaborado e complexo que se tenha tornado e ainda que as suas funções se estendam para servir a complexidade do homem moderno, o artefacto arquitectónico é sempre um espaço domesticado e um retiro. O abrigo é, portanto, a unidade mínima da arquitectura, é sua função abrigar as actividades essenciais do Homem: comer, dormir, socializar, privar; habitar.

*Habitar e construir estão relacionadas como fim e meio. No entanto, enquanto isto for tudo o que temos em mente tomamos habitação e construção como duas actividades separadas, uma ideia que tem algo de correcto. Todavia, ao mesmo tempo, pelo esquema meio-fim bloqueamos a nossa visão das relações essenciais. Pois construir não é meramente um meio e um caminho para o habitar – construir é em si já habitar. (...) Então, o que é que Bauen (construir), significa realmente? A palavra do antigo inglês e alto alemão para construir, buan, signi-*

---

1 DE OLIVEIRA, Manoel, Conferência, FAUP, 2008.

*fica habitar. Isto é: permanecer, ficar num lugar. (...) Os verbos buri, büren, beuren, beuron, todos significam morada, habitação, o lugar de habitação. Mas para ter a certeza, a antiga palavra buan não só nos diz que bauen é realmente habitar; ela também nos dá uma pista do que devemos pensar que habitar significa. Quando falamos de habitar pensamos numa actividade que o homem pratica entre muitas outras. Trabalhamos aqui, habitamos ali. (...) Onde a palavra bauen ainda fala no seu sentido original ela também diz o quão longe a natureza de habitar vai. Ou seja, bauen, buan, bhu, beo são a nossa palavra bin nas versões: ich bin (eu sou), du bist (tu és), a forma imperativa bis (ser). O que significa então ich bin? A antiga palavra bauen, à qual pertence a palavra bin, responde: eu habito, tu habitas. O modo como tu estás/ és e eu estou/sou, a maneira como nós humanos estamos no mundo é buan, habitar. Ser humano significa permanecer na terra como mortal. Significa habitar.”<sup>2</sup>*

Construir está, portanto, para o habitar como o cozinhar está para o comer. “Não habitamos porque havemos construído, mas construímos porque habitamos, isto é, porque somos habitantes.”<sup>3</sup> Quando como hoje o nosso modo de habitar muda e varia tanto então o construir tem que se adaptar ou poderá tornar-se obsoleto, insubsistente. “Só se formos capazes de habitar, é que podemos então construir.”<sup>4</sup>

---

2 HEIDEGGER, Martin, "Bauen Wohnen Denken" (1951) in *Poetry, Language, Thought*, Harper Colophon Books, New York, 1971, p.148.

3 *ibidem*.

4 *idem*, p.160.

## 11.2 MAIENSÄSSE

Por ter sido uma região que visitei frequentemente, uma região de forte tradição da carpintaria e inclusive onde estão estabelecidas muitas das mais importantes indústrias de madeira, e ainda por ser a região onde há uma rica e relevante amostra de edifícios – antigos e contemporâneos - construídos em madeira, Graubünden foi a região que escolhi para desenvolver este trabalho. Mais especificamente a região de Surselva que foi o terreno da minha última viagem. Graubünden é o maior cantão suíço e o seu território coincide quase completamente com a acidentada topografia alpina. Apenas um terço desta área é considerada produtiva isto significa, ou significou durante muito tempo, que a subsistência depende e é rigorosamente vincada pelo compasso da natureza. Desta condição, e apesar de a urbanização se ter infiltrado e chegado a quase todas as localidades, resulta um forte sentido de organização, pontualidade e a retenção de costumes que parecem ter grande importância para a memória e identidade colectivas. A economia e território alpinos tem, contudo, sofrido profundas alterações, o seu sistema agrícola, base da economia e da sociedade da região, está extremamente fragilizado pelas irrupções exteriores. Graubünden é um bom exemplo a uma escala menor dos problemas urbanísticos que a Suíça enfrenta. E também da questão que colocamos no capítulo anterior de um território onde tradição e globalização colidem. Esta oscilação reflecte-se evidentemente na sua paisagem. Um dos temas intensivamente discutidos presentemente e produto desta situação é a recuperação dos *maiensässe*.

A palavra *maiensässe* significa, literalmente, pastagens mas é também o nome dado aos abrigos temporários, estábulos e celeiros implantados na zona intermediária entre as aldeias no vale e o cume da montanha, isto é, aproximadamente entre os 1200 e os 1800 m de altitude. A origem do termo não é clara mas apontam-se duas alternativas possíveis: o nome varia de Mai, Maio, mês em que os pastores guiam o gado para as pastagens; ou de mähen, do alemão majen, mejen, prado em flor. Os *maiensässe* são a residência temporária onde pastores, sua família e animais permanecem durante o período quente da Primavera ao Outono. A condução dos animais e a migração para a cota superior é tradicionalmente festejada e representa um evento cultural

importante na vida rural. Durante este período o gado dedica-se ao pastoreio, o pastor à colheita de forragem para o Inverno e à produção de queijo e manteiga. Todos estes procedimentos estão intimamente ligados com a subsistência dos habitantes destas regiões. O *maiensässe* é, ou era, a base operacional do uso e manutenção da terra. Os direitos de propriedade sobre as pastagens são partilhados entre vários pastores e os terrenos usados colectivamente para pastoreio do gado. O *maiensäss* tinha também um papel sócio-cultural importante. As famílias mudavam-se para a cota superior e os espaços mais pequenos destas construções convidavam à interacção. Este tempo era considerado como uma experiência criadora de identidade.<sup>1</sup> Formalmente os *maiensässe* variam mesmo em regiões vizinhas. Os materiais usados contudo baseiam-se na pedra como fundação e na madeira como estrutura espacial mas as percentagens variam. A pedra pode subir até ao primeiro andar ou mesmo até ao topo. Em Vals, por exemplo, a pedra sobe reforçando as extremidades. O mais comum, porém, é que sob a base de pedra se erga uma estrutura *strickbau*. A base acompanha a topografia protegendo a estrutura de madeira. A cobertura é feita de lajetas de pedra ou escamas de madeira e mais recentemente, chapas de zinco ou de cobre.

Em termos de tipologia estes edifícios dividem-se em três programas: os edifícios residenciais, os celeiros e os estábulos. Cada pastagem incluía pelo menos um edifício residencial e um estábulo ou celeiro. Estes últimos eram construídos para recolher a forragem e evitar grandes deslocações. Por vezes as suas funções eram combinadas num só edifício. Os *maiensässe* residenciais têm uma ou duas divisões correspondendo à cozinha e área de dormir e eram separadas por uma lareira comum.<sup>2</sup> Os requisitos para estas habitações eram bastante mais baixos em relação às residências permanentes no vale, uma vez que eram temporárias.

Este quadro, todavia, entrou em grave decadência, os jovens migraram para as cidades, e a agricultura e a pecuária sofreram um desfalque de consequências irreversíveis. A ausência de manutenção devolve os prados às ervas altas; e muitos dos *maiensässe*, abandonados, estão em ruínas. Os estábulos e

---

1 GIOVANOLI, Diego, *Alpschermen und Maiensässe in Graubünden: bäuerliche Bauten, Betriebsstufen und Siedlungsstrukturen ausserhalb der Dörfer Graubündens von der frühen Neuzeit bis 1960*, Haupt, Bern, 2003, p.23.

2 SIMONETT, Christoph; KÖNZ, Jachen U., *Die Bauernhäuser des Kantons Graubünden*, Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde, Basel, 1983, p.69 -73.

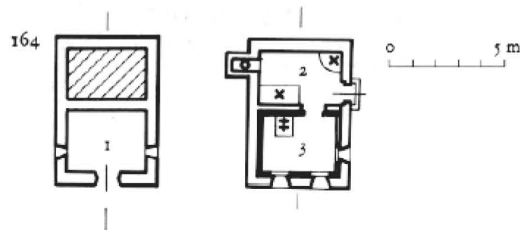
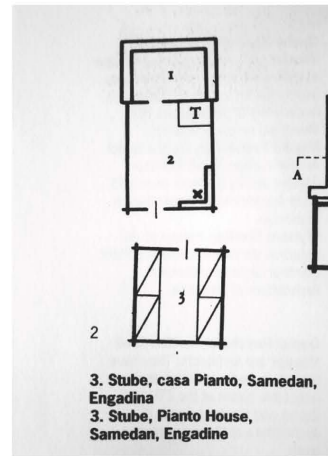


Fig.67 *Maienssässe*: Tipologias e uso.

celeiros perderam a sua função desde que os transportes motorizados invalidaram o ciclo de migração. Os *maiensässe* são produto de uma organização territorial baseada num delicado e dinâmico sistema sócio-económico que por sua vez enfrenta uma grave crise. A questão que se coloca agora é o que fazer com estes edifícios (ou o que resta deles). Pelo menos economicamente não faz sentido manter uma estrutura inútil. A alternativa a deixá-los cair por si (como tem acontecido repetidamente) é a de os recuperar para casas de férias.



Fig.68 Um dos muitos *Maiensässe* em ruínas documentados por uma associação de Graubünden.

De facto, a localização e até mesmo o conceito original do *maiensäss* – abrigo temporário, incentivo ao convívio – parecem favorecer este novo programa. Programa este que se tem insinuado com perseverança. A intensa procura de estadia durante as épocas altas de férias tanto no inverno (desportos de inverno) como no verão (caminhadas, escaladas, piqueniques, etc.) praticamente suplica esta que parece ser a óbvia solução. No entanto, as crescentes exigências técnicas não permitem dispor destes edifícios como habitações ainda que temporárias e a legislação por sua vez é apertada e não parece facilitar esta transição. De certa forma, a diligência em proteger e defender o património paisagístico entrou em grave contrariedade com os seus próprios objectivos. A grande parte dos edifícios foram herdados de seus pais e avós pelos migrantes que vivem agora na cidade e apesar de ser popular dispor de uma casa de férias na montanha, estes não conseguem licença para recuperação. Diversas associações têm apelado à acção das autoridades até agora sem grande sucesso<sup>3</sup>. Mesmo a recuperação dos edifícios é estreitamente controlada e exige licenças cuja mora só beneficia a degradação destes. Uma vez dado o colapso, a reconstrução é raramente permitida. Assim muitos destes edifícios são recuperados num limite dúbio de legalidade. Muitas vezes a lei

---

3 <http://www.kulturzerfall.ch/>

é contornada e a reconstrução é feita debaixo da casca do antigo edifício. A proibição da abertura de vãos maiores leva a que as janelas sejam disfarçadas no exterior com o prolongamento do revestimento.



Fig.69 Janelas disfarçadas atrás do revestimento exterior para cumprir a legislação.

E o aluguer dos *maiensässe*, apesar de na grande maioria ilícito, é comum e muito procurado. Os espaços são por isso preparados para arrumar o maior número de pessoas possível, o espírito é aquele de camarata, com beliches, camas ou simplesmente colchões acomodados debaixo das águas do telhado. Os requisitos são mínimos: um lugar quente para dormir e comer.

A lei tem sido de facto o maior obstáculo à recuperação física e funcional dos *maiensässe*. A sua abordagem estrita, desprezando as necessidades contemporâneas, incentiva soluções profanadoras do património construído e paisagístico que se propõem defender. Neste período de transição, e lembremos que o temperamento suíço é já de si adverso a mudanças, cabe aos arquitectos propor soluções que resolvam esta transição com a subtilidade que ela requer.

Este pareceu um tema interessante e, sobretudo, oportunamente compatível – em termos de escala e contexto construtivo - com os objectivos do projecto. Por isso foi adoptado como programa projectual do exercício proposto. Antes de prosseguir para a exposição das opções de projecto reproduz-se aqui um texto de Adolf Loos, em jeito de manifesto, cujo conselho foi aceite e permaneceu em mente durante o processo de desenho.





Fig.70 TELHADO EM PEDRA, VALS, 2010.

REGRAS PARA AQUELES QUE CONSTROEM NAS MONTANHAS.<sup>1</sup>

*Não construas pitoresco. Deixa tal efeito aos muros, às montanhas e ao sol. O homem que veste de maneira pitoresca não é pitoresco, mas sim um palhaço. O camponês não veste de maneira pitoresca. Mas ele é.*

*Constrói tão bem quanto possas. Não melhor. Não te vanglories. E não pior. Não te rebaixes intencionalmente a um nível mais baixo do que foste colocado pelo teu nascimento e educação. Mesmo quando fores à montanha. Fala com os agricultores na sua língua. O advogado vienense que fala com o camponês no dialecto do pedreiro tem que ser destruído.*

*Atenta às formas em que o camponês constrói. Pois elas são feitas da substância acumulada da sabedoria dos antepassados. Mas procura a origem da forma. Se os progressos da técnica tornaram possível melhorar a forma, empregue-se sempre essa melhoria. A foice é substituída pela debulhadora. A planície requer uma estruturação vertical: a montanha horizontal. A obra humana não deve competir com a obra de deus. A torre de Habsburg perturba a cadeia dos bosques de Viena, mas a de Husarentempel encaixa-se harmoniosamente.*

*Não penses no telhado mas na chuva e na neve. Assim pensa o camponês e constrói nas montanhas o telhado mais plano segundos os seus conhecimentos técnicos. Na montanha a neve não deve deslizar quando quer, mas quando o camponês quer. O camponês, portanto, deve poder, sem arriscar a sua vida, subir ao telhado para se livrar da neve. Também temos que construir o telhado mais plano que a nossa experiência técnica nos permite.*

*Sê verdadeiro! A natureza apenas tolera a verdade. Lida bem com pontes de ferro armado, mas às pontes de arco gótico com torres de pontas e setas ela rejeita. Não temas ser rotulado de não-moderno. Mudanças na construção antiga só são permitidas se representarem uma melhoria, senão fica-te pelo antigo. Pois a verdade, tenha ela centenas de anos, tem conosco uma relação mais íntima do que a mentira, que caminha ao nosso lado.*

---

<sup>1</sup> LOOS, Adolf, 1913 "Regeln für den, der in den Bergen Baut" in OPEL, Adolf, *Trotzdem*, Adolf Loos: *Gesammelte Schriften 1900-1930*, G. Prachner, Wien, 1982. p.120.



Fig.71 IMAGENS DE SATELITE DO TERRENO, BÄCH.

## 11.3 MEMÓRIA DESCRITIVA

A definição de um terreno poderia ter sido dispensada uma vez que o maiensäss faz parte de um layout de condicionantes fixo que se resumem a determinadas características programáticas e formais e uma pendente acentuada. Contudo optou-se por definir um terreno pelo conforto de trabalhar com condições concretas – orientação, curvas de nível, altitude. O terreno eleito insere-se nas pastagens de Bäch, uma pequena aldeia no vale Safien, mais especificamente na zona de corte profundo entre as formações montanhosas Crap Grisch e Brusghorn. A organização da paisagem decalca a típica formatação das aldeias da região de Surselva, isto é, a aldeia no fundo do vale, ponto de uma estrada que liga várias aldeias, e ponto a partir do qual sobem os caminhos, neste caso, o caminho contorcido para os *maiensässe*. O edifício está implantado a 1770 metros perto de uma inflexão do caminho.

O projecto desenvolveu-se a partir de condicionantes formais já estáveis e evidentes que correspondiam não só à leitura da envolvente e do programa mas também às exigências construtivas. Graubünden não constrói sempre em madeira, mas constrói sempre maciço. É particularmente interessante o modo como pedra e madeira se complementam nas suas propriedades e são combinadas nas construções desta região. Assim, uma base de betão doméstica a topografia e recebe a estrutura de madeira. Uma vez que estamos a usar a *nova madeira* pareceu compatível fazer uso da *nova pedra* também. Os primeiros desenhos do projecto surgiram da tentativa integrada de responder ao programa e convir ao exercício. Surgiu a ideia de um núcleo quente, independente da estrutura, que reunisse os serviços – aquecimento, electricidade, água. Este núcleo reproduz o conceito da lareira do maiensäss e das casas alpinas em geral, ou seja, ele é organizador e mediador do espaço; mas simultaneamente liberta os alçados de intersecções com paredes interiores e da assimilação de tubagens. A importância da lareira prende-se com o seu simbolismo também, ela é o elemento que chama a si, em redor dela se reúnem os espaços e os indivíduos. Para Semper a lareira, o fogo, o calor é o primeiro e mais importante elemento da arquitectura, por ser o seu elemento moral.<sup>1</sup>

---

1 SEMPER, Gottfried, *Die Vier Elemente der Baukunst*, Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1851, p.27.

Assim, esta peça central opera como um dispositivo multifuncional em torno do qual se habita. Constitui, no fundo, uma actualização da peça da lareira do *maiensäss* adaptada às necessidades contemporâneas.

A divisão do espaço deriva também da tipologia antiga do *maiensäss*: espaço de comer em baixo, espaço de dormir em cima. Num *maiensässe* os espaços são sempre comuns, a privacidade é reduzida ao mínimo. Em concordância com este conceito decidiu-se não fechar a laje entre os dois pisos. Manter as arestas do volume contínuas reforçando a ideia de um espaço inteiro, onde a laje está suspensa. Esta abertura (como gostei de imaginar enquanto desenhava) será motivo para brincadeira e conflito. Este tom de vivência terá sido exactamente o que me entusiasmou e que retive da minha experiência de férias num *maiensäss*. Existe sempre a apreensão do todo, as actividades que decorrem numa parte afectam as outras, são discutidas por todos. Não há espaço para a indiferença, a interacção é contínua. Esta liberdade, só é suportável a curto termo e apenas admissível numa habitação temporária, portanto não se abdicou dela.

À entrada recebe-se com um arrumo espaçoso onde se pode sentar e largar equipamento, sapatos e excesso de roupa. A porta aberta bloqueia momentaneamente a perda de ar quente da sala. O piso térreo aproveita da topografia para acomodar uma cota inferior onde o espaço de comer e de estar se encastra em frente à lareira. Aproveitou-se para reproduzir um elemento assíduo nas cozinhas suíças: o banco de canto que contorna a mesa, prolongando-o, neste caso, em torno de toda a cota inferior. A cozinha limita-se a um balcão com lava-loiça, arrumos, dois discos quentes, e espaço de arrumação no vão da escada.

O piso superior compreende o espaço de dormir cujo desenho resulta da apreensão de pormenores de *maiensässe* visitados. A zona de dormir resume-se a cinco colchões dispostos lado a lado rematada por um banco contínuo debaixo do qual se podem deixar as mochilas, malas, etc, e que pode ser usada também como mesinha de cabeceira. No núcleo separou-se sanitário, chuveiro e lavabo para coordenar funções e reduzir tempos de espera.

## VÃOS

O janelão domina o espaço interior assim como o alçado exterior. A relevância e dimensão que lhe são dadas relacionam-se com uma vontade de con-

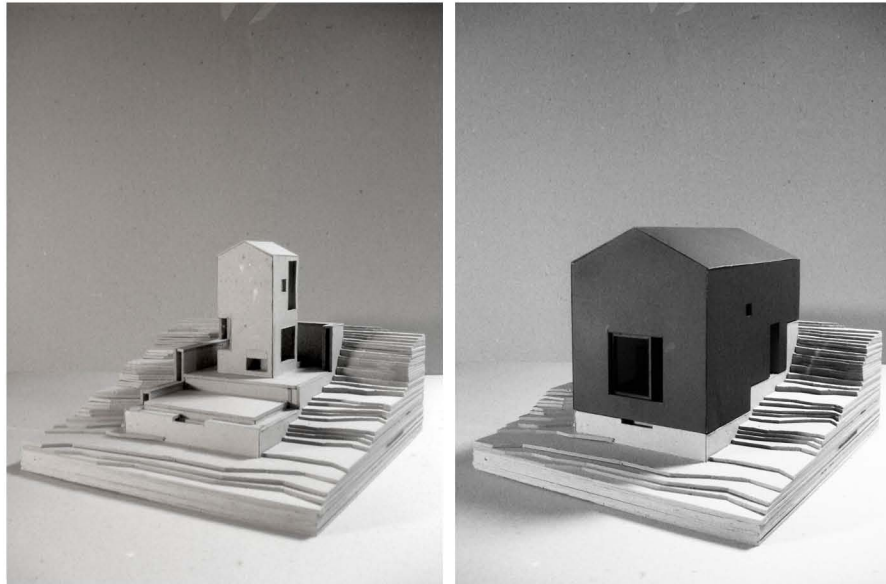


Fig.72 Maqueta de estudo, escala 1:50.

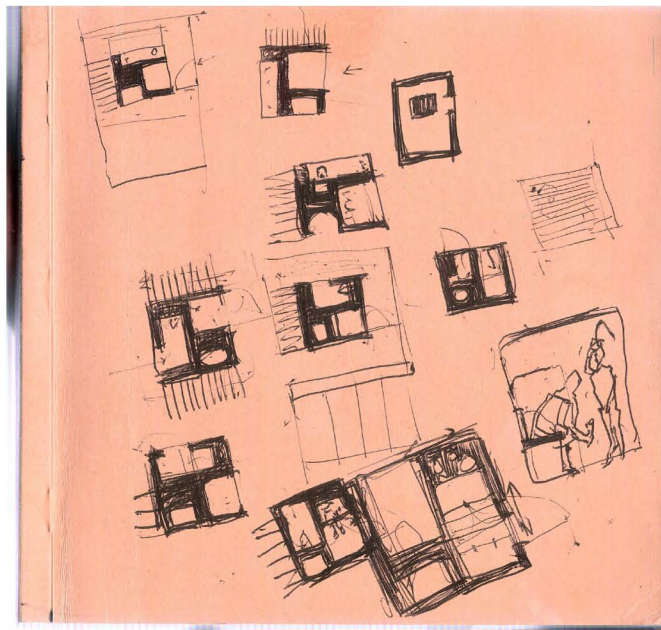


Fig.73 Desenvolvimento do núcleo, desenhos do processo.

trariar a legislação na proibição de aberturas de maior tamanho. Se as janelas não eram maiores anteriormente era porque os sistemas construtivos não o permitiam. E como disse Loos: *“Se os progressos da técnica tornaram possível melhorar a forma, empregue-se sempre essa melhoria.”* Uma grande janela não significou aqui um desafio ou desrespeito ao lugar, pelo contrário, ela é entendida como uma reverência a este. A legislação tem contudo que ser contornada pela aplicação de portadas exteriores que fecham o volume durante a ausência do ocupante. O janelão reproduz a forma das entradas de palha dos grandes palheiros. As portadas são compostas por duas linhas de madeira cruzadas o que permite manter o alinhamento vertical quando fechadas e o alinhamento do revestimento quando abertas, camuflando-se neste. A paisagem é a originadora deste novo programa de ocupação. É a ela que o visitante procura, é por ela que vem. E no tempo que permanece ela é-lhe oferecida. Assim o janelão se transforma em olho sobre a paisagem. Um olho que pode estar semicerrado pela cortina interior ou fechado pelas portadas exteriores, mas que lhe dá a possibilidade de olhar ou não para ela.

De facto, conta-se com esta imagem e seus contrastes meteorológicos para variar o tom da vivência interior. O pano de vidro é dividido em duas faces assimétricas. A maior é fixa e avança para o exterior formando um parapeito largo de proveito interior, a outra recua e abre permitindo a circulação de ar e simultaneamente o acesso à soleira exterior, particularmente útil no inverno em que estas são usadas como frigoríficos. Este esquema de faces alternadas, apropriação não retraída das janelas de Gion Caminada, repete-se nos restantes alçados mas em dimensões bastante mais contidas. O resto do volume maciço é perfurado pontualmente por dois estreitos rasgos horizontais e duas pequenas aberturas que seguem o revestimento exterior, evitando a saciedade da paisagem. Também aqui se cita um antigo método de recorte de vãos nos alçados maciços em madeira, em que as tábuas não são completamente interrompidas para dar origem ao vão, mas são recortadas em um dos lados para lhe dar forma.

