

MADEIRA ENGENHEIRADA NA ARQUITETURA BRASILEIRA **UMA ABORDAGEM TECTÔNICA**





leonardo finotti

Moradias Infantis Canuanã
2015 | **Rosenbaum + Aleph Zero**

Texto para a **Banca Final de TFG2** da
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Orientadora
Flavia Oliveira

Aluno
Thomas Ilg

agosto de 2021

Agradeço à Joana Spadaccini, Priscila Martins, João Assad e Katharina Borges pela amizade, companheirismo e apoio emocional ao longo de toda a nossa formação.

Agradeço à Sofia Osthoff pelo carinho e por sempre estar disposta quando eu precisava.

Agradeço aos meus pais pelo suporte que me deram.

Agradeço a minha orientadora pelo esforço e dedicação ao trabalho.

Agradeço a banca, Andres Passaro e Monica Aguiar pelo cuidado na leitura do trabalho.



SUMÁRIO

Apresentação | p7

1. Tectônica em debate | p13

1.1. Madeira como material tectônico

2. Construir e projetar com madeira | p21

2.1. Madeiras engenheiradas: MLC e CLT

3. Projetos com madeira no Brasil: um panorama e quatro análises | p45

3.1. **Residência Pio IX**, Marta e Marcelo Aflalo (1999, São Paulo, SP)

3.2. **Moradias Infantis Canuanã**, Rosenbaum + Aleph Zero (2015, Formoso do Araguaia, TO)

3.3. **MiCasa Vol.C**, MK27 (2018, São Paulo, SP)

3.4. **MINIMODS**, MAPA (2013-2019, Vários)

4. Considerações finais | p89

Entrevistas | p93

Hélio Olga Jr.

Marcelo Aflalo

Bibliografia | p102



leonardo finotti

MINIMOD Catuçaba
2015 | MAPA

Este trabalho tem a intenção de fomentar a discussão sobre tectônica no campo da arquitetura. A madeira se encontra no lugar de destaque desse trabalho por entendermos que ela carrega em sua essência uma estratégia de projeto que leva ao pensamento tectônico de forma quase que invariável.

Com o crescimento do interesse pela madeira, e a ampliação de novas tecnologias com o material no Brasil, constatamos que na última década surgiu uma diversidade maior de projetos em madeira do que o Brasil havia apresentado nas décadas anteriores. São nesses projetos que nos apoiamos para fazermos análises sobre a concepção projetual tectônica.

A decisão de escolhermos falar especificamente da tecnologia de madeira engenheirada, nasce depois de termos mergulhado nesse universo que é a construção em madeira, e descobriremos que ela ainda soa como uma novidade para os alunos formados pela FAU-UFRJ. Existe um desejo para que esse trabalho apresente, mesmo que introdutoriamente, algumas possibilidades construtivas com madeira. Com isso, o trabalho pretende analisar projetos contemporâneos que utilizam as tecnologias, no intuito de ilustrar como elas são usadas atualmente no Brasil.

A madeira esteve no meu radar de interesse durante vários anos, e as poucas possibilidades de explorá-la em disciplinas de projeto e de estrutura na FAU-UFRJ também é um motivo para fazer um trabalho de conclusão de curso que investigue o material.

Em toda a graduação, só possuímos uma disciplina que trata da madeira. Ela per-

¹ MORAES, Ailton Cabral; VALLE, Ivan Manoel Rezende do. Análise sobre o ensino de estruturas de madeira nas escolas de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. 2020. Caderno de Arquitetura e Urbanismo – Paranoá 20. Dossiê Especial Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade.

tence ao departamento de estruturas, é de baixa carga horária (30h), e ainda divide o seu foco com o aço. O ensino de arquitetura no Brasil tende a repetir o que acontece na FAU-UFRJ. De acordo com a pesquisa de 2020 do Ivan do Valle e Ailton Cabral¹, dos 450 currículos de escolas de arquitetura no Brasil analisados pelo trabalho, apenas 3% tem disciplinas obrigatórias com carga horária relevante (60h) voltadas a estrutura e concepção em madeira.



Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo, abordamos a noção de tectônica. Entendemos que o tema é extremamente amplo, e que está sendo constantemente digerido, transformado e assumindo outras interpretações conforme novas tecnologias construtivas surgem. A partir de leituras, nos debruçamos no contexto da década de 1980, quando a discussão sobre o conceito assumiu as suas interpretações contemporâneas. Utilizamos primordialmente a elaboração da ideia de tectônica de Kenneth Frampton. A sua contribuição para o desenvolvimento do conceito de tectônica nos últimos 30-40 anos é extremamente relevante para o campo da arquitetura. Sua obra sobre o assunto é vasta, e por conta disso entendemos que não conseguimos cobrir nesse trabalho a profundidade que ele propõe para o assunto. Ao mesmo tempo, também entendemos que, por mais que Frampton seja uma figura central nessa discussão, existem outros autores que elaboraram o conceito nos últimos anos. De qualquer forma, decidimos, por uma questão de metodologia, focar na bibliografia do autor britânico.

No segundo capítulo, elencamos uma série de particularidades construtivas da madeira, utilizando como referência textos que tratam do tema enquanto traçamos um paralelo com um breve panorama de projetos de madeira no Brasil, a fim de perceber como o tratamento do material foi se transformando ao longo do tempo, para chegar no contexto atual, quando as novas tecnologias em

madeira se apresentam como alternativas. Nesse capítulo, apresentamos o que são essas novas tecnologias de madeira engenheirada e o processo de fabricação de duas técnicas - as mais utilizadas no Brasil: a Madeira Laminada Colada (MLC, na abreviação) e a Madeira Laminada Colada Cruzada (CLT, na abreviação da sigla em inglês).

No terceiro capítulo nos aprofundamos na análise de uma seleção de projetos construídos no Brasil no período das últimas duas décadas que utilizam a tecnologia de madeira engenheirada. Pretendemos entender, a partir dessas análises, as possibilidades construtivas da madeira. A escolha dos projetos parte do interesse em ilustrar algumas possibilidades, não tendo a pretensão de percorrer todos os caminhos possíveis que o material apresenta.

O primeiro projeto é de 1999, de autoria do Marcelo e Marta Aflalo. Está localizado em São Paulo. A residência proporciona discussões a respeito da particularidade de se projetar com madeira. A definição da madeira como protagonista desse projeto nasce da dificuldade de implantação do projeto no terreno de alta declividade. Seguindo uma série de soluções apresentada por outros arquitetos que se debruçaram sobre a mesma dificuldade, a madeira aparece como uma resposta por ser leve, resistente, e de fácil montagem no canteiro.

O segundo projeto tornou-se uma referência recente em arquitetura projetada com estruturas de MLC no Brasil. As Moradias Infantis em Canuanã, Tocantins, de parceria Rosenbaum, Pedro Duschenes e Gustavo Urtrabo ganhou o prêmio Ryba em 2018. Toda a sua estrutura é de madeira engenheirada de eucalipto, que sustenta uma cobertura de telha metálica termoacústica que abriga um programa de dormitório e áreas de lazer e estudo para os estudantes da escola interna da Fundação Bradesco da Aldeia Canuanã. A obra se encontra em um local extremamente remoto no coração do Brasil, e esse foi um dos motivos de se escolher um



maquete da residência Pio IX |
exposição museu da casa brasileira



corredores das Moradias
Infantis de Canuanã |
leonardo finotti

material seco e pré-fabricado para montar a estrutura da obra. A cobertura de estrutura de MLC se eleva acima dos blocos de tijolo e concreto, sem tocá-los. Existe aqui uma sublimação acerca da questão tectônica da cobertura leve de madeira, que toca o céu, em contraste com a estereotômica dos blocos edificados de moradia e áreas de estudo e encontros, pesados, fincados no solo.

O terceiro projeto é do Studio MK27 em São Paulo. Construído em 2018 o projeto é uma expansão para a loja de móveis MiCasa. Por conta da necessidade de atender a um programa que exigia flexibilidade, o escritório optou por fazer um pavilhão que se apresenta formalmente como um cubo semitransparente, com uma estrutura independente de madeira para indicar leveza. Os pórticos ficam totalmente a mostra no espaço interno, configurando a ambiência do pavilhão. A estrutura de madeira, tratada de maneira a se estabelecer como protagonista definitiva do projeto é a característica a ser explorada nesse projeto. Existe uma influência não velada na arquitetura de Kogan pela arquitetura tradicional japonesa. No caso desse pavilhão, essa influência aparece mais claramente.