## REVESTIMENTO

O revestimento gerou alguma inquietação. A madeira estrutural tinha que ser protegida. Estes sistemas não podem estar expostos. Mas a pergunta fundamental era, mas proteger com que material? E de que forma? Esta última

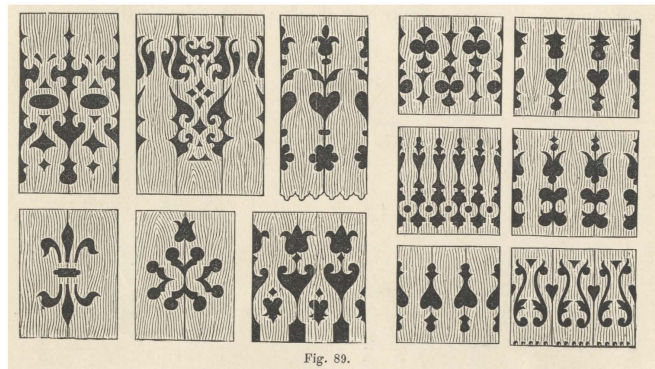
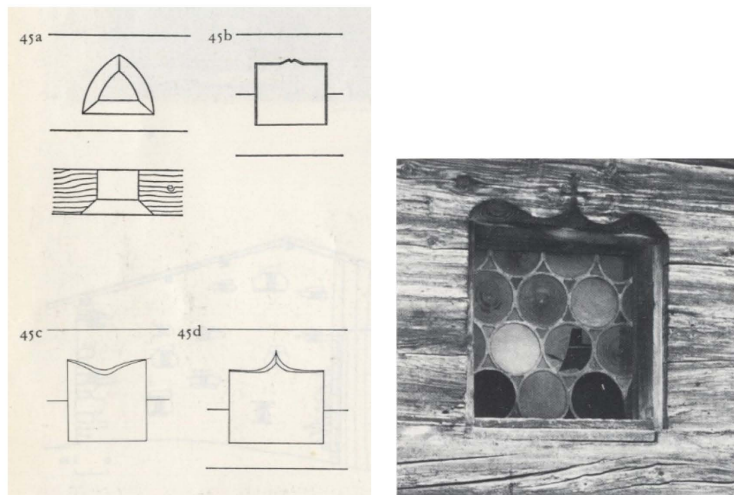


Fig.74 ELEMENTOS DE REFERÊNCIA PARA O DESENHO DOS VÃOS.



*layer* é uma das mais importantes do detalhe construtivo pois permite ao edifício relacionar-se com os outros socialmente. Optou-se por um revestimento maciço também em madeira composto por linhas horizontais, não tão espesso como o strickbau porque nesse caso ele é também estrutural, mas que fosse robusto e duradouro, preparado para as condições atmosféricas que o esperariam. Estas tábuas são tratadas com um acabamento cinza escuro que aproxima o edifício da linguagem dos seus contêrrâneos. No entanto, colocou-se aqui a questão de uma incoerência ou redundância em revestir de madeira um edifício de madeira. Até porque a madeira do interior (estrutural) é tratada de um modo completamente diferente da madeira exterior. Interiormente optou-se por deixar a estrutura aparente, tanto no caso do sistema de painéis (OSB) como no caso do sistema maciço (x-lam). Assim, a estrutura não é aparente no exterior mas no interior. Assim, temos este contraste entre interior/ exterior que usa o mesmo material por razões e de maneiras diferentes.

## COBERTURA

A cobertura é protegida por folhas de zinco e rematada por uma peça que é simultaneamente caleira e guarda-neves. Manter a caleira junto ao isolamento e não na aresta do telhado avançado é extremamente útil uma vez que previne a formação de barragens de gelo, um dos problemas principais que dá origem a infiltrações no telhado. Hesitou-se no prolongamento das águas do telhado comum às construções vizinhas, contudo optou-se por não o fazer uma vez que a razão pela qual este prolongamento era feito – proteger a madeira dos alçados – já é conseguida pelo revestimento e toda a impermeabilização aplicada, e também porque o efeito desta protecção nas paredes resulta sempre em duas manchas de tons diferentes correspondentes ao material mais conservado em cima e o desgastado em baixo. Assim o material sofrerá um desgaste homogéneo.

Sobre a Casa de Férias de Ofir, o arquitecto Fernando Távora disse o seguinte “Uma das mais elementares noções de química ensina-nos qual a diferença entre um composto e uma mistura e tal noção parece-nos perfeitamente

aplicável, na sua essência, ao caso particular de um edifício. Na verdade, há edifícios que são compostos e edifícios que são misturas (para não falar já nos edifícios que são mixórdias) e, no caso presente desta habitação construída no pinhal de Ofir, procurámos, exactamente, que ela resultasse um verdadeiro composto<sup>2</sup>. Esta foi também a intenção deste projecto. A transcrição das características formais dos *maiensässe* tradicionais não foi exacta nem completa e não aconteceu sem que se pensasse na sua pertinência. Pairou sempre alguma apreensão durante o processo de desenho de que a simplicidade do volume o tornasse de certo modo icónico ou sem escala. Procurou-se também aqui através do uso do material, através do trabalho do ritmo das tábuas do alçado, do trabalho da proporção dos escassos elementos, conseguir como disse Zumthor que o edifício *não representasse algo, mas fosse algo*.<sup>3</sup> A maquete foi neste caso muito importante na decisão das medidas do edifício. A lhanura dos pormenores é também deliberada. Sem certeza de que terá sido conseguida, a intenção foi a de que o edifício se arrumasse humildemente entre os elementos da paisagem, sem levantar grande agitação. Que fosse parco no uso dos materiais mas que estes poucos produzissem um sentido de justeza e conformidade em relação ao lugar, ao programa e, claro, ao exercício que aqui era proposto.

---

2 TÁVORA, Fernando em *Fernando Távora. Desenhos de Viagens, Projectos*, Macrom, 2002.

3 ZUMTHOR, Peter, *Architektur Denken*, Birkhäuser, Basel, 1999, p.34.

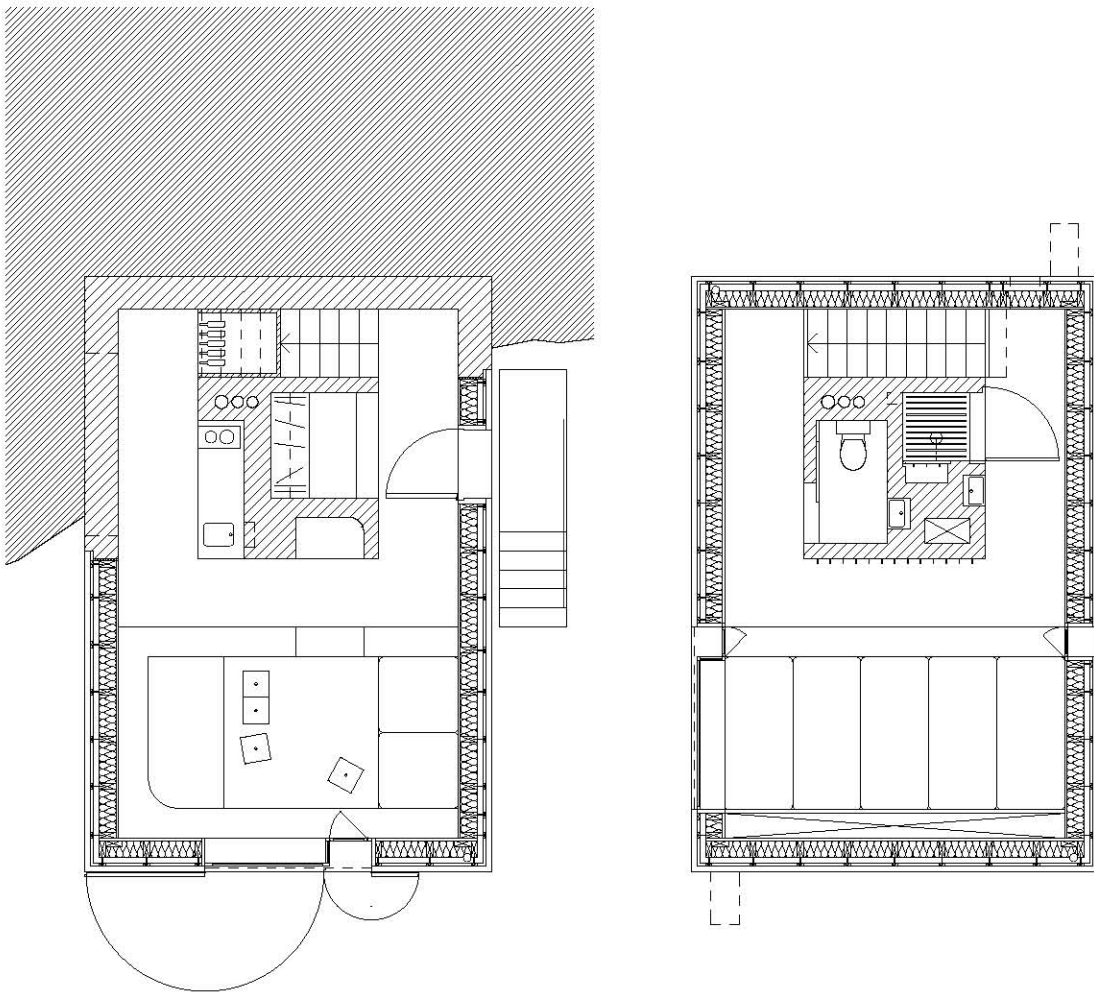


Fig.75 SISTEMA DE PAINÉIS, PLANTAS, ESCALA 1:100.

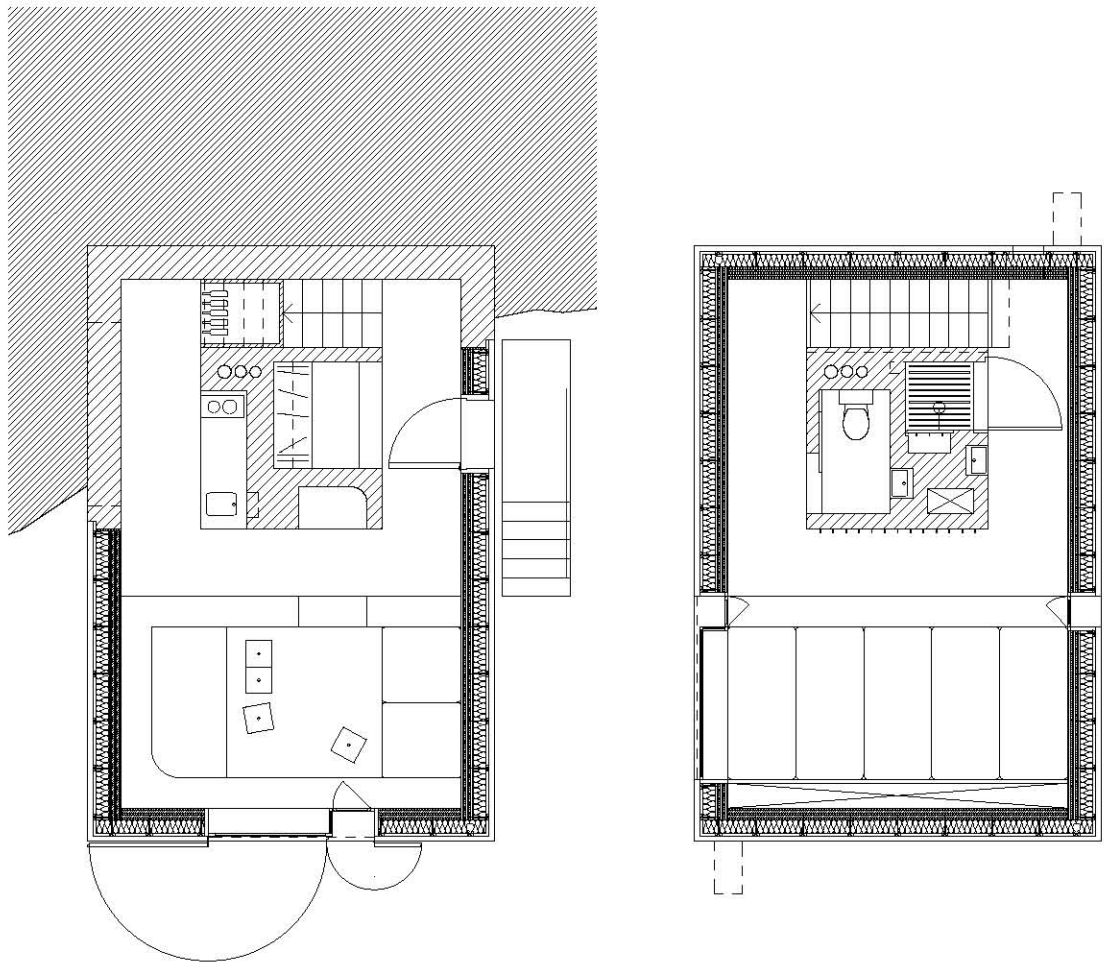


Fig.76 SISTEMA MACIÇO, PLANTAS, ESCALA 1:100.

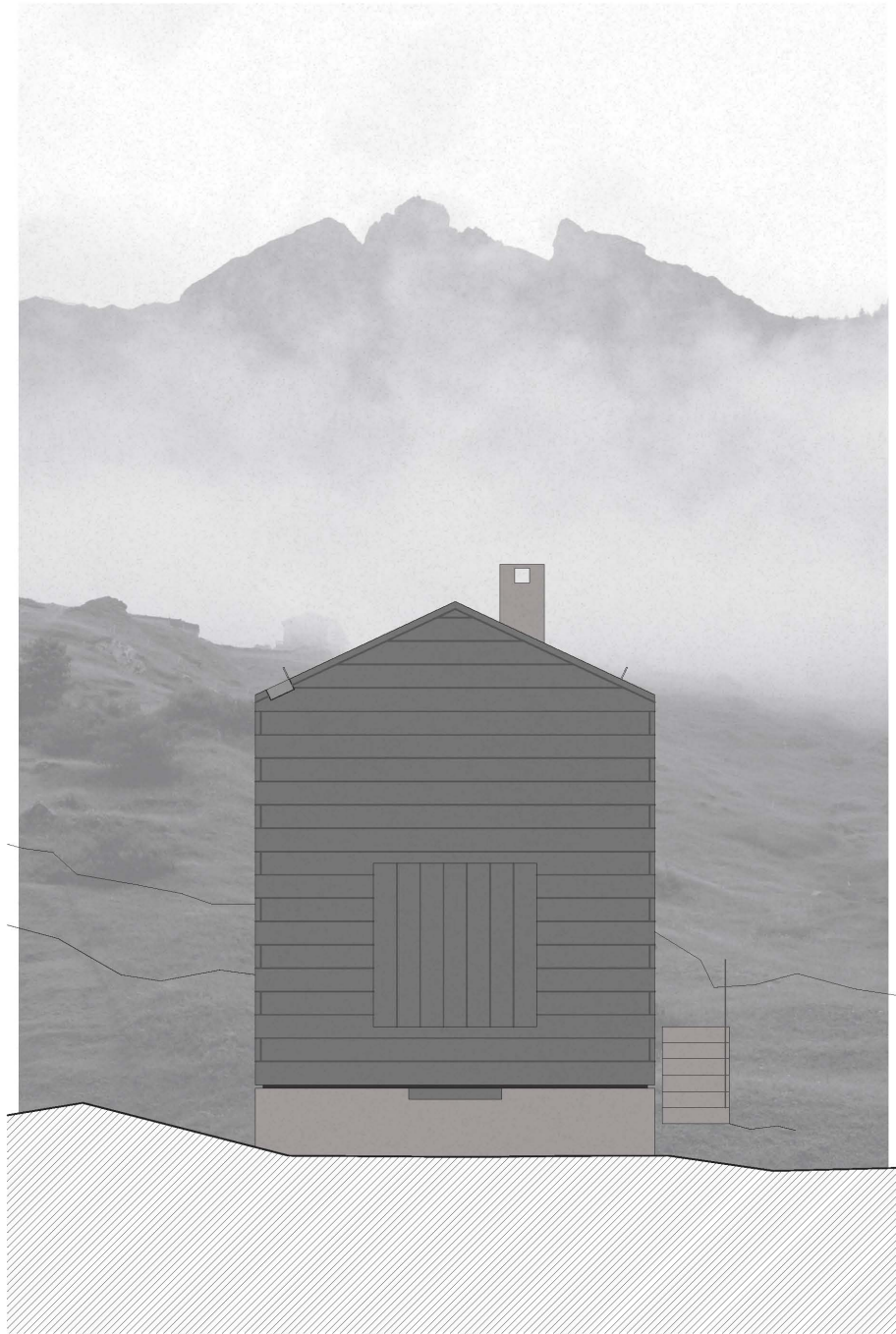


Fig.77 ALÇADO ESTE FECHADO, ESCALA 1:100.



Fig.78 ALÇADO ESTE, ESCALA 1:100.

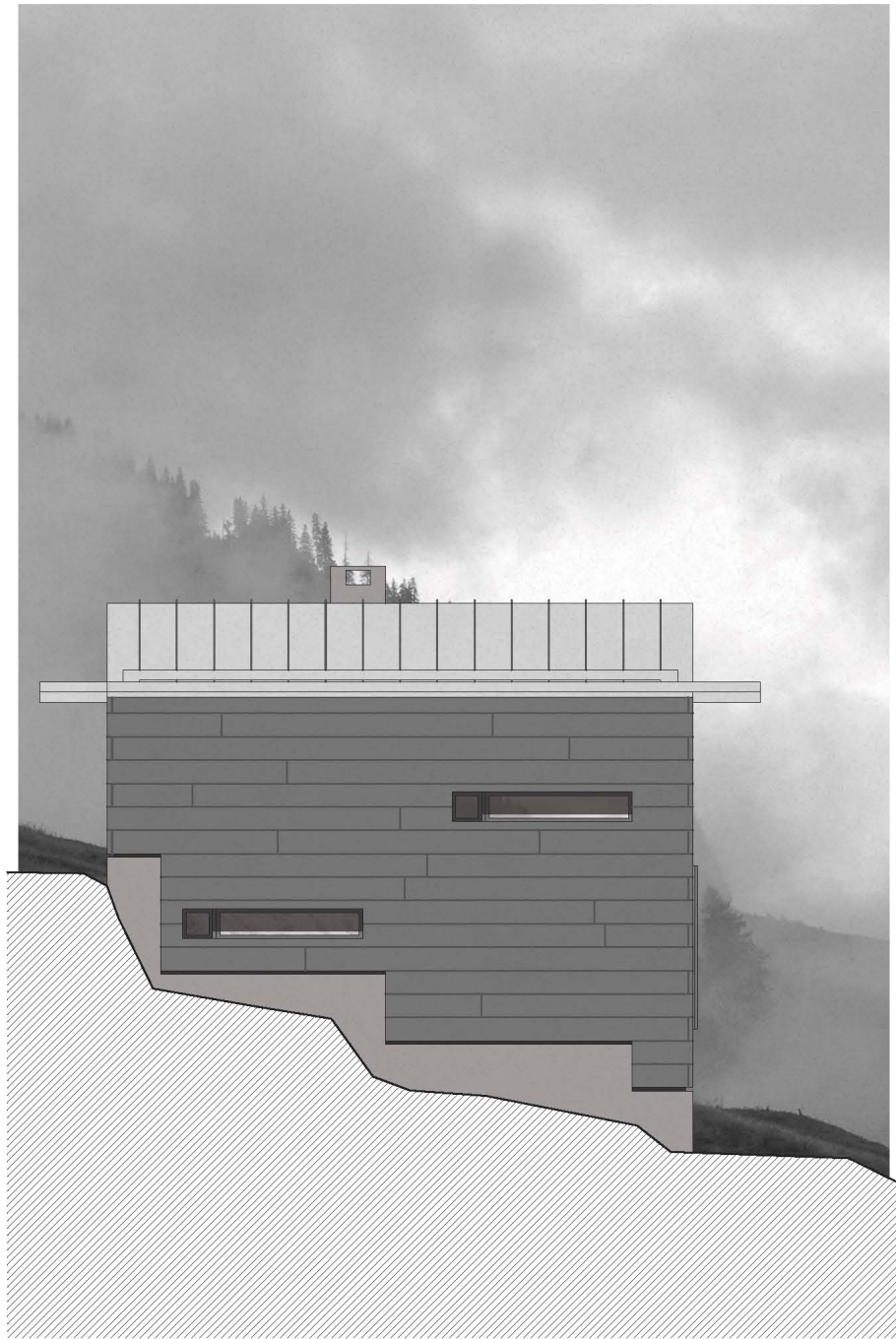


Fig.79 ALÇADO SUL, ESCALA 1:100.

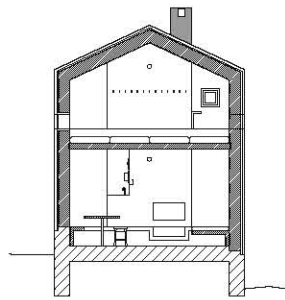
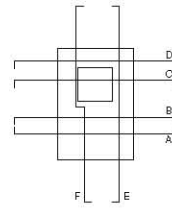


Fig.80 ALÇADO OESTE, ESCALA 1:100.

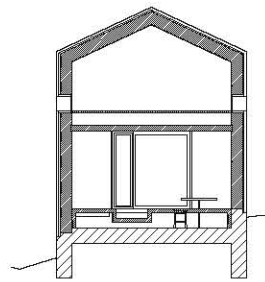




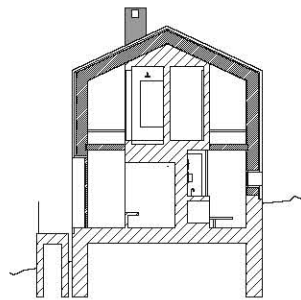
Fig.81 ALÇADO NORTE, ESCALA 1:100.



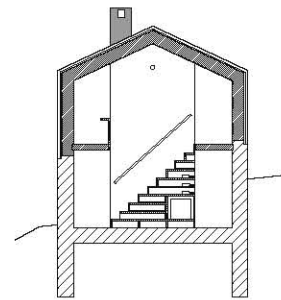
A



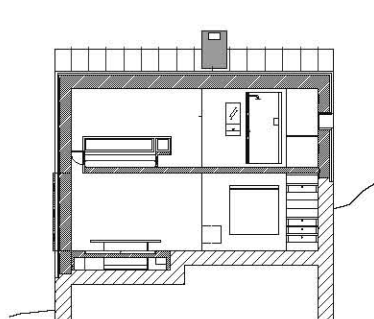
B



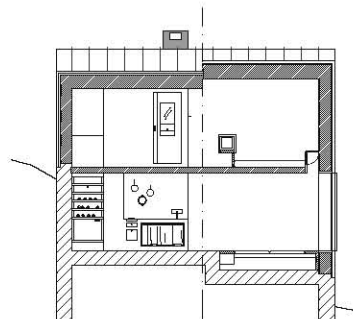
C



D



E



F

Fig.82 CORTES, ESCALA 1:200.



Fig.83 PERSPECTIVA EXTERIOR.

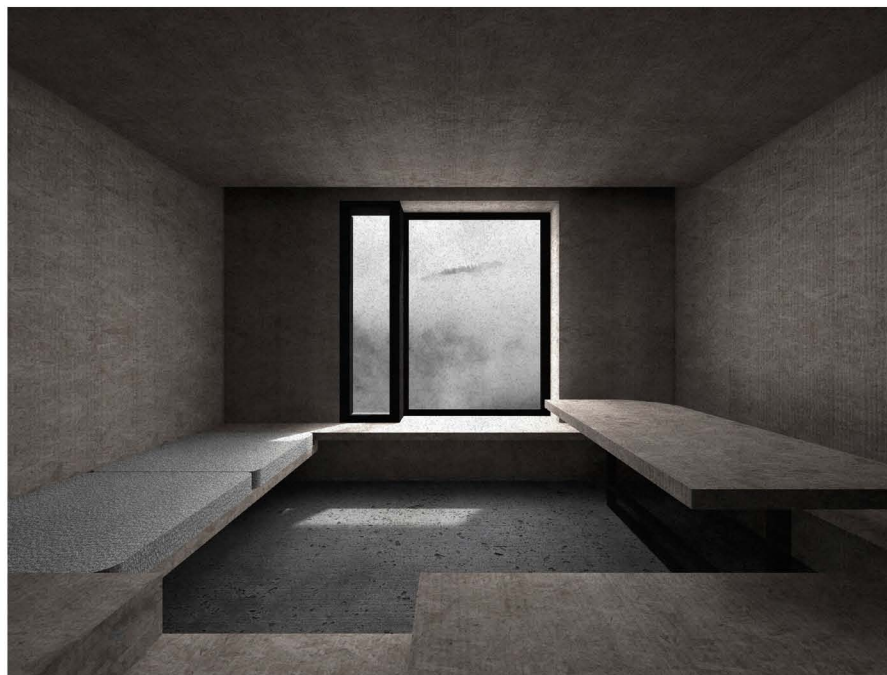


Fig.84 PERSPECTIVAS INTERIORES, ESPAÇO DE DORMIR E ESPAÇO DE COMER.

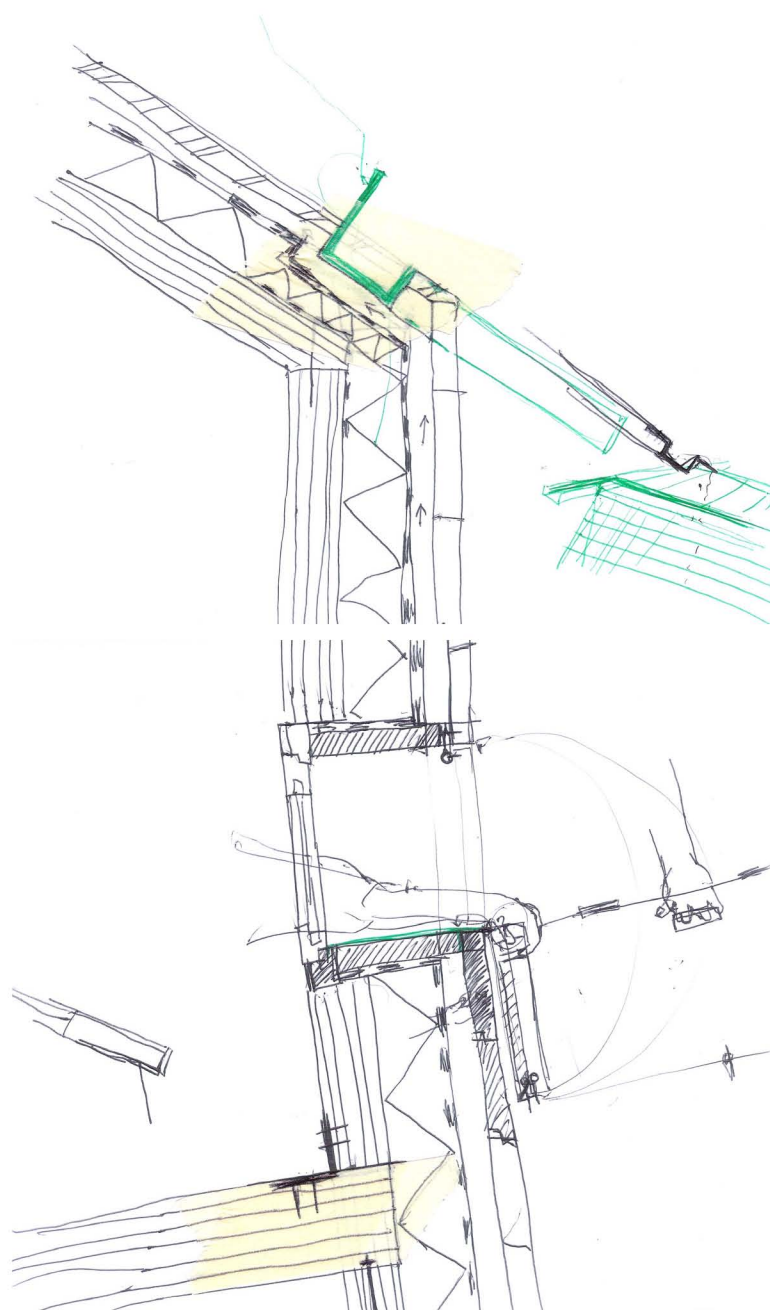


Fig.85 DESENHO DO PROCESSO.

## II.4 UM PROJECTO, DOIS SISTEMAS.

A aplicação de dois sistemas construtivos distintos a um mesmo projecto facultou uma melhor compreensão de cada um deles individualmente e a identificação simultânea das diferenças entre ambos. Permitted também adquirir alguma desenvoltura na resolução das suas componentes e assim dar, através desta base empírica, alguma espessura ao domínio teórico. Após a visita aos fabricantes e análise dos produtos disponíveis no mercado suíço, cuja síntese apresentamos na primeira parte deste trabalho, imediatamente se delinearam dois grupos de sistemas contemporâneos que importavam aplicar neste projecto: o sistema de painéis e um sistema maciço. Entre os sistemas e produtos maciços identificados, pela sua relevância no tema que tratamos e por não nos podermos estender a analisar cada um deles, o sistema de planos maciços de madeira lamelada cruzada foi o evidente nomeado. Uma terceira opção foi colocada, a de empregar apenas os painéis Schuler, que constituem uma combinação entre ambos estes sistemas; mas foi, contudo, descartada porque nos interessava mais expor claramente estas duas classes. O texto que se segue é uma adaptação legível das notas registadas ao longo do processo de desenho e que constituem uma análise, por vezes comparativa, da resolução das componentes básicas do edifício para cada um dos sistemas.

### COBERTURA/PAREDE

Estamos perante uma estrutura implantada acima dos 1700 m, logo, que terá de suportar cargas consideráveis de neve. A estrutura teve, portanto, que ser reforçada em ambos os sistemas. No sistema de painéis os montantes, cujas medidas regulares são 6 x 12 cm, foram reforçados para 8 x 22cm. No sistema maciço aumentou-se a espessura do plano para 16 cm de acordo com os dados do fornecedor. A regulamentação suíça exige que as coberturas destina-

das a suportar cargas de neve<sup>1</sup> sejam reforçadas, portanto, esses planos foram desenhados com espessura igual à das paredes.

Embora estes sistemas já possam vir prontos da fábrica com revestimento interior de uma ou mais linhas, uma vez que todos os serviços estão já embutidos no núcleo central não se optou por revestir o interior.

## ISOLAMENTO

No caso do sistema de painéis, apesar de grande parte da espessura do isolamento já estar integrada na sanduíche, optou-se por desenhar uma segunda linha mais estreita exterior para controlar as pontes térmicas. O sistema maciço não carece de tanto isolamento térmico como o de painéis pois o próprio painel já desempenha parte dessa função. Na segunda linha de isolamento do sistema de painéis bem como na linha de isolamento do sistema maciço é aplicado um isolamento rígido, permitindo assim que o suporte do revestimento seja afixado directamente nele.

## BARREIRA DE VAPOR

Em ambos os sistemas é dispensável o uso de uma barreira de vapor devido à grande quantidade de madeira sólida e seca que é permeável e difusora. A regulação da temperatura dá-se através dos poros e células da madeira – à semelhança do que acontece com a pele humana.

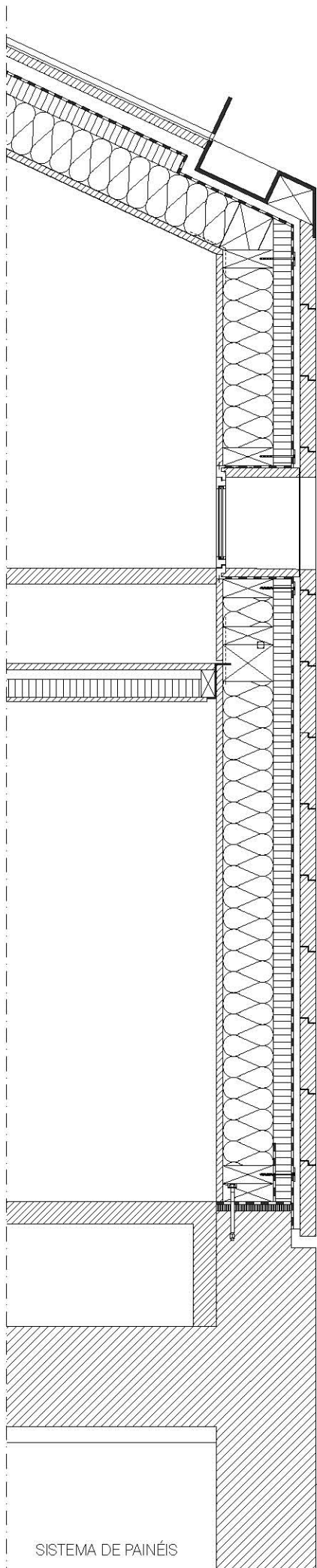
## VÃO

Em ambos os sistemas a abertura de vãos é livre. Contudo, enquanto no sistema maciço estes são recortados do plano maciço, nos sistema de painéis estas aberturas são construídas, isto é, elas são reforçadas por uma moldura que só quando combinada com o plano de suporte age como um recorte em um elemento maciço. Isto quer dizer que no caso dos painéis os vãos são sempre tecidos e que aberturas menos regulares ou nas extremidades do plano podem representar um trabalho acrescido para o fabricante. Tal como acontece com o betão, a dimensão do vão pode também exigir uma espessura maior do plano<sup>2</sup>. Neste projecto, como a estrutura já fora reforçada para sustentar as cargas

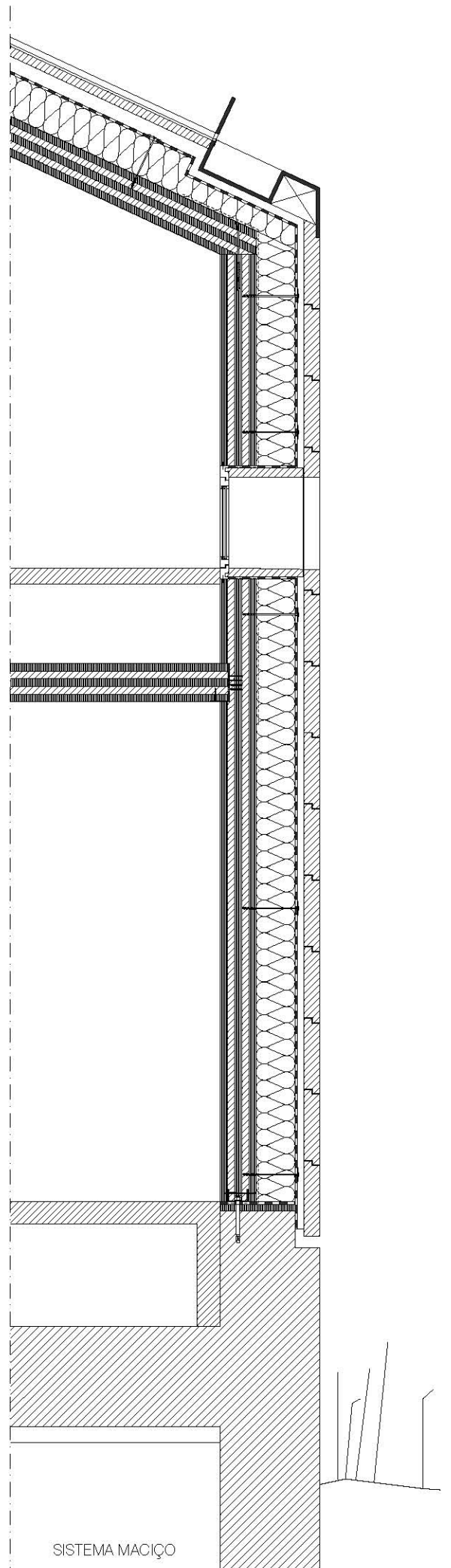
---

1 SIA 261, 2003.

2 KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGFH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008, p.66.



SISTEMA DE PAINÉIS



SISTEMA MACIÇO



## SISTEMA PAINÉIS

### PAREDE

- Revestimento em régua de madeira pintada 700 mm
- Caixa de ar / calhas de suporte do revestimento exterior
- Pintura hidrófuga (Impermeabilização)
- Montantes 80 x 220 mm + Fibra de celulose Isofloc (Isolamento térmico)
- Planel OSB 30 mm (barreira de vapor)

### LAJE

- Planel OSB 30 mm
- Montantes + Isolamento acústico
- Planel OSB 30 mm
- Calha de suporte aço inoxidável 5 mm

### COBERTURA

- Folha de Zinco
- Painel MDF 40mm
- Caixa de ar / Calhas de suporte do revestimento exterior
- Pintura hidrófuga (Impermeabilização)
- Montantes 60 x 120 mm + Isolamento acústico
- Planel OSB 30 mm (barreira de vapor)
- Caleira + Guarda-Neves Alumínio mate 15mm

### FUNDAÇÃO

- Regularização do terreno betão leve
- Betão Misapor 440 mm
- Argamassa de regularização betonilha 30 mm
- Parafuso e calha de ancoragem em aço inoxidável

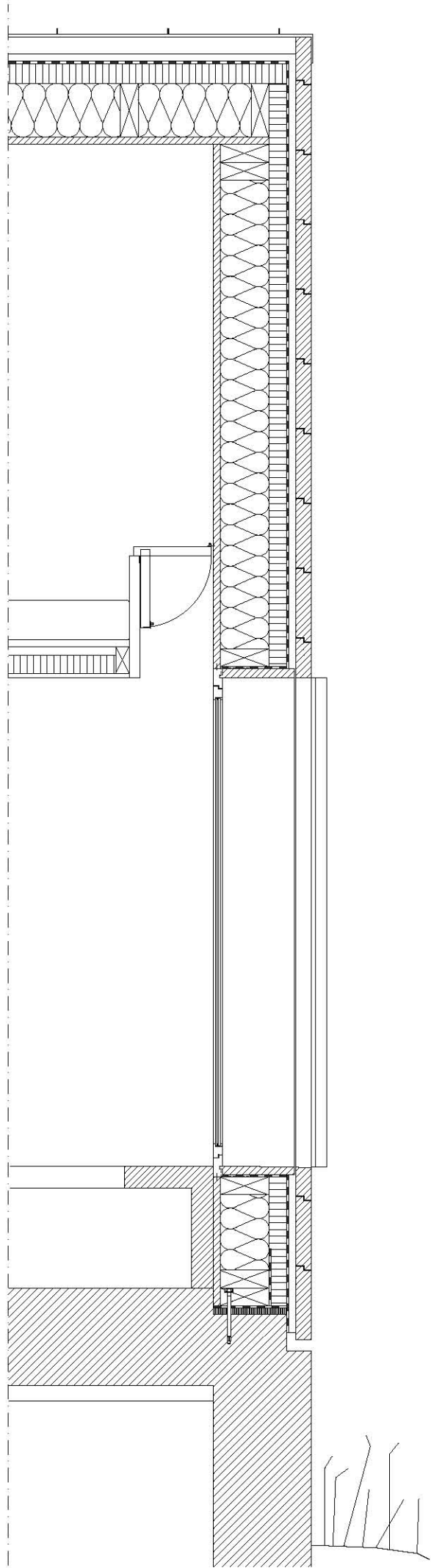


Fig.86 CORTE PELO ALÇADO, ESCALA 1:25.

### SISTEMA MACIÇO

#### PAREDE

- Revestimento em réguas de madeira pintadas 70 mm
- Caixa de ar / calhas de suporte do revestimento exterior
- Pintura hidrófuga (Impermeabilização)
- Fibra de celulose Isofloc (Isolamento térmico)
- Plano X-LAM 160 mm (barreira de vapor)
- Reforço das juntas (fundação/laje/vão/ cobertura) com membrana hermética

#### LAJE

- Plano X-LAM 160 mm
- Calha de suporte aço inoxidável 5 mm

#### COBERTURA

- Folha de Zinco
- Painel MDF 40mm
- Caixa de ar / Calhas de suporte do revestimento exterior
- Pintura hidrófuga (Impermeabilização)
- Fibra de celulose Isofloc (Isolamento térmico)
- Plano X-LAM 160 mm (barreira de vapor)
- Calreira + Guarda-Neves Alumínio mate 15mm

#### FUNDAÇÃO

- Regularização do terreno betão leve
- Betão Misapor 440 mm
- Argamassa de regularização betonilha 30 mm
- Parafuso e calha de ancoragem em aço inoxidável

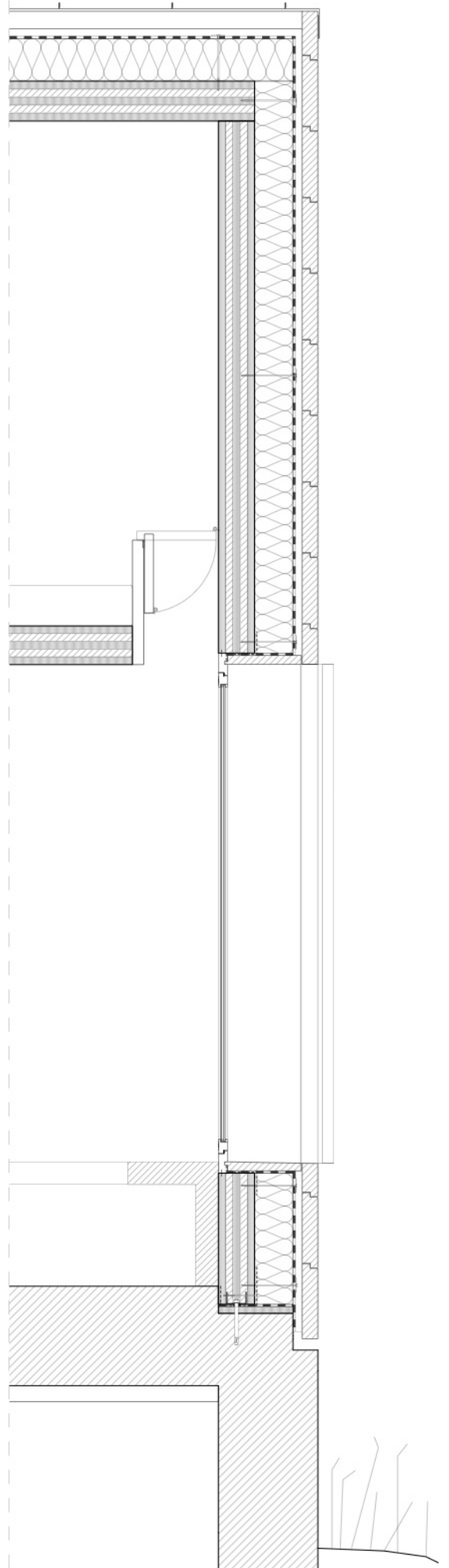


Fig.87 CORTE PELO ALÇADO, ESCALA 1:25.

de neve, não foi necessário reforçá-la para garantir a estabilidade dos vãos.

## LAJE

O conceito de um espaço inteiro onde uma laje está suspensa é literal construtivamente. O invólucro do edifício é uma linha contínua estrutural e isoladora que envolve todo o espaço. Esta solução é possível devido à dimensão relativamente pequena da altura do edifício. Assim, no caso do sistema de painéis não foi necessário usar o sistema de construção por plataformas. A divisão entre os dois espaços representou, neste projecto, mais uma questão de vínculo do que de isolamento. Por isso não se aplicava aqui com grande relevância tentar melhorar o isolamento acústico. Devido ao vão muito pequeno (4.5m) conseguiu-se que a espessura da laje fosse muito reduzida.

## FUNDAÇÃO/ANCORAGEM

Uma vez que nos debruçamos sobre o estudo dos novos sistemas de construção em madeira, isentamo-nos do cuidado de desenhar ou desenvolver os elementos construtivos relativos ao betão, referindo-nos a ele antes pelo interesse de compreender como é que os planos de madeira são fixos. O desenho de uma base que servisse de apoio aos planos de madeira era imperativo, uma vez que estes sistemas não podem estar em contacto directo com o terreno. Assim, escolheu-se usar um betão que já integra isolamento - um composto de betão e cristal granulado (Misapor)<sup>3</sup> - e que dispensa o uso de uma segunda camada de betão aparente. O betão é regularizado com betonilha e impermeabilizado antes de receber os planos de madeira que são então fixos através de calhas, com parafusos de ancoragem de aço inoxidável cravados no betão.

## CONSTRUÇÃO/MONTAGEM/ DIVISÃO DO PROJECTO EM ELEMENTOS

As dimensões do edifício permitem e justificam que as paredes sejam fabricadas em peças inteiras e não por plataformas. Assim, o edifício seria dividido em sete elementos. As peças seriam montadas num período de, estimadamente, três horas. Neste local, uma vez que não seria difícil encontrar um manufactor nas proximidades, sendo que a estrada que acede ao local é estreita e que a dimensão e número de elementos são contidos, o mais provável seria

---

<sup>3</sup> <http://www.misapor.ch/>

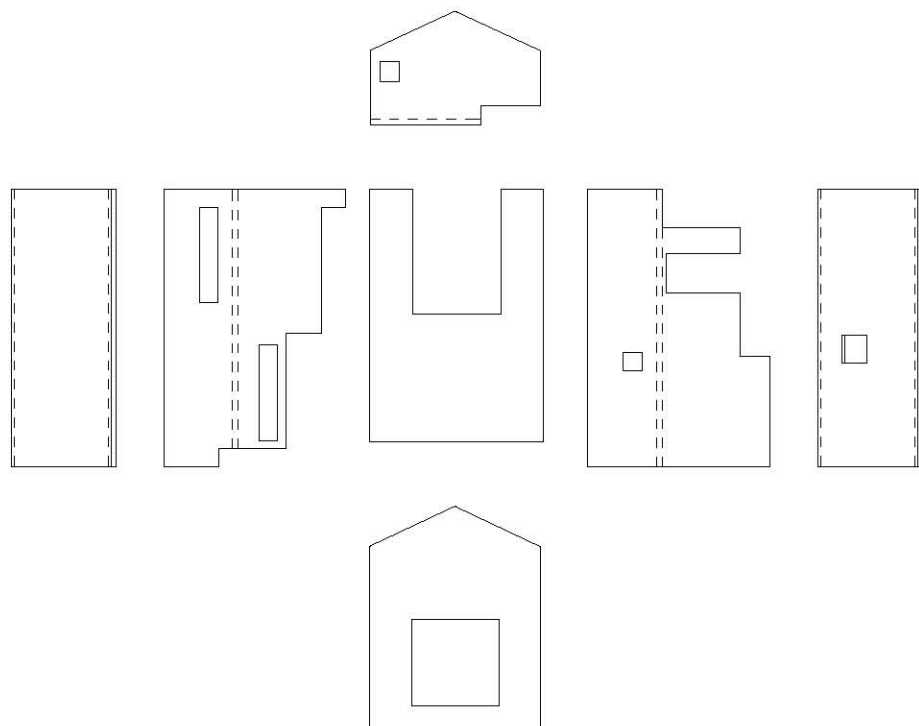


Fig.88 DIVISÃO DO PROJECTO EM ELEMENTOS, ESCALA 1:200.

que os elementos fossem transportados por helicóptero. O grau de pré-fabricação das peças não seria, em ambos os sistemas, levado ao limite no caso deste projecto concreto, uma vez que seria necessário aplicar o isolamento rígido e os revestimentos no local. Contudo, as janelas poderiam ser (ou não) já instaladas na fabrica. O tempo total de construção depende portanto do tempo de construção da base em betão, do grau de pré-fabricação dos elementos e das variantes de acabamentos.

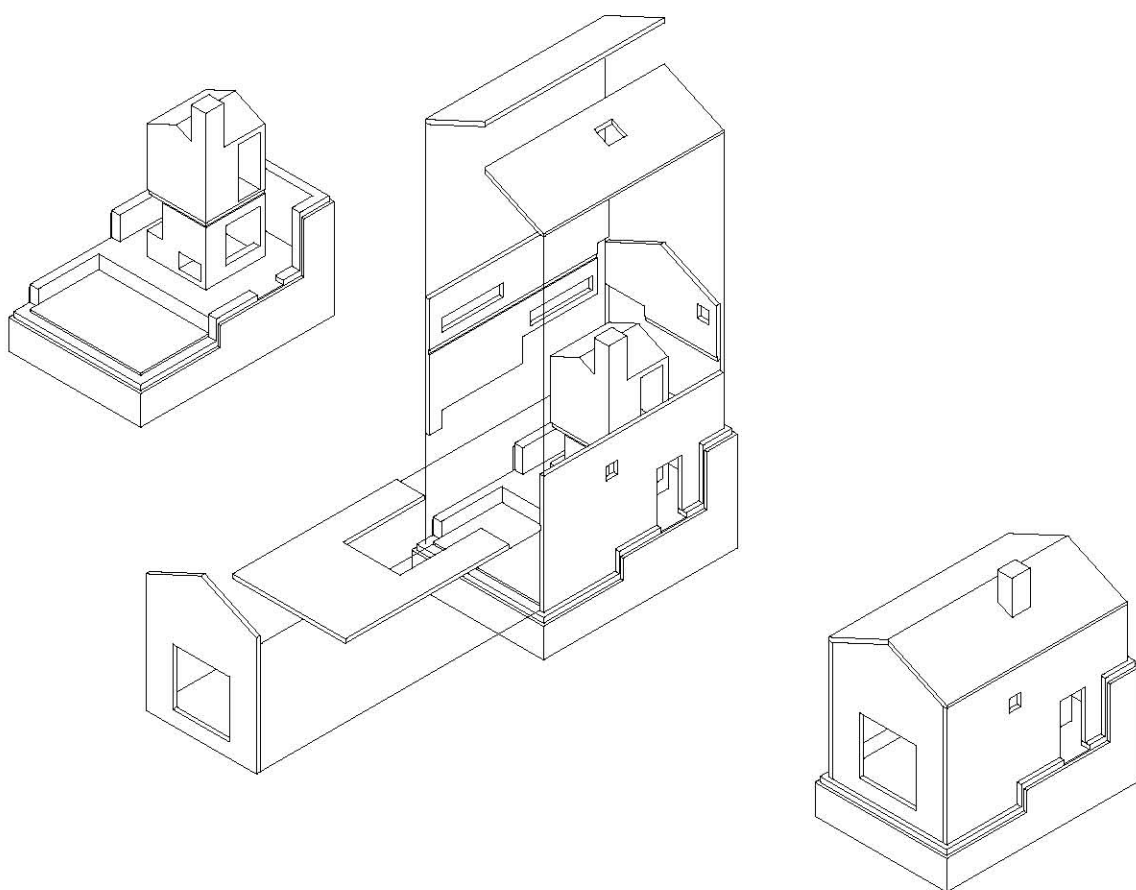


Fig.89 AXONOMETRIA DE MONTAGEM DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No fecho deste percurso, apontam-se questões que se foram formando ao longo do trabalho. Algumas conclusivas, ou que vieram confirmar certas premissas iniciais, algumas que ficam abertas, ou até interrompidas, e também aquelas que se foram objectando à pertinência do trabalho. Nenhuma delas, porém, um remate do tema. É este limite também um daqueles a partir do qual *outro algo começa*.

Antes de mais, e amparando o trabalho, colocou-se a questão do porquê de fazer um exercício que não afronta tecnicamente estes sistemas construtivos. Porquê desenhar uma forma tão simples, tão vulgar? Não poderia ter sido uma forma mais difícil, de ângulos e dimensões mais desafiadores? Não poderia ter explorado os limites técnicos destes novos processos? Podia, mas então não seria este um exercício completo de arquitectura. O exercício da Arquitectura está sujeito a lidar com o *technos* implicando simultaneamente um *thopos* e um *typos*. A Arquitectura só pode ser experimentada assim. Ela não é a mera recolha e aplicação do todo disponível, mas a escolha do que é oportuno e apropriado em determinado momento e lugar. O apelo à complexidade não se legitima pela mera existência de meios de a concretizar. Inteirarmo-nos do que existe é importante na medida em que está disponível caso haja necessidade. Mas não devemos criar artificialmente a necessidade só porque há disponibilidade. Assim, a ambição do exercício não é contida mas, pelo contrário, dirigida para e enquadrada entre diferentes perguntas. Isto remete-nos para uma questão crucial com a qual se preocupou este trabalho: Qual a postura do arquitecto face à emergência destes (e de outros) novos materiais e sistemas de construção?

Na aula de abertura da disciplina de CAAD na ETHZ, o professor Ho-vestadt falando sobre as novas ferramentas digitais disse o seguinte: “Uma ferramenta é sempre amoral. Pode ser sempre usada para outros propósitos.”<sup>1</sup> Queria ele dizer que a ferramenta é neutra, tem as suas aptidões particulares mas, per si, não se revela eticamente ou sequer utilmente. Isto aplica-se igualmente às novas tecnologias de construção. A responsabilidade de as usar

---

<sup>1</sup> HOVESTADT, Ludger, director da ITA (Institute of Building Technology) ETHZ, na aula de abertura à disciplina CAAD, ETHZ, 30.06.2010.

em benefício será sempre de quem as empunha. Assim acresce ao arquitecto um outro compromisso. O de saber escolher como e quando utilizar as ferramentas disponíveis. Cabe ao arquitecto apresentar, através de sua obra, um novo entendimento do material. Sondar as novas formas intrínsecas aos novos métodos de produção do material. E porque o alargamento exponencial das potencialidades pode ser alheador e ofuscante, cabe-lhe igualmente rejeitar o facilitismo e o *formalismo*. Assim, revelou-se importante que o trabalho também se ocupasse com a busca de maneiras de lidar com estas novas possibilidades, que olhasse o modo como os arquitectos contemporâneos as abordam. A receita não só para o uso das novas tecnologias de madeira bem como para a forma de lidar com os novos materiais, e a outra escala para lidar com as crescentes globalização e digitalização, encontrei-a reformulada nas palavras de Gion Caminada quando fala do futuro de Vrin.

*Estamos convencidos de que Vrin não pode continuar a ser uma ilha. Também temos que permitir que coisas do exterior tenham influência no futuro de Vrin. Não podemos permanecer nas margens de tudo isto. No entanto, temos a oportunidade de reagir a essas estruturas de um modo diferente. Nós podemos adaptar essas estruturas às nossas necessidades, concentrando-nos no que consideramos importante para nós.<sup>2</sup>*

É importante, portanto, saber apurar o potencial da nova oportunidade não renunciando obstinadamente ao que chega da indústria, de fora ou do futuro, adaptando-o e interpretando-o; conservando um jeito próprio de usar. Esta questão da escolha dos materiais é particularmente inquietante num momento em que os arquitectos enfrentam também o enfraquecimento do Lugar; que se torna cada vez mais vago, homogéneo, abstracto. No texto “Em Busca do Contexto”, Gion Caminada desenvolve sobre esta dissolução do contexto:

*Vemos que o contorno do contexto no qual a cultura da arquitectura específica ocorre começou a desintegrar-se, porque as condições que geraram o contexto perderam a sua validade. Os limites naturais que determinavam as características da arquitectura num território específico foram desaparecendo gradualmente. Não estamos mais obrigados a recorrer a*

---

<sup>2</sup> CAMINADA, Gion in SCHAUB, Christoph, *Das Vrin Projekt*, Televisium Rumantscha, 1999, transcrito em 2g nrº14, p.139.

*materiais e a aptidões locais. Eles podem muito bem vir, a custo neutro, de outro lugar. As antigas vantagens de estar à mão não são mais relevantes e, assim, já não esperamos encontrar regras arquitectónicas específicas dentro de um enquadramento de referência regional. O contexto material foi desintegrado. Mudanças na percepção e formas de ver estão intimamente ligadas com essa desintegração. Observamos uma tendência para a uniformidade que emerge de seu suposto oposto: individualidade ilimitada. O desenho é cada vez mais sujeito a um impulso artificial para adoptar uma identidade, e é precisamente esse impulso que leva à uniformidade de um contexto que é, no final, sem rosto. Se concordarmos com a afirmação de Wittgenstein de que um conceito só pode ter um conteúdo em um contexto específico, a suspeita inversa emerge de que nenhum conteúdo pode ser determinado num contexto difuso. Assim sendo, tudo o que temos à nossa disposição são formas vazias. Devemos então restabelecer contextos ou criar novos?*

Deixamos este ponto de interrogação pendente pois é assunto que merecia a sua própria reflexão. E anotamos ainda um outro com o qual este trabalho esteve em permanente confronto. Tendo que estes novos sistemas reclamam um revestimento exterior, figuram assim a contradição e perda de clareza construtiva dos edifícios de hoje, e fazem brotar hesitações em relação à sua sinceridade construtiva. O crescente distanciamento entre matéria-prima e produto e todo o processo que ocorre entre estes dois estados, tem quebrado a relação outrora tão íntima e imediata entre material e modo de construir. Durante o processo deste trabalho e projecto afligiu-me a contradição que entoava do revestir um edifício de madeira com um outro material mas que soava ainda mais hipócrita quando se falava de revestir um edifício de madeira, como é o caso deste projecto, com madeira. Contudo, este desassossego tem que ser afastado quando assumimos que a linha do invólucro do edifício se complexificou e desdobrou em várias. Revestimento interior, estrutura e revestimento exterior são linhas desenhadas separadamente e que por isso mesmo podem tirar proveito do facto de serem concretizadas com diferentes materiais. Especialmente quando a estrutura como nestes sistemas não pode de todo ser exposta. Assume-se assim que aqui revestir não é uma superficialidade. O material com que se reveste deve, portanto, preocupar-se com a sua função de resguardar a estrutura e com o não menos importante papel social. E é justamente por isto que o edifício de madeira é aqui revestido a



madeira. Logo, foi importante desarticular o conceito de que uma estrutura não aparente é menos verdadeira construtivamente. Este tema lembra-me sempre uma aula teórica de construção conduzida pelo Professor António Madureira, em que este assunto foi colocado de um modo muito simples e claro. O Professor mostrava duas imagens - a do esqueleto humano e a figura elegante de uma mulher na praia - enquanto explicava que Eduardo Torroja dissera, certa vez, que a estrutura mais bela que existe é o corpo de uma mulher. Ora, a estrutura do seu corpo - o esqueleto - não é aparente. Porém, e então o Professor mudou o slide para mostrar a imagem de um homem gordo também na praia acrescentando que a mesma estrutura pode dar origem a formas menos elegantes. Assim, o facto de a estrutura ser ou não ser aparente não se traduz automaticamente na qualidade (ou falta dela) expressiva da arquitectura. Nem sempre interessa ver ou perceber o que está por dentro. E esta sinceridade construtiva que se escuta em determinados edifícios tem muito mais a ver com a sinceridade com que se dirige as decisões do processo no desenho do que com este aspecto singular.

A par das mencionadas, ficam por medir outras questões como as provindas consequências da digitalização, homogeneização e manipulação dos materiais, da sua alta portabilidade e baixo custo nas arquitecturas e nas cidades. Quanto à linha que separa e une os espaços, e já finalizando, seja ela de madeira ou de outro material, começa-se a notar uma certa inclinação para o retorno ao monofuncional. Cada material expande as suas capacidades em direcção a características onde antes outros eram exclusivos. Esta absorção permite que um mesmo material responda a várias exigências simultaneamente e que alcancem espessuras e performances nunca antes imaginadas. Assim, fechamos com o palpite de Andrea Deplazes:

*The moon suit was therefore a complementary system of monofunctional components with the undesirable side-effect that it was heavy and restricted the astronauts' movements considerably. By contrast, the Mars suit will be a synthetic system comprising just a few, perhaps just one complex layer of high-tech textiles, which will perform multiple functions. Now if that doesn't have an effect on our facades...<sup>3</sup>*

---

<sup>3</sup> DEPLAZES, Andrea, "Fundamentals of architecture" in DEPLAZES, Andrea [ed.], *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser, Basel Boston Berlin, 2008, p.310.

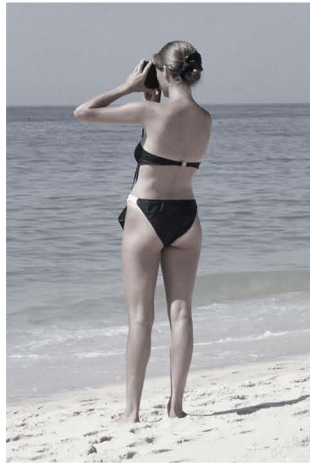
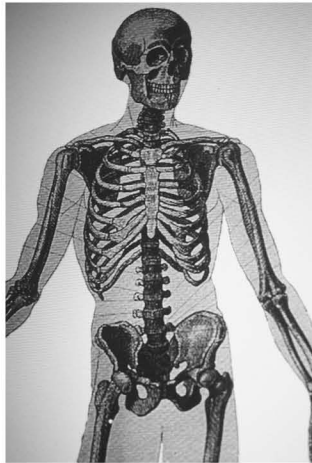


Fig.90 SLIDES AULA DE CONSTRUÇÃO, ANTÓNIO MADUREIRA, FAUP.



# ANEXOS

Desenhos, imagens, elementos do processo.





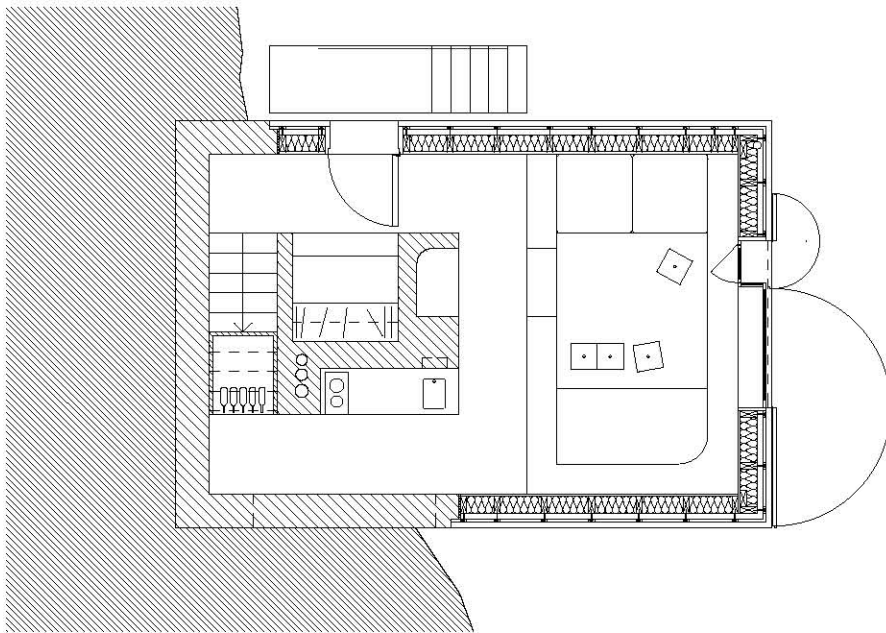
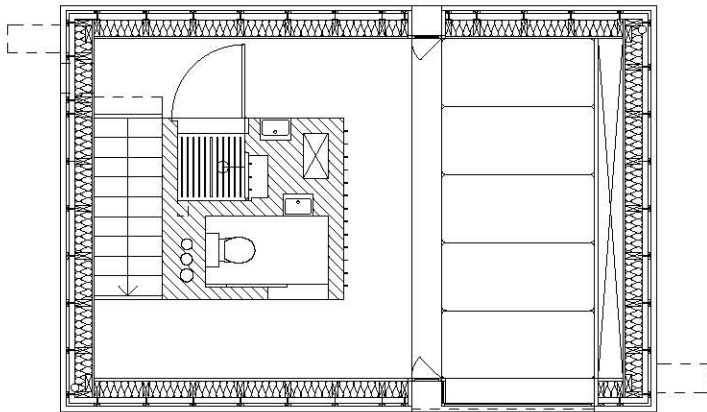
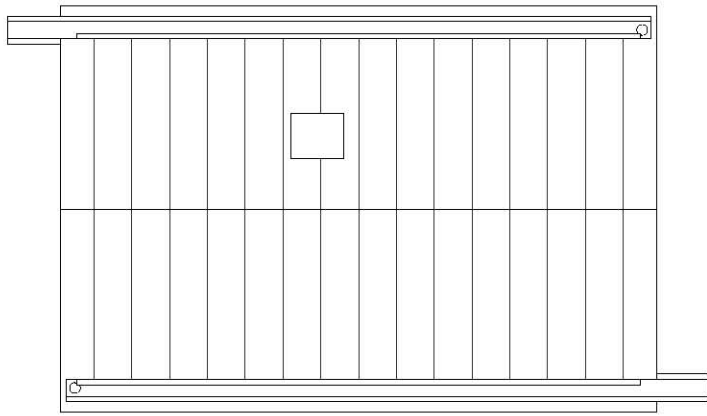


Fig.91 SISTEMA DE PAINÉIS, PLANTAS, ESCALA 1:100.

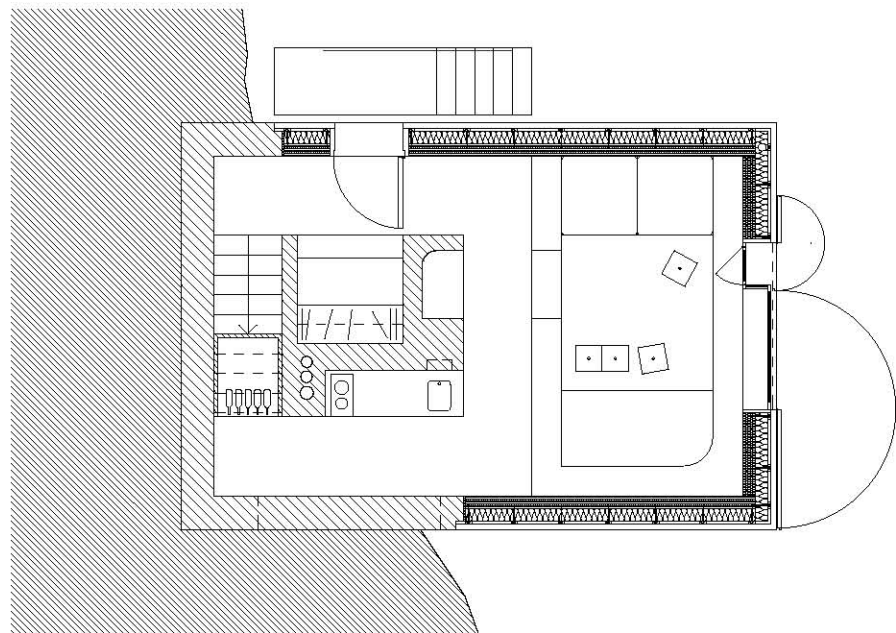
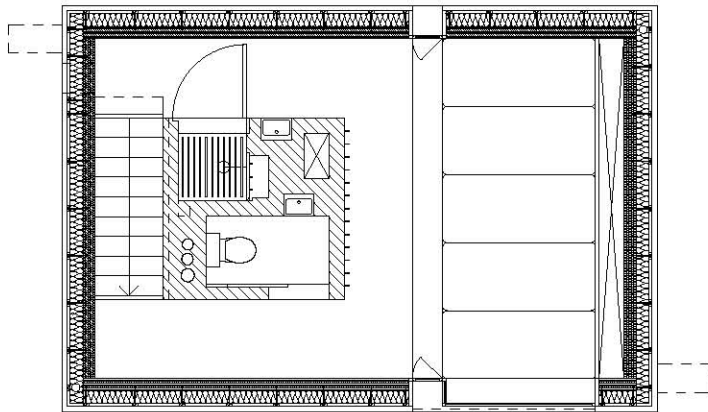
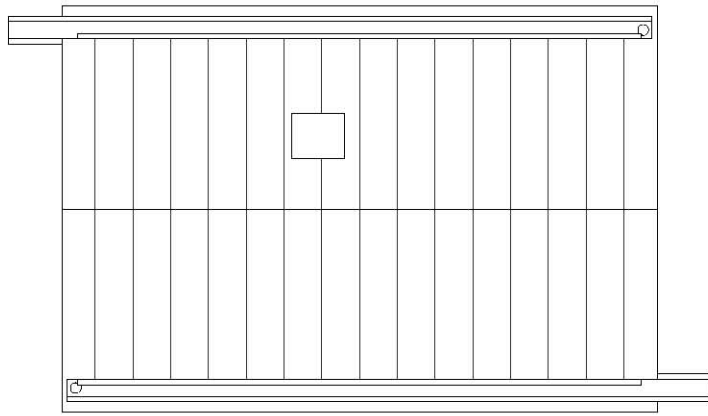


Fig.92 SISTEMA MACIÇO, PLANTAS, ESCALA 1:100.



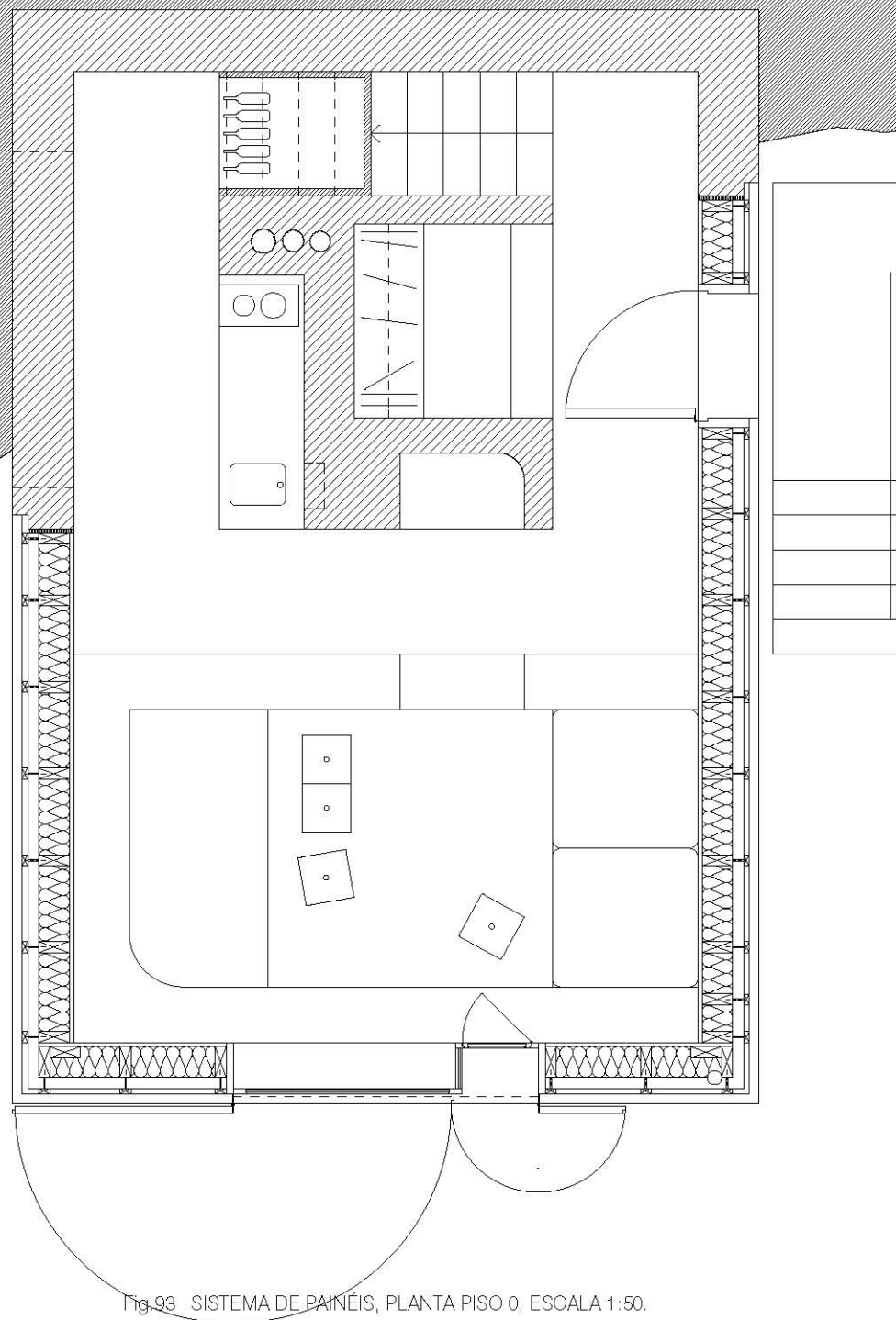


Fig.93 SISTEMA DE PAINÉIS, PLANTA PISO 0, ESCALA 1:50.

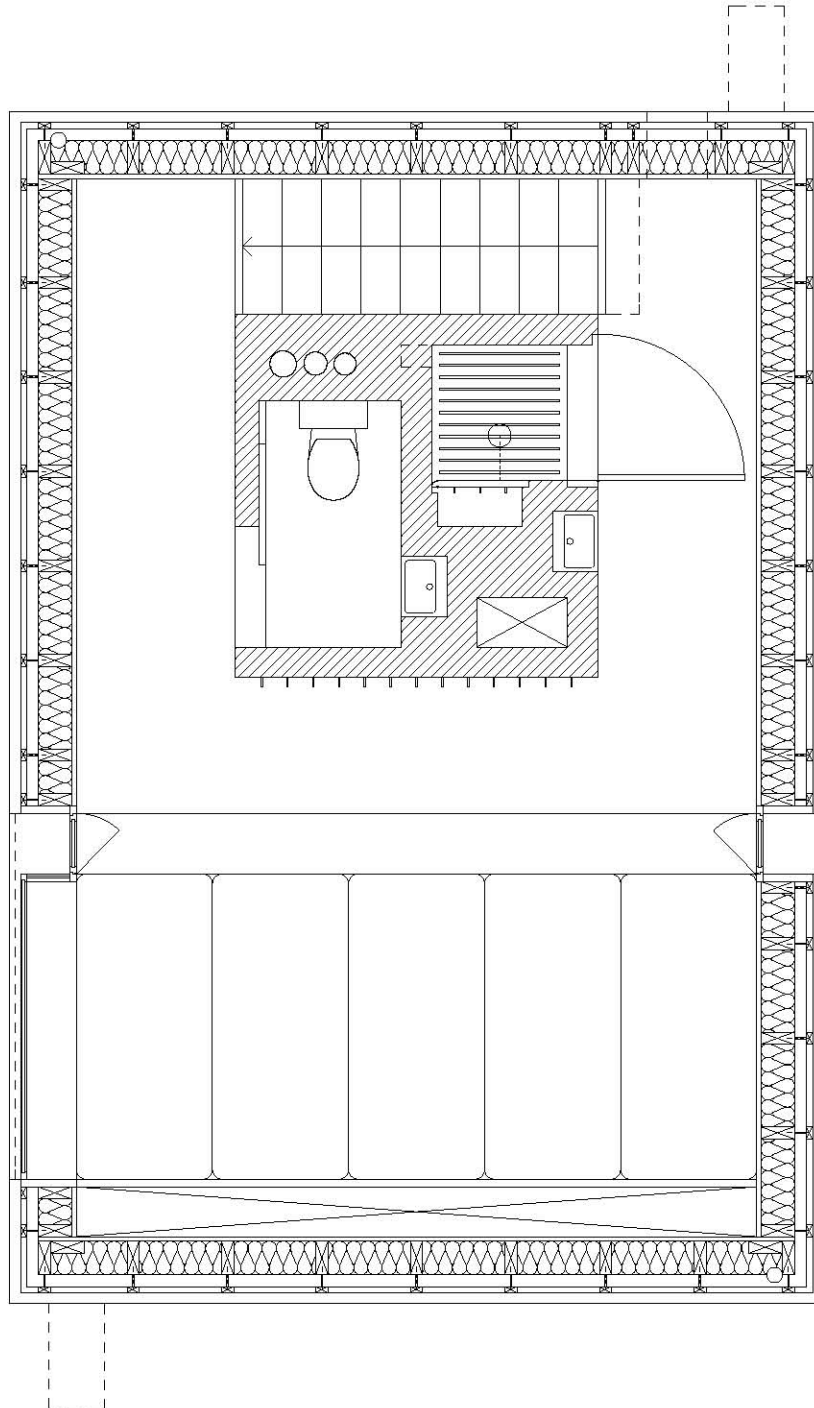
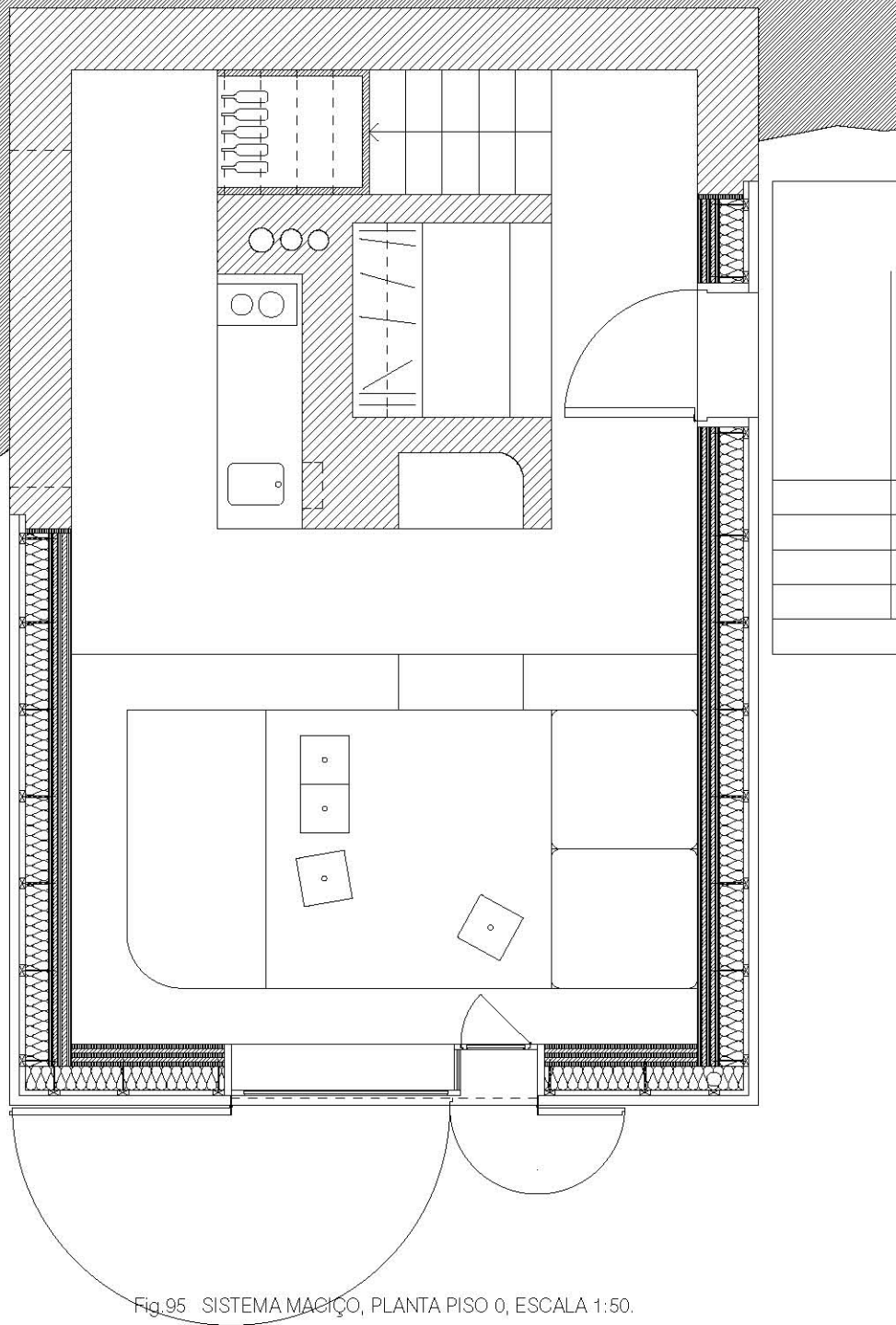


Fig.94 SISTEMA DE PAINÉIS, PLANTA PISO 1, ESCALA 1:50.



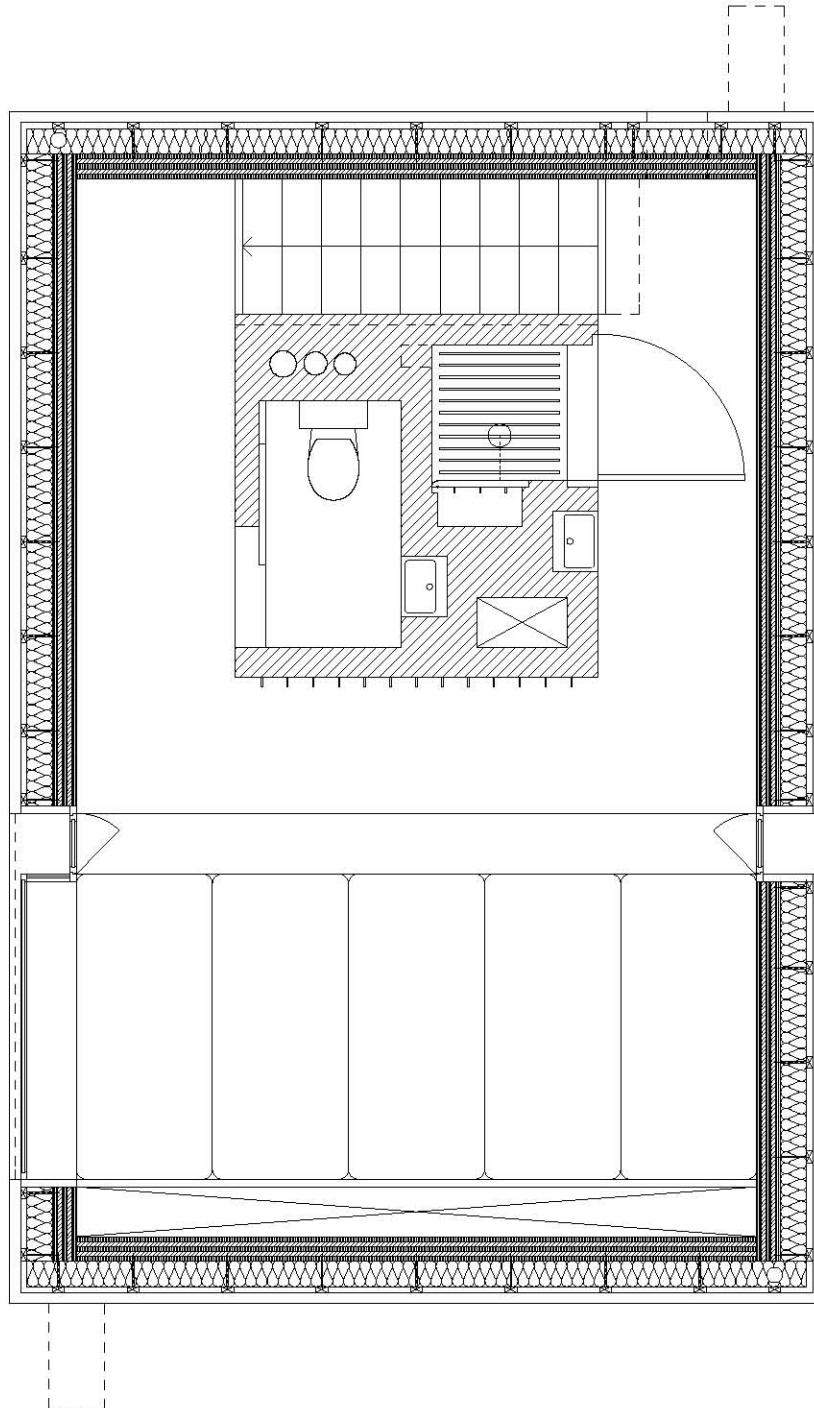


Fig.96 SISTEMA MACIÇO, PLANTA PISO 1, ESCALA 1:50.

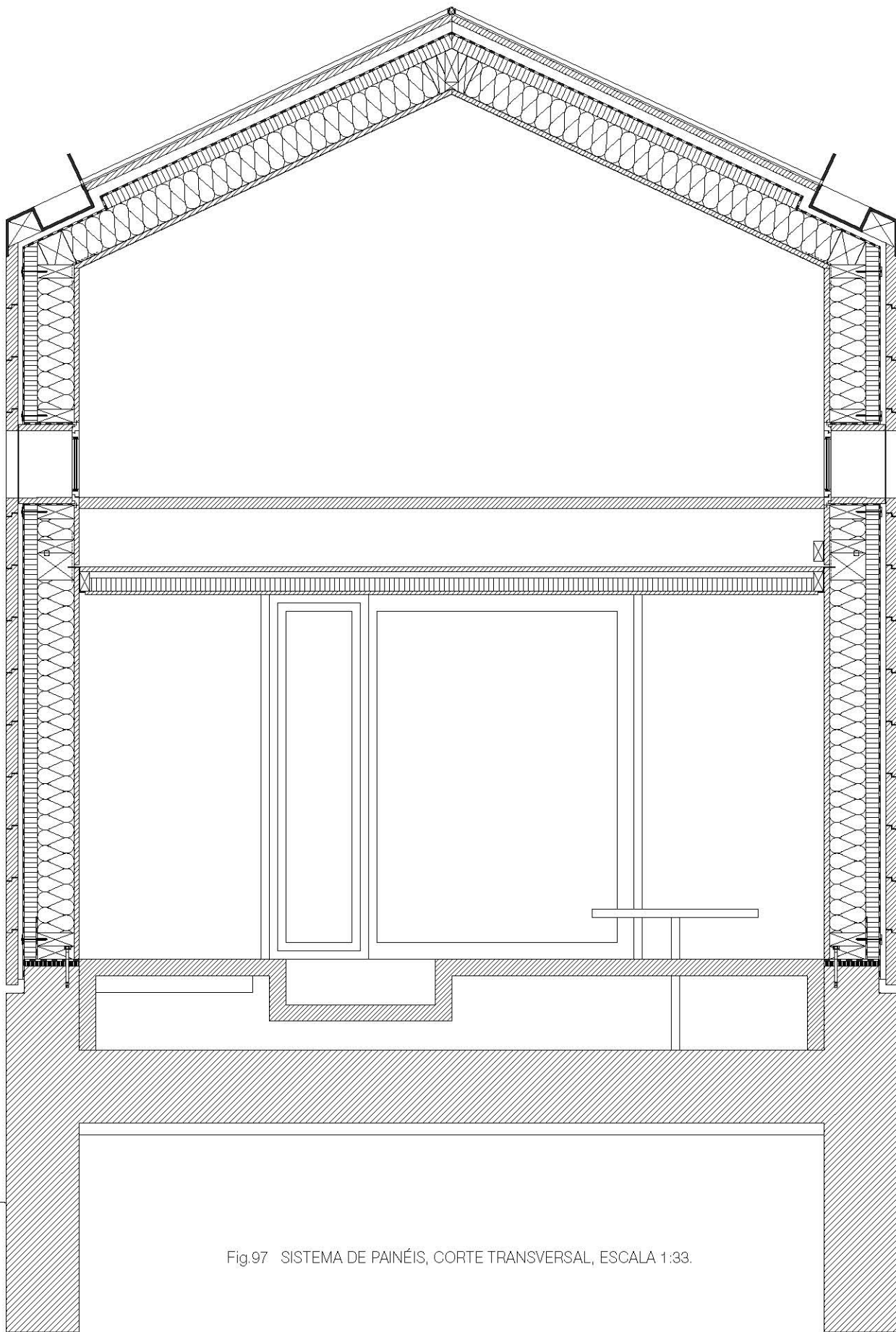


Fig.97 SISTEMA DE PAINÉIS, CORTE TRANSVERSAL, ESCALA 1:33.

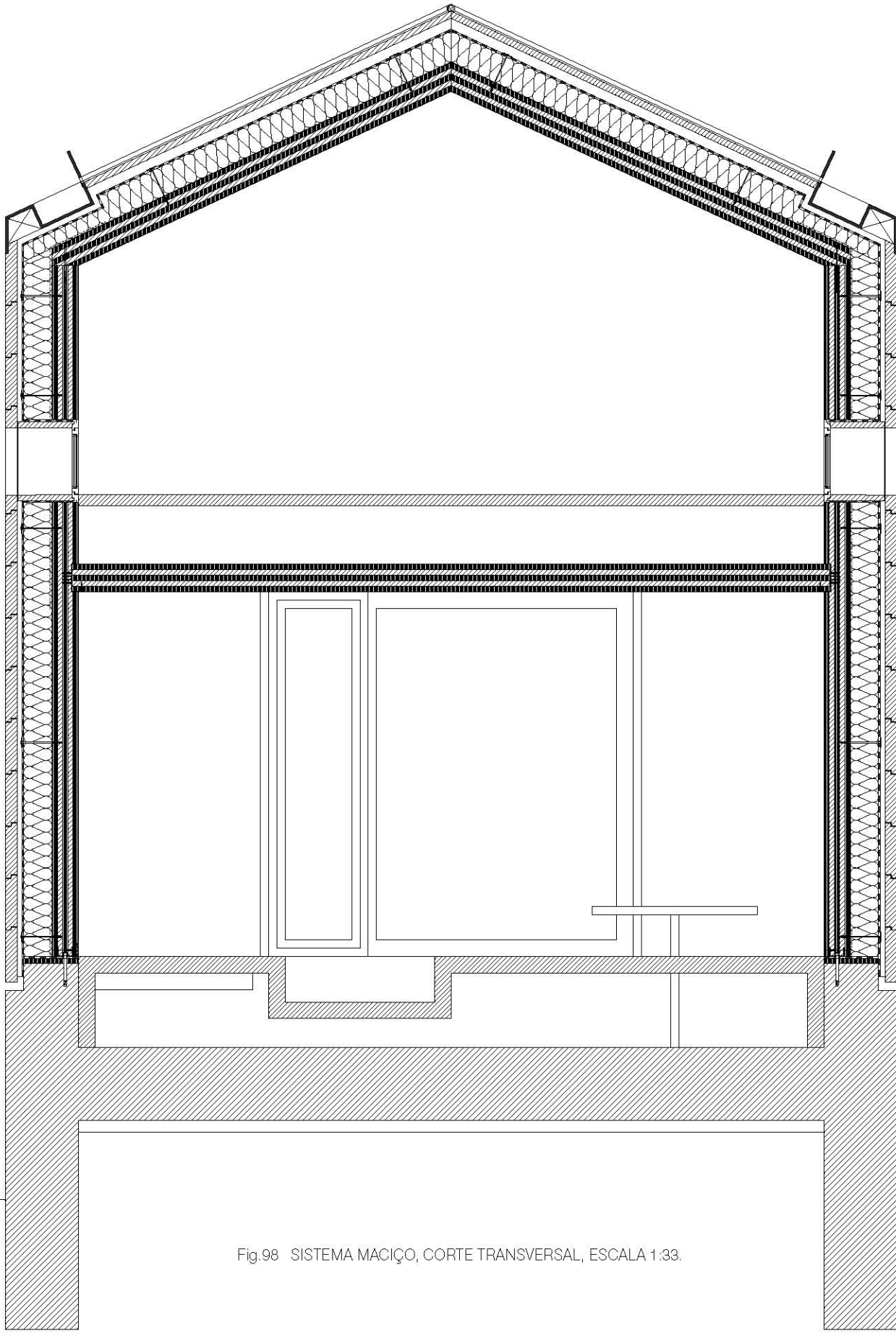
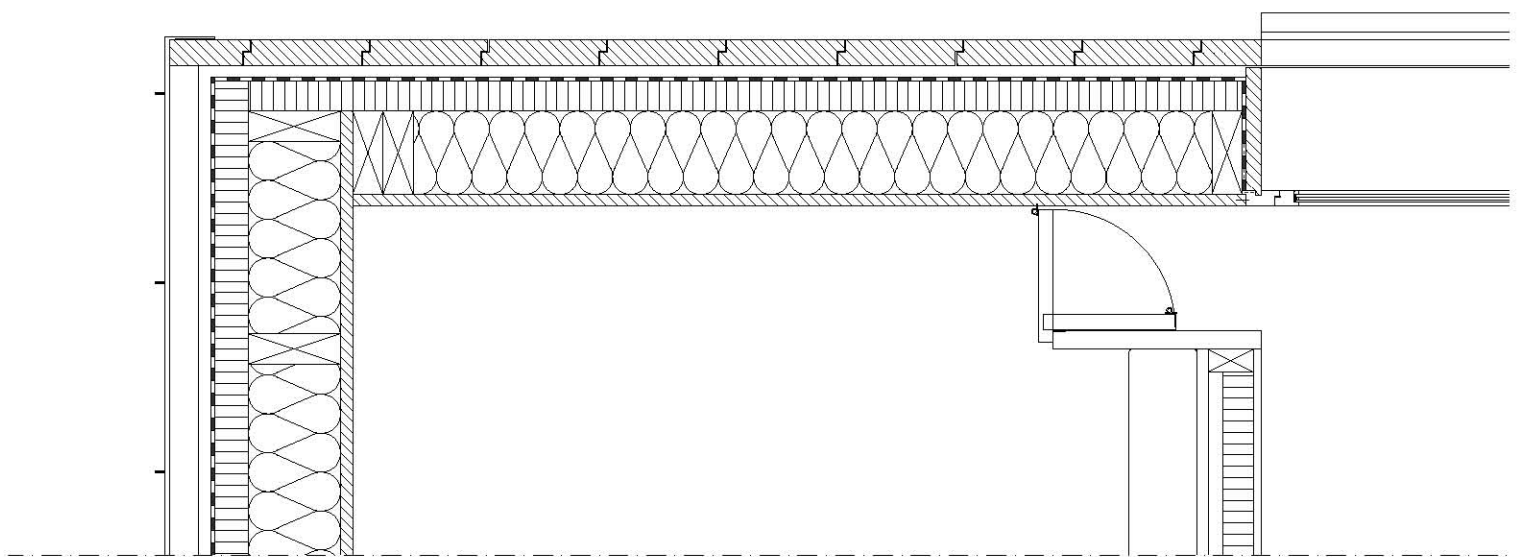
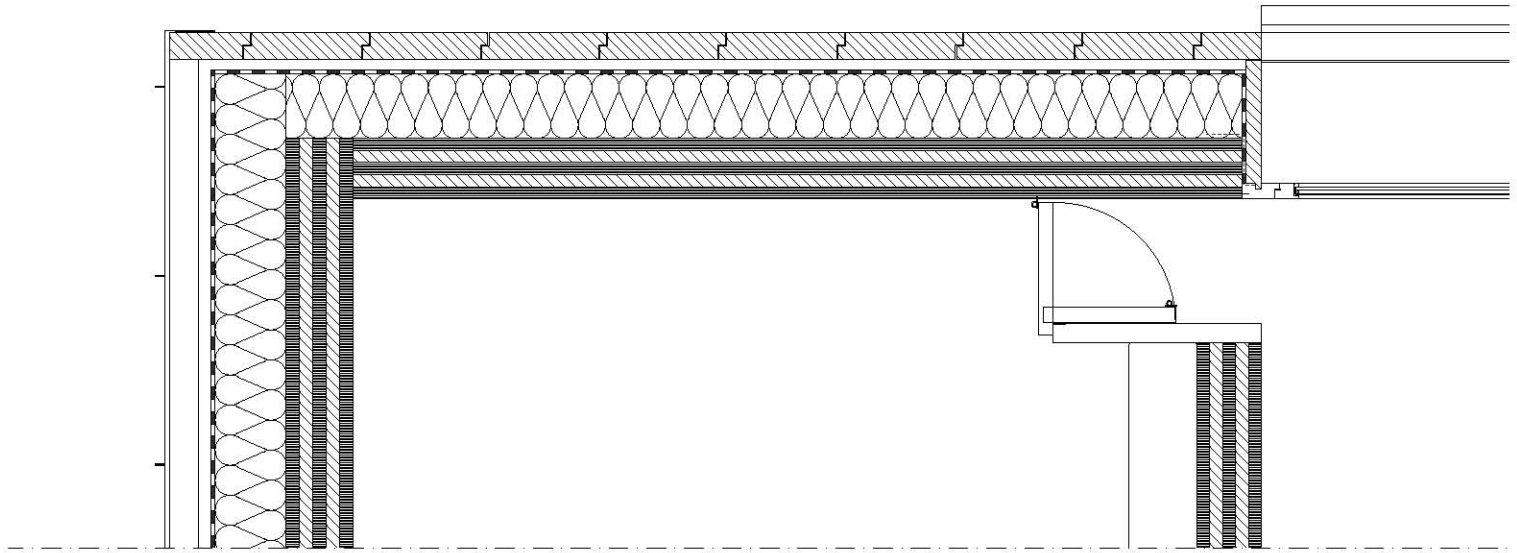
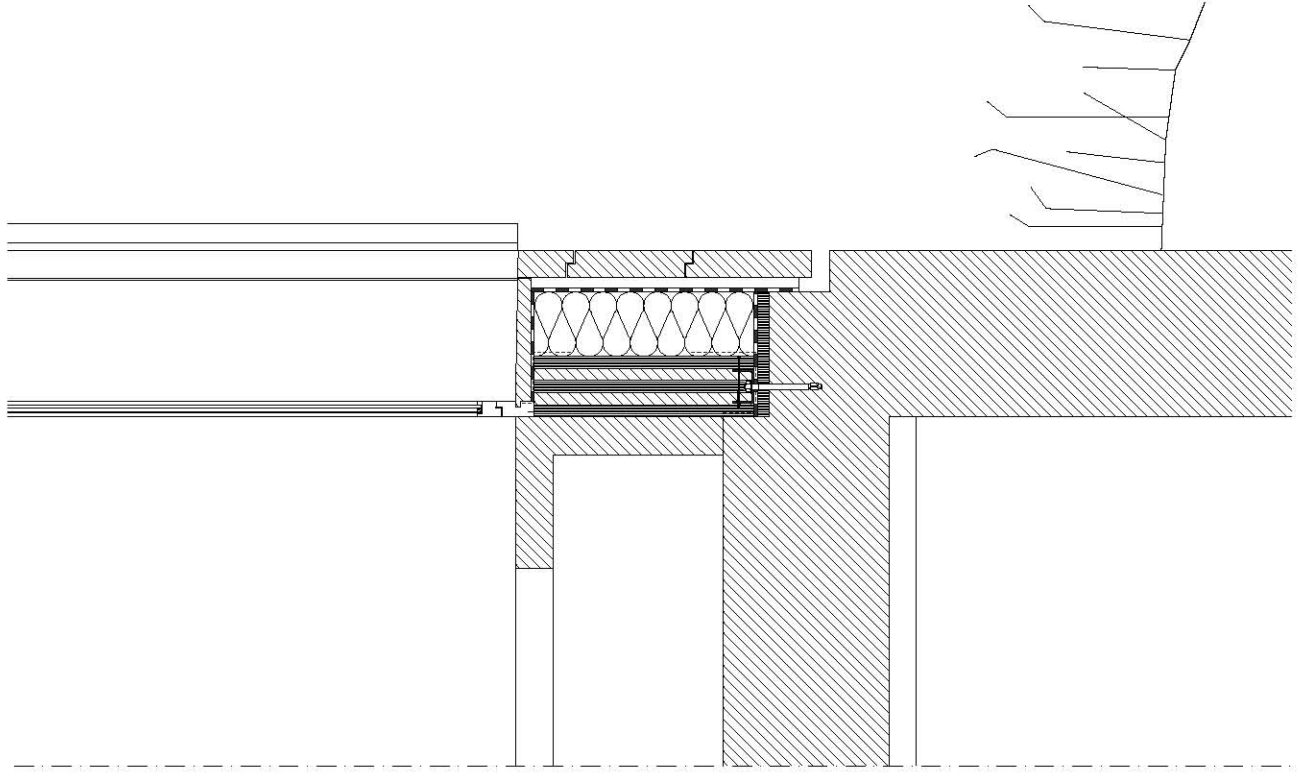
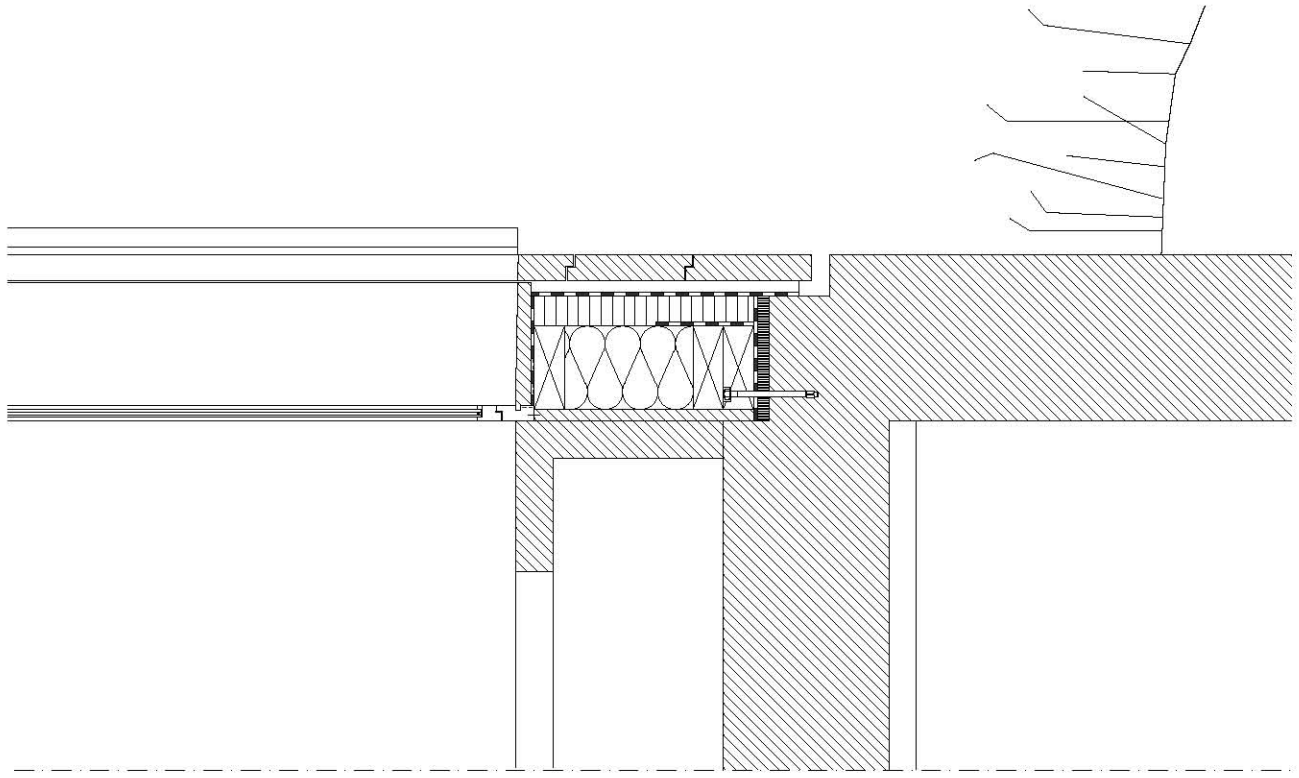


Fig.98 SISTEMA MACIÇO, CORTE TRANSVERSAL, ESCALA 1:33.





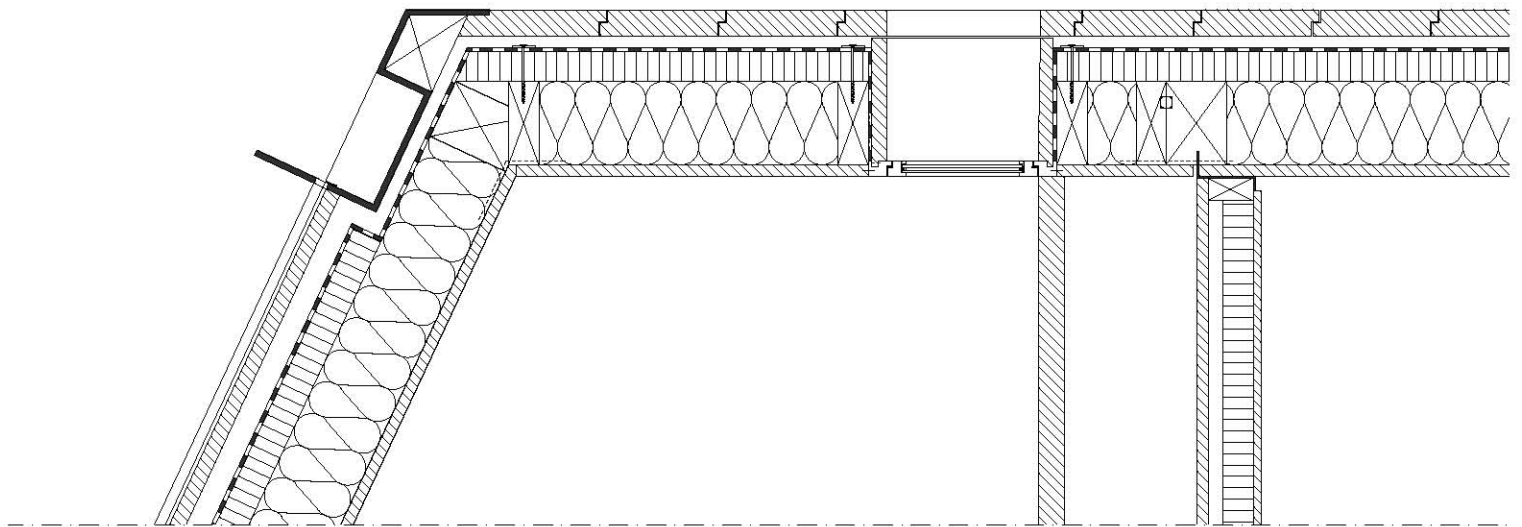
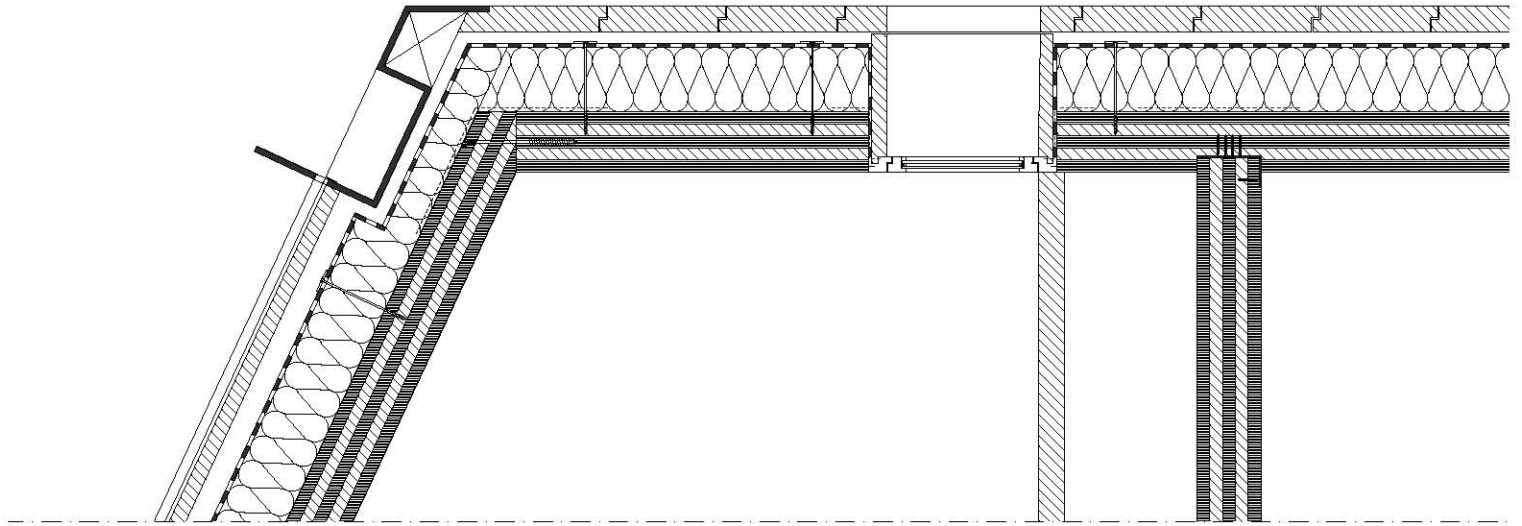
SISTEMA MACIÇO

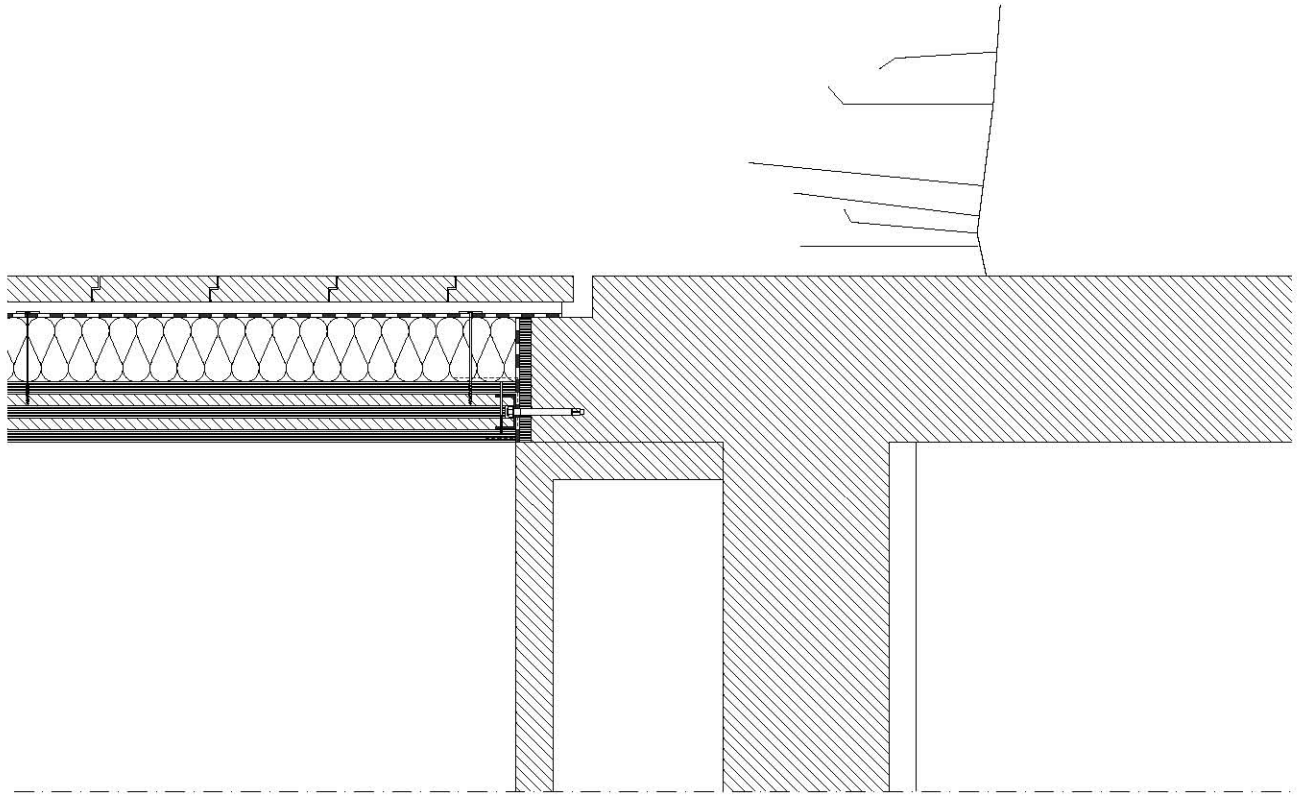


SISTEMA DE PAINÉIS

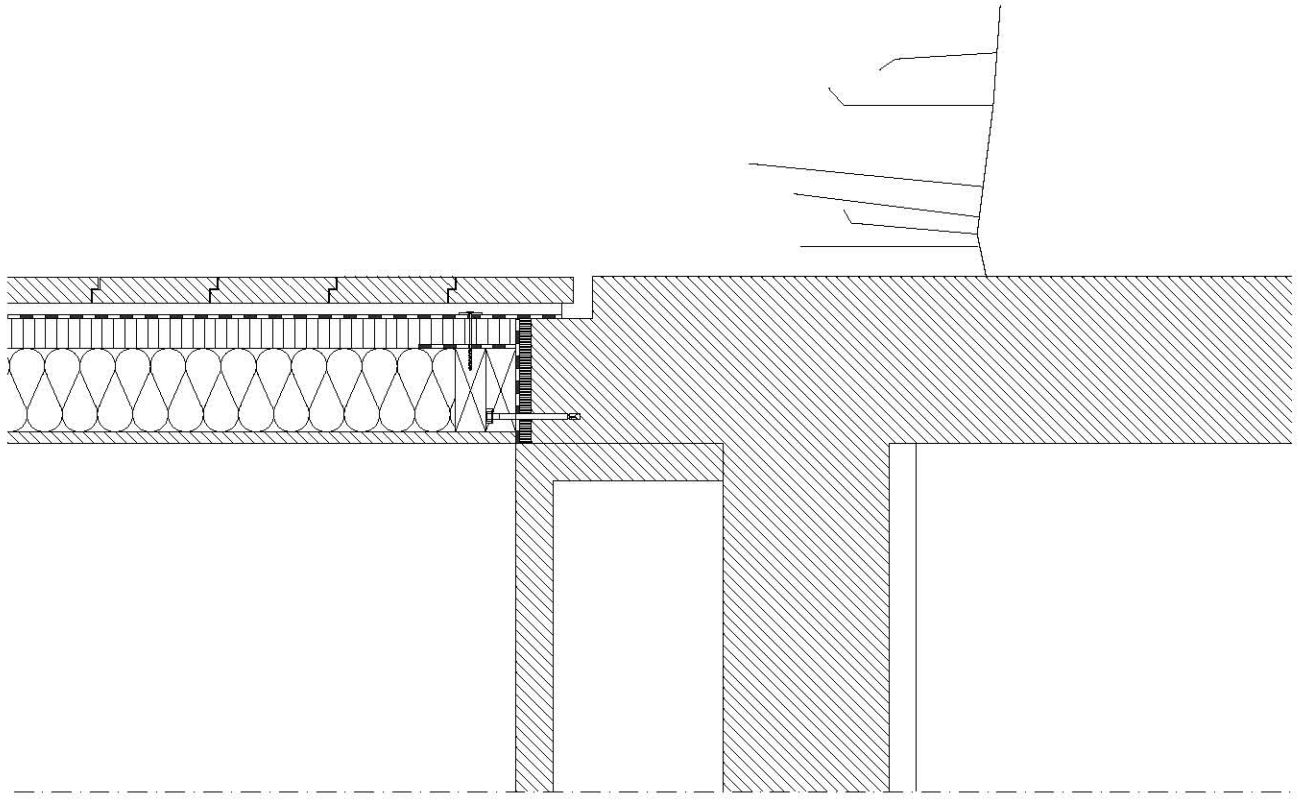
Fig.99 CORTES PELO ALÇADO - JANELÃO. ESCALA 1:20.







SISTEMA MACIÇO



SISTEMA DE PAINÉIS

Fig.100 CORTES PELO ALÇADO. ESCALA 1:20.

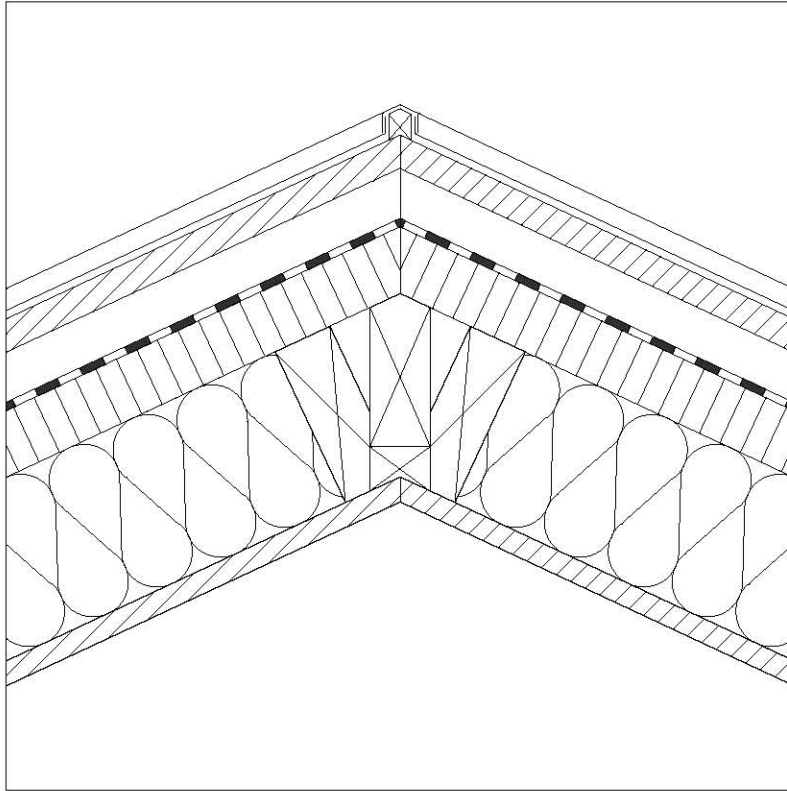


Fig.101 SISTEMA DE PAINÉIS, PORMENOR TELHADO, ESCALA 1:10.

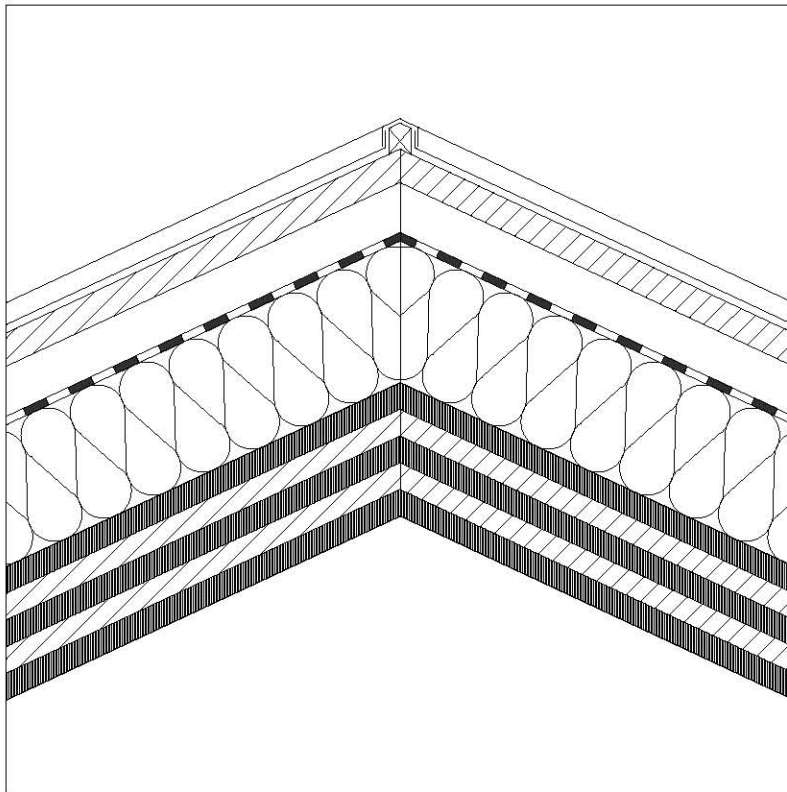


Fig.102 SISTEMA MACIÇO, PORMENOR TELHADO, ESCALA 1:10.

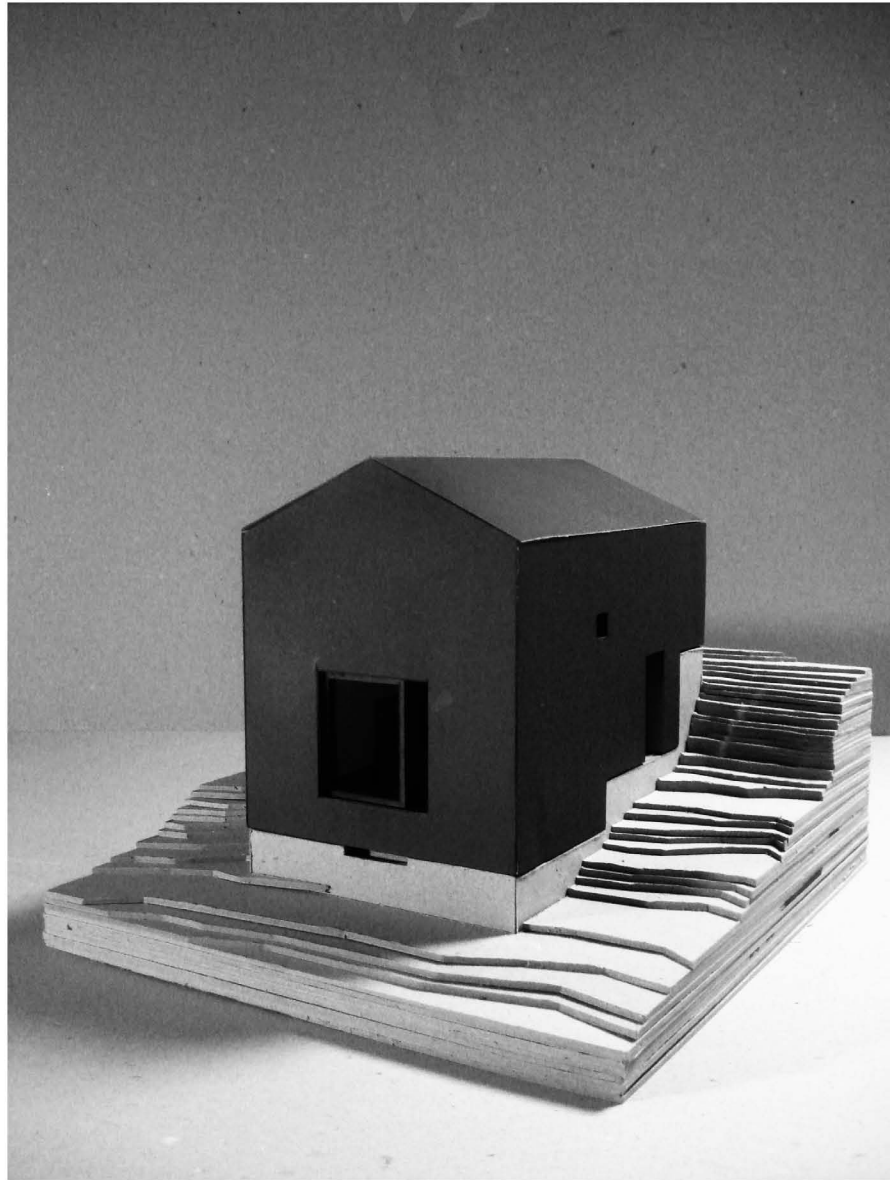


Fig.103 MAQUETA DE ESTUDO, ESCALA 1:50.

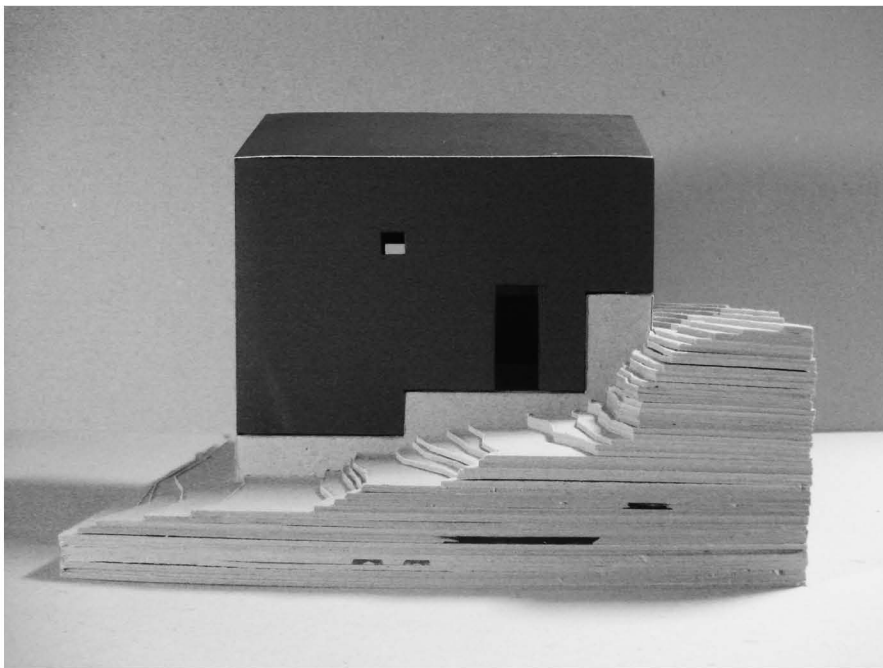
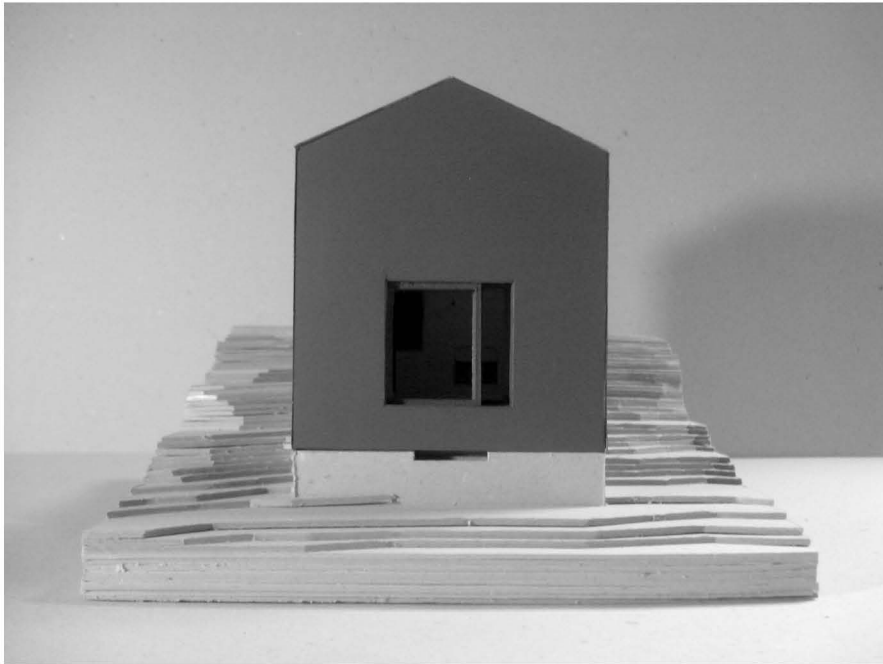


Fig.104 MAQUETA DE ESTUDO, ESCALA 1:50.

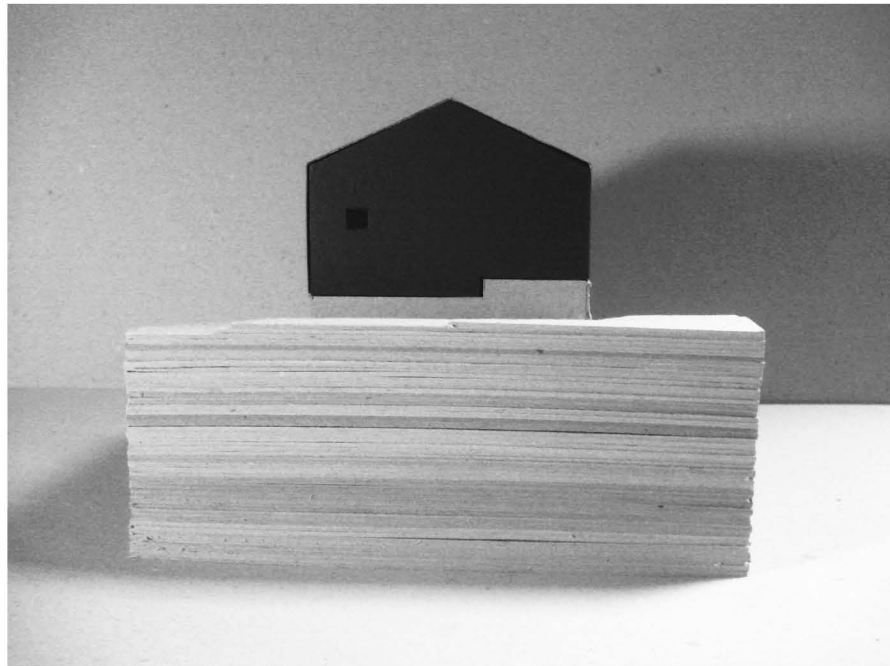
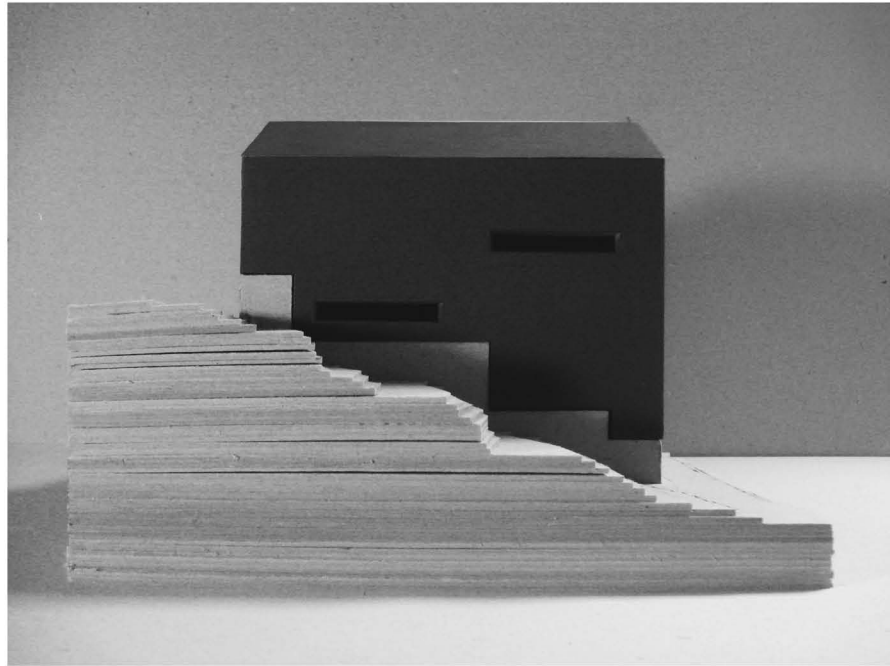


Fig.105 MAQUETA DE ESTUDO, ESCALA 1:50.

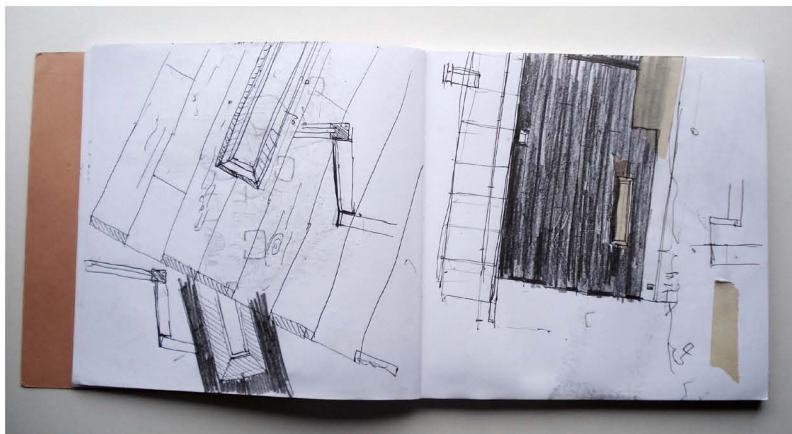
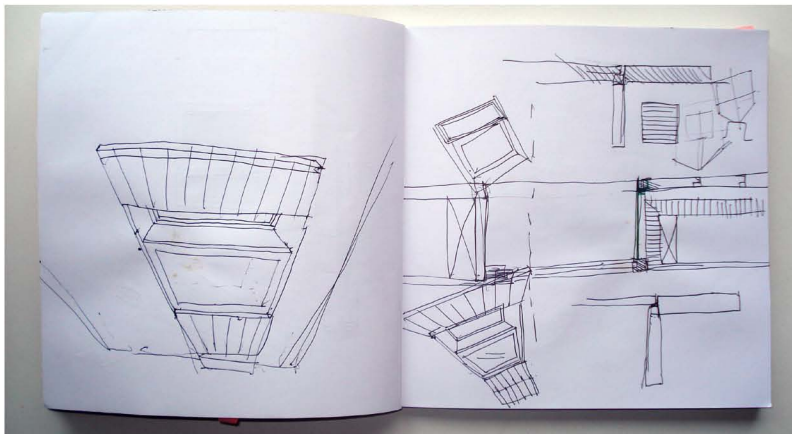
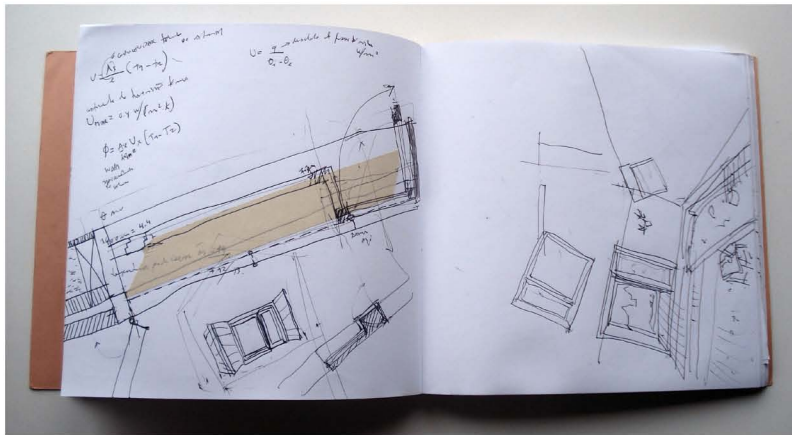


Fig.106 DESENHOS DO PROCESSO.

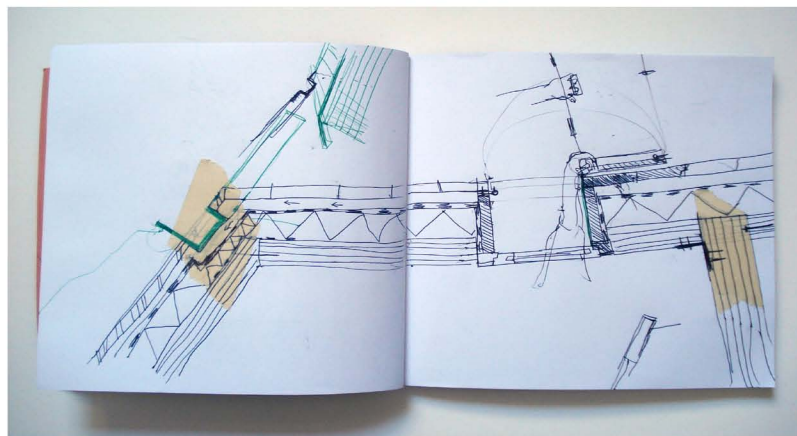
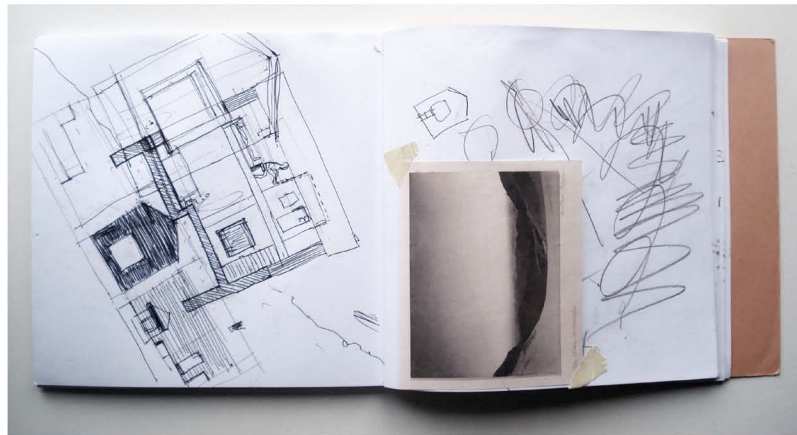


Fig.107 DESENHOS DO PROCESSO.



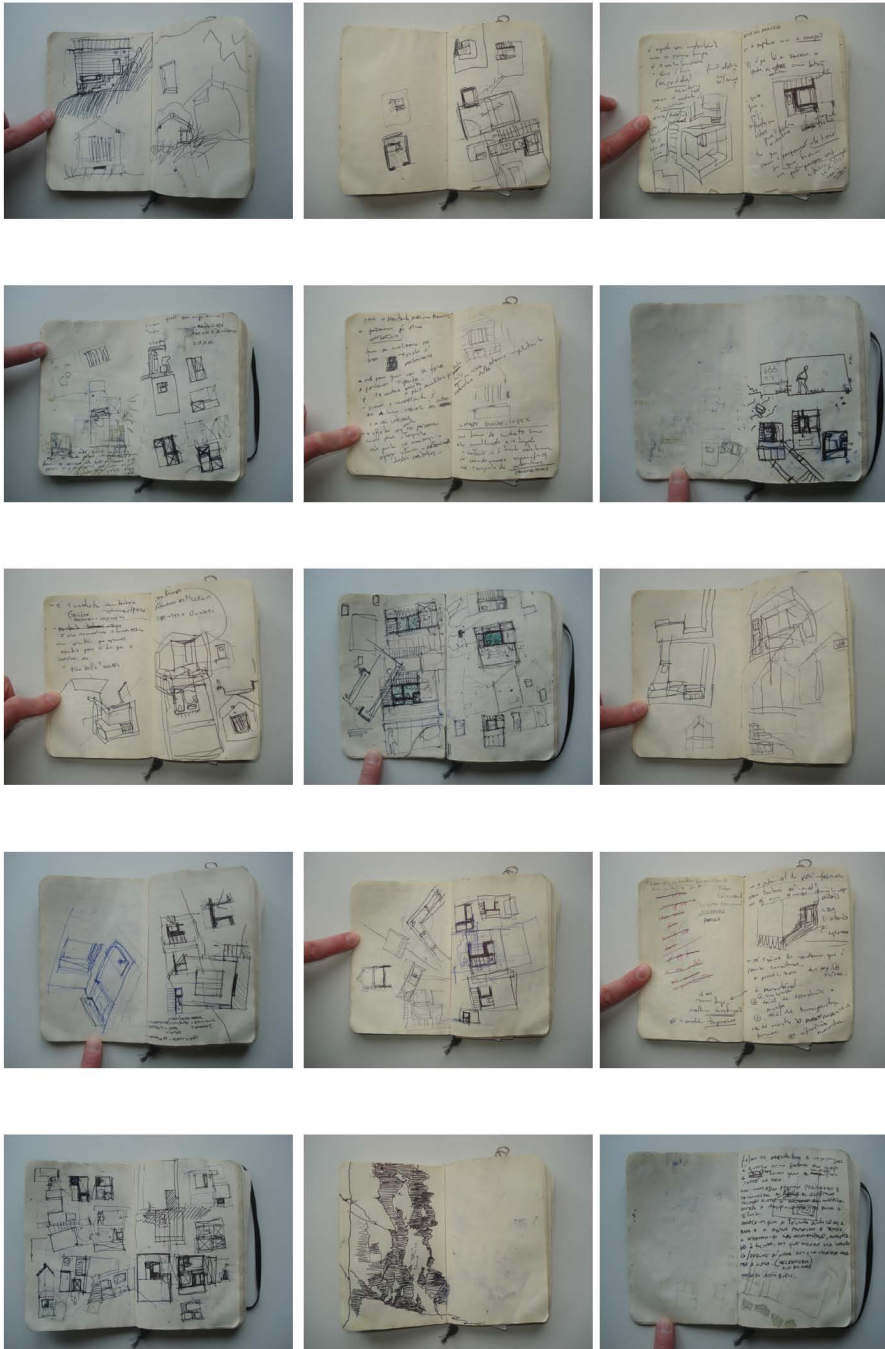


Fig.108 DESENHOS DO PROCESSO.

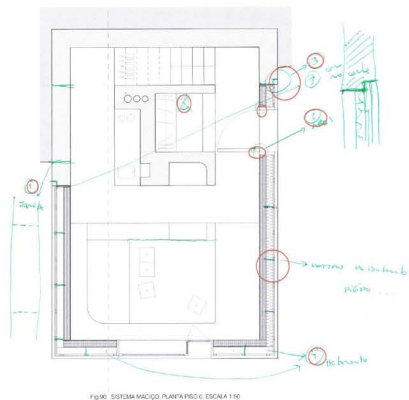


FIG.90 - SISTEMA VÍCIO, PLANTA FÍSICO, ESCALA 1:50

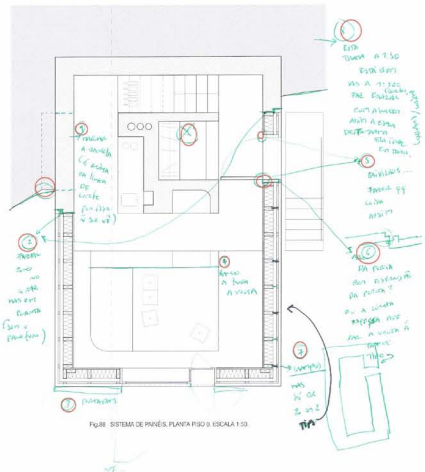


FIG.91 - SISTEMA DE PAREDES, PLANTA FÍSICO, ESCALA 1:50

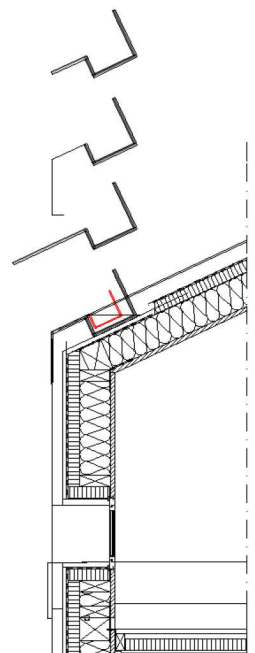
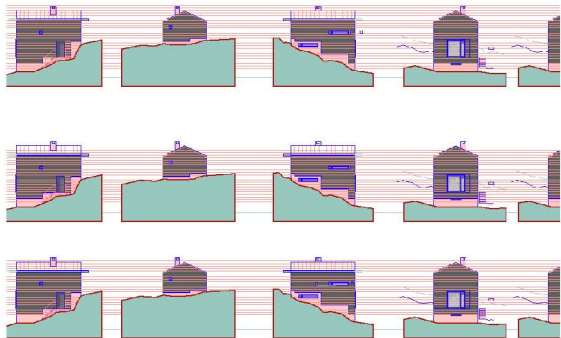
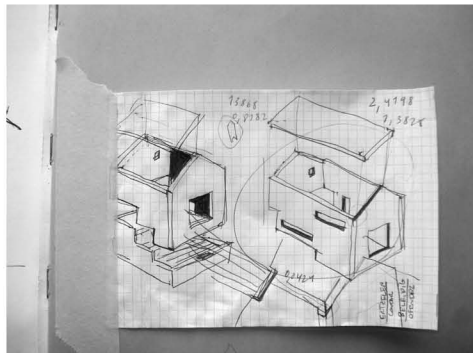


Fig.109 DESENHOS DO PROCESSO.



## BIBLIOGRAFIA

- ANGÉLIL, Marc [et al.], *Inventioneering Architecture*, ETH Zürich, gta Verlag, 2005.
- CABALZAR, Andreas; CAMINADA, Gion A.; TSCHANZ, Martin, *Stiva da morts*, gta Verlag, ETH Zürich, Zürich, 2003.
- DEPLAZES, Andrea [ed.], *Constructing Architecture: a Handbook*, Birkhäuser, Basel Boston Berlin, 2008.
- Dicionário da Língua Portuguesa, Porto editora, Porto, 1972.
- DIENER, Roger; HERZOG Jacques, MEILI, Marcel; MEURON, Pierre de; SCHMID, Christian, *Switzerland - an Urban Portrait*, Birkhäuser, Basel, 2001.
- FINGERLE, Christoph Mayr, *Neues Bauen in den Alpen: Architekturpreis 2006*, Birkhäuser, Basel, 2008.
- FRAMPTON, Kenneth, *Studies in Tectonic Culture: the poetics in the construction in nineteenth and twentieth century architecture*, Cambridge (MA), 2001.
- GIEDION, Siegfried, *Escritos escogidos / Siegfried Giedion; selección e introd. Josep M. Rovira*, 1997.
- GIEDION, Siegfried, *Espacio, tiempo y arquitectura: el futuro de una nueva tradición*, Dossat, Barcelona, 1982.
- GIOVANOLI, Diego, *Alpschermen und Maiensässe in Graubünden: bäuerliche Bauten, Betriebsstufen und Siedlungsstrukturen ausserhalb der Dörfer Graubündens von der frühen Neuzeit bis 1960*, Haupt, Bern, 2003.
- GUGUES, Theodor; STEIGER, Ludwig; WEBER, Joahann, *Timber construction: details, products, case studies*, Birkhäuser Edition Detail, Basel, 2004.
- HEIDEGGER, Martin, *A Origem da Obra de Arte*, Edições 70, Lisboa, 1991.
- HERZOG, Thomas; NATTERER, Julius; SCHWEITZER, Roland; VOLZ, Michael; WINTER, Wolfgang, *Holzbau Atlas*, Birkhäuser Edition Detail, Basel, 2004.
- HOVESTADT, Ludger, *Jenseits des Rasters - Architektur und Informationstechnologie: Anwendungen einer digitalen Architektur*, Birkhäuser, Basel, 2010.
- HUGUES, Theodor; STEIGER, Ludwig; WEBER, Johann, *Timber Construction: Details, Products, Case Studies. Detail Praxis*, Birkhäuser, Basel, 2004.
- Jahrbuch ETHZ DARCH, Zürich, 2006.
- KOLB, Josef, *Systems in Timber Engineering: Loadbearing Structures and Component Layers*, Ed. Lignum - Holzwirtschaft Schweiz, DGfH - German Society of Wood Research, Birkhäuser, Basel, 2008.
- MESEURE, Anna Meseure; TSCHANZ, Martin; WANG, Wilfried, *Architektur im 20. Jahrhundert Schweiz*, Prestel, München, London, New York, 1998.
- MÜLLER, Christian, *Holzleimbau: Laminated Timber Construction*, Birkhäuser, Basel, 2000.
- OPEL, Adolf, *Trotzdem, Adolf Loos: Gesammelte Schriften 1900-1930*, G. Prachner, Wien, 1982.
- RUSKE, Wolfgang, *Timber construction: for trade, industry, administration: basics and projects*, Birkhäuser, Basel, 2004.
- SCHLORHAUFER, Bettina [et al.], *Cul zuffel e l'aura dado: Gion A. Caminada*, Quart Verlag, Luzern, 2008.
- SEMPER, Gottfried, *Der Still in den Technischen und Tektonischen Künsten oder Praktische Ästhetik*, Erster Band, Frankfurt a. M., Munich, 1860.
- SEMPER, Gottfried, *Der Still in den Technischen und Tektonischen Künsten oder*

- Praktische Ästhetik, Zweiter Band*, München, Friedrich Bruckmann's Verlag, 1863.
- SEMPER, Gottfried, *Style: Style in the Technical and Tectonic Arts or Practical Aesthetics*, Los Angeles, 2004.
- SEMPER, Gottfried, *Die Vier Elemente der Baukunst*, Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1851.
- SIMONETT, Christoph; KÖNZ, Jochen U., *Die Bauernhäuser des Kantons Graubünden*, Schweizerische Gesellschaft für Volkskunde, Basel, 1983.
- STEIGER, Ludwig, *Basics Holzbau*, Birkhäuser, Basel, 2007.
- STEURER, Anton, *Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution*, Birkhäuser, Basel, 2006.
- TÁVORA, Fernando, *Da Organização do Espaço*, FAUP Publicações, Porto, 2006.
- WACHSMANN, Konrad, *Building the wooden house: technique and design*, Birkhauser, Basel, 1995.
- WAUGH, Andrew, *A Process Revealed. Auf dem Holz Weg*, Fuel Publishing, London, 2009.
- WIRZ, Herausgeber, *Beath & Deplazes: Konstrukte/Constructs*, Quart Verlag GmbH, Luzern, 2005.
- ZUMTHOR, Peter, *Architektur Denken*, Birkhäuser, Basel, 1999.
- ZWERGER, Klaus, *Wood and Wood Joints*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1997.

#### PROVAS FINAIS

SCHINDLER, Christoph, *Ein architektonisches Periodisierungsmodell anhand fertigungstechnischer Kriterien, dargestellt am Beispiel des Holzbaus*, Abhandlung zur Erlangung des Titels Doktor der Wissenschaften der ETH Zürich, Referent: Prof. Dr. Ludger Hovestadt, Korreferent: Prof. Dr. Knut Einar Larsen, ETH Zürich, Zürich, 2009.

#### ARTIGOS E TEXTOS

- DEPLAZES, Andrea, "Holz indifferent, synthetisch, abstrakt- Kunststoff" in *Arch +* 193, 2009. p.27-29
- DEPLAZES, Andrea, "Neue Technik - Neue Architektur?" in *archithese* 5.95, 1995. p.38-40
- CAMINADA, Gion, "Sinnhafte Architektur in einer globalisierten Welt" in HODGSON, Petra; TOYKA, Rolf, *Der Architekt, der Koch und der gute Geschmack: Herausgegeben für die Akademie der Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen*, Birkhäuser, Basel, 2007, p82.
- CAMINADA, Gion, "Die Suche nach dem Kontext" in *Jahrbuch 2006, DARCH, ETH Zürich, Zürich, 2006. p.103*
- FRAMPTON, Kenneth, "Towards a Critical Regionalism: Six pints for an Architecture of Resistance" in *The Anti-Aesthetic. Essays on Postmodern Culture*, New Press, New York, 1983.
- HEIDEGGER, Martin, "Bauen Wohnen Denken" in *Poetry, Language, Thought*, Harper Colophon Books, New York, 1971.
- PALLASMAA, Juhani, "Materiality and Time" in *The Eyes of the Skin: Architecture and the Senses*, John Wiley & Sons, Chichester, 2005, p. 31-32.
- PALLASMAA, Juhani, "Tradition and Modernity: The Feasibility of Regional Architecture in Post-Modern Society" in *Architectural Review*, 1988.
- STEINMANN, Martin, "The Presence of Things" in *Construction, Intention, Detail: Five Projects from Five Swiss Architects/ Fünf Projekte von fünf Schweizer Architekten*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1994.

## PERIÓDICOS

ARCH +, *Holz*, n° 193, 2009.  
archithese 5/95, *Bauen mit Holz*, 1995.  
2G, *Building in the Mountains: Recent Architecture Graubünden*, N° 14, 2000.  
archithese 1, *Swiss Performance*, 2006.  
archithese 1, *Swiss Performance*, 2007.  
DETAIL10, *Bauen mit Holz*, 2004.  
DETAIL10, *Bauen mit Holz*, 2006.  
DETAIL 5, *Massive Konstruktionen*, 2007.  
DETAIL 11, *Bauen mit Holz*, 2008.

## CATÁLOGOS

LIGNUM: *Lignatec catalogue. Massiveholzbau 20/2007*, Zürich, 2007.  
LIGNUM: *Lignatec catalogue. Fassadenbekleidung 24/2009*, Zürich, 2009.

## LEGISLAÇÃO E NORMAS

Gebäudeversicherung Graubünden. Gesetz über den vorbeugenden Brandschutz und die Feuerwehr im Kanton Graubünden und Verordnung zum Brandschutzgesetz, Chur, 2010.  
Raumplanungsverordnung für den Kanton Graubünden (KRVO), 2005.  
SIA 180 Wärme- und Feuchteschutz em Hochbau, SIA, Zürich, 1999.  
SIA 265 Holzbau, SIA, Zürich, 2003.  
SIA 279 Wärmedämmstoffe, SIA, Zürich, 2004.  
SIA 265/1 Holzbau – Ergänzende Festlegungen, SIA, Zürich, 2003.

## WEBSITES

<http://www.schilliger.ch/>  
<http://www.timberconsult.ch/>  
<http://www.pius-schuler.ch/>  
<http://www.erne.net/>  
<http://www.holzbau-schweiz.ch>  
<http://www.renggli-haus.ch/>  
<http://www.tschopp-holzbau.ch>  
<http://www.alig.ch/>  
<http://www.sextenkultur.org/>  
<http://www.lignum.ch/>  
<http://www.bresta.ch/>  
<http://www.lignotrend.com/>  
<http://www.lignatur.ch/>  
<http://www.steko.ch/>  
<http://www.balteschwiler.ch/>  
<http://www.ahb.bfn.ch/ahb/de/home>  
<http://www.homogen80.ch/>  
<http://www.empa.ch/>

## ENTREVISTAS

Herr Jürg Fischer, Fischer Timber Consult, SIA Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 03.06.2010.  
Herr Guido Estermann, Technischer Projektberater, RENGGLI AG, Glängweg, 6247 Schötz, 09.06.2010.  
Herr George Wolken, RUWA Holzbau, 7240 Küblis, Dalvazza, 14.06.2010.  
Herr Tobias Osterwalder, Schilliger Holz AG, Haltikon 93, CH-6403 Küssnacht, 10.09.2010.

## INTENSIVKURS KONSTRUKTION

Unterlagen Holzbau - 20-24.10 HS 2008. Professur Andrea Deplazes / Departement Architektur / ETH Zürich .

## CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Todas as imagens, elementos gráficos, ou fotografias foram produzidos pela autora à exceção dos seguintes:

Fig.02	© Dan Ridley-Ellis. Disponível em <a href="http://www.flickr.com/photos/firrs/2078147076/sizes/o/in/photostream/">www.flickr.com/photos/firrs/2078147076/sizes/o/in/photostream/</a> . Consultado a 20/07/2011.	Fig.25	Editora. Dicionário Academia Ciências CORE-Materials. Disponível em <a href="http://www.flickr.com/photos/core-materials/4419853404/sizes/o/in/set-72157623460610699/">http://www.flickr.com/photos/core-materials/4419853404/sizes/o/in/set-72157623460610699/</a> . Consultado a 09/03/2010.
Fig.05	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.26	Disponível em <a href="http://www.structurlam.com/userdata/images/IMG_1267">http://www.structurlam.com/userdata/images/IMG_1267</a> . Consultado a 12/08/2011.
Fig.06	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.27	Flyer: Timber Project: Nouvelles Formes D'Architecture en Bois. iBOIS, EPFL, Archizoom. Disponível em <a href="http://ibois.epfl.ch/files/content/sites/ibois2/files/shared/timber%20project/flyer_TIMBER_PROJECT.pdf">http://ibois.epfl.ch/files/content/sites/ibois2/files/shared/timber%20project/flyer_TIMBER_PROJECT.pdf</a> . Consultado a 30/08/2011.
Fig.09	Money Museum. Disponível em <a href="http://www.moneymuseum.com/imgs/xcoins/image/2010/11/1_O_92696_3.jpg">http://www.moneymuseum.com/imgs/xcoins/image/2010/11/1_O_92696_3.jpg</a> . Consultado a 11/07/2011.	Fig.28	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.
Fig.10	Disponível em <a href="http://www.payer.de/tropenarchitektur/trarch041034.jpg">http://www.payer.de/tropenarchitektur/trarch041034.jpg</a> . Consultado a 27/07/2011.	Fig.29	© ETHistory. Disponível em <a href="http://www.ethistory.ethz.ch/rueckblicke/departemente/dbaug/weitere_seiten/maillart/printerfriendly/">http://www.ethistory.ethz.ch/rueckblicke/departemente/dbaug/weitere_seiten/maillart/printerfriendly/</a> . Consultado a 18/07/2011.
Fig.11	ETH Life archives. Disponível em <a href="http://archiv.ethlife.ethz.ch/images/Werdersche-1.jpg">http://archiv.ethlife.ethz.ch/images/Werdersche-1.jpg</a> . Consultado a 13/08/2011.	Fig.30	Disponível em <a href="http://www.sirt.edu.cn/content/jingpinke/bridge/2/18/世界最美的桥梁！%20-%20中华钢结构论坛.files/28101-Plz-embed.jpg">http://www.sirt.edu.cn/content/jingpinke/bridge/2/18/世界最美的桥梁！%20-%20中华钢结构论坛.files/28101-Plz-embed.jpg</a> . Consultado a 18/07/2011.
Fig.12	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.31	Imagem cedida por Renggli AG.
Fig.13	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.32	Raplab, ETHZ. Disponível em <a href="http://my.arch.ethz.ch/yvese/Dokumentation/Kurse,071SummerWorkshop/index.html">http://my.arch.ethz.ch/yvese/Dokumentation/Kurse,071SummerWorkshop/index.html</a> . Consultado a 31/08/2011.
Fig.14	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.33	KLHUK. Disponível em <a href="http://www.klhuk.com/portfolio/health/woodside-lodge.aspx">http://www.klhuk.com/portfolio/health/woodside-lodge.aspx</a> . Consultado a 05/07/2011.
Fig.15	Disponível em STEURER, Anton, <i>Developments in Timber Engineering: The Swiss Contribution</i> , Birkhäuser, Basel, 2006.	Fig.34	Imagens cedidas por Renggli AG.
Fig.16	Disponível em <a href="http://www.structurlam.com/userdata/images/IMG_1267">http://www.structurlam.com/userdata/images/IMG_1267</a> . Consultado a 12/08/2011.	Fig.35	Imagens cedidas por Renggli AG.
Fig.20	Disponível em <a href="http://steko.co.at/typo3temp/pics/bd4dba692a.jpg">http://steko.co.at/typo3temp/pics/bd4dba692a.jpg</a> . Consultado a 14/09/2011.	Fig.36	© Fred Hatt. Disponível em <a href="http://detail-online.com/inspiration/st-loup-chapel-in-pompaples-103521.html">http://detail-online.com/inspiration/st-loup-chapel-in-pompaples-103521.html</a> . Consultado a 29/08/2011.
Fig.21	Disponível em <a href="http://www.lignotrend.de/holzbau-produkte/elemente/waende-fassaden/lignofux-4s/bild1_medium">http://www.lignotrend.de/holzbau-produkte/elemente/waende-fassaden/lignofux-4s/bild1_medium</a> . Consultado a 01/08/2011.		© Milo Keller. Disponíveis em <a href="http://www.localarchitecture.ch/?menu=projet&amp;projet_id=3&amp;page=1">http://www.localarchitecture.ch/?menu=projet&amp;projet_id=3&amp;page=1</a> . Consultado a 29/08/2011.
Fig.22	Disponível em <a href="http://www.lignatur.ch/uploads/pics/life09_02.jpg">http://www.lignatur.ch/uploads/pics/life09_02.jpg</a> . Consultado a 14/09/2011.	Fig.37	Prof. Ludger Hovestadt, ITA, Beyond the
Fig.23	Dicionário Ilustrado. Dicionário Porto		

- Fig.39 Grid, Master Lectures, ETH Zürich, 2010. Helikoptermontage EFH Frei Pura (IT), 2005. Vídeo cedido por Renggli AG.
- Fig.40 Catálogo Cross Laminated Timber Material + Construction, Leno, 2011, p.19.
- Fig.41 Disponível em <http://www.afgh.ch/>. Consultado a 20.05.2011.
- Fig.46 Daniel Diaz. Disponível em <http://cargocollective.com/DanStudio/Switzerland>. Consultado a 12/03/2011.
- Fig.47 Adaptado de CABALZAR, Andreas; CAMINADA, Gion A.; TSCHANZ, Martin, Stiva da morts, gta Verlag, ETH Zürich, Zürich, 2003.
- Fig.48 Adaptado de CABALZAR, Andreas; CAMINADA, Gion A.; TSCHANZ, Martin, Stiva da morts, gta Verlag, ETH Zürich, Zürich, 2003.
- Fig.50 Disponível em <http://alpinewayoflife.tumblr.com/>. Consultado a 12/07/2011.
- Fig.53 © ALIG Holzkultur. Disponível em <http://www.alig.ch/leistungen/zimmerei-2/blockbau/?album=1&gallery=21>. Consultado a 27/02/2011.
- Fig.54 Adaptado de SCHLORHAUFER, Bettina [et al.], Cul zuffel e l'aura dado: Gion A. Caminada, Quart Verlag, Luzern, 2008.
- Fig.57 © Bearth & Deplazes Architekten AG.
- Fig.58 © Ralph Feiner.
- Fig.61 © Bearth & Deplazes Architekten AG.
- Fig.63 © Bearth & Deplazes Architekten AG.
- Fig.64 © Bearth & Deplazes Architekten AG.
- Fig.65 © Ralph Feiner.
- Fig.66 © Ralph Feiner.
- Fig.67 © Christoph Engel. Disponível em [http://www.christoph-engel.de/files/gimms/18\\_01stall032006.jpg](http://www.christoph-engel.de/files/gimms/18_01stall032006.jpg). Consultado a 09/02/2011;
- Fig.68 GIOVANOLI, Diego, Alpschermer und Maiensässe in Graubünden: bäuerliche Bauten, Betriebsstufen und Siedlungsstrukturen ausserhalb der Dörfer Graubündens von der frühen Neuzeit bis 1960, Haupt, Bern, 2003. ; e 2G, Building in the Mountains: Recent Architecture Graubünden, Nº 14, 2000. Kulturzerfall. Disponível em <http://www.kulturzerfall.ch/lenzerheide.htm>. Consultado a 08/02/2011.
- Fig.69 Kulturzerfall. Disponível em <http://www.kulturzerfall.ch/fenster.htm>. Consultado a 08/02/2011.
- Fig.71 Google Earth.
- Fig.74 Disponível em GIOVANOLI, Diego, Alpschermer und Maiensässe in Graubünden: bäuerliche Bauten, Betriebsstufen und Siedlungsstrukturen ausserhalb der Dörfer Graubündens von der frühen Neuzeit bis 1960, Haupt, Bern, 2003.
- Fig.90 Slides cedidos pelo Professor António Madureira.





À Vó Lina, à Vó São, ao Lang.

À minha mãe, à minha irmã, ao meu pai, por tudo.

Aos meus tios José Andrade, Lurdes Rossmann, Margarida e Werner Nussbaum por muito.

Ao Professor António Madureira pelo conselho, incentivo e sentido crítico.

Aos meus amigos, Rita Martins, Nuno Ferreira, Sérgio Catumba, Gil Pereira, Angela Tsang, Mumun Gencoglu pela companhia pelas linhas tortas e direitas.

Ao Professor Andrea Deplazes pela orientação durante o trabalho na Suíça.

Aos Senhores Jürg Fischer (SIA), Guido Estermann (Renggli AG), George Wolken e Andreas Walli (Ruwa Holzbau), Tobias Osterwalder (Schilliger Holz AG), Andrea Ruisi (Hochbauamt Graubünden) pela simpatia e disponibilidade para visitas e entrevistas.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.