O quarto projeto é uma experimentação com o pré-fabricado concebido pelo coletivo de arquitetura uruguaio-brasileiro MAPA. Os MINIMODs, como são nomeados³, trabalham com a ideia de módulos completamente pré-fabricados, que saem montados diretamente da fábrica para serem apenas implantados no local desejado. Os módulos podem ser associados de diversas formas dependendo da demanda do cliente, mas também levando em conta melhor solução para a implantação do projeto no terreno desejado. Existem alguns exemplos construídos no Brasil, no Uruguai, nos E.U.A. e na Europa. Esse projeto contribui principalmente para tratar do tema da industrialização da madeira no pensamento arquitetônico. Apesar da pré-fabricação ser uma característica comum aos projetos que utilizam madeira engenheirada, o MAPA traz a ideia do “pré” como caráter essencial

ao projeto dos MINIMODS. É um projeto que tem a característica de ser um produto pronto – ou quase pronto – e que o cliente pode comprar, remetendo as casas pré-fabricadas de catálogo – soluções existentes em outros países. Ele também traz paralelos com outras tentativas pregressas de engatar uma lógica de edificações pré-fabricadas de qualidade no Brasil. Já houve outros projetos de arquitetura de qualidade semelhantes com madeira no Brasil, como o SR2 do Sergio Rodrigues, e que ajudam a entender concepção por trás desse projeto do MAPA.

Em anexo, se encontram duas entrevistas realizadas para esse trabalho com nomes que contribuíram com a construção e projeto em madeira no Brasil nos últimos anos: o engenheiro e dono da Ita Construtora⁴ Hélio Olga Jr., cujo trabalho corresponde aos projetos mais relevantes de MLC no país; e o arquiteto Marcelo Aflalo, que além de ser o autor da primeira obra analisada pelo trabalho é presidente e fundador do Núcleo da Madeira⁵, responsável por desenvolver o tema da construção em madeira no Brasil nos últimos anos.

As entrevistas tem como objetivo estender o debate da tectônica - que tem a tendência a permanecer no âmbito acadêmico - para os atores que atuam diretamente com engenharia e arquitetura. A ideia é entender como que as pessoas que trabalham com madeira entendem os conceitos abordados pelo trabalho e expõem o panorama brasileiro de se trabalhar com madeira, no sentido de dar orientações a relação de ensino com a prática de construção em madeira no Brasil. Dada as dificuldades do momento da pandemia, as entrevistas se resumiram.

O trabalho usa uma série de textos, artigos, entrevistas, palestras e notícias para embasar os argumentos apresentados aqui, seguindo a metodologia de revisão bibliográfica.



interior do MiCasa Vol. C | fernando guerra



MINIMOD Catuçaba | leonardo finotti

³ MINI: minimalismo, miniatura, mínimo; MOD: módulo

⁴ A Ita Construtora é a maior do Brasil dentro do escopo de estruturas de madeira. Estão no mercado desde a década de 1980, e em 2004 passaram a trabalhar com MLC de eucalipto.

⁵ O Núcleo da Madeira, fundado em 2017, é uma associação civil de todos os envolvidos direta ou indiretamente com a indústria da madeira no Brasil. Sediada em São Paulo, ela tem como objetivo, entre outras coisas, “incentivar e amparar o uso da madeira na construção civil”, segundo seu Estatuto.





carlos teixeira

Casa Vila del Rey
2000 | Carlos M. Teixeira (Vazio S/A)

Segundo Izabel Amaral, o espaço e a função ocuparam um lugar de destaque na concepção arquitetônica durante o século XX⁶. A tectônica, que permeou grande parte do debate na arquitetura do século XIX⁷, é suplantada por esses dois outros aspectos.

Lembremos que a teoria da arquitetura do século 20 considerou a discussão em torno da construção, e, por consequência, sobre a materialidade da arquitetura, como um debate secundário, a exemplo dos discursos clássicos da arquitetura moderna, como os de Bruno Zevi, Siegfried Giedion, e o próprio Le Corbusier, que deram preferência à noção de espaço arquitetônico, e, em segundo lugar, a de função, ofuscando, assim, a de tectônica. Temos também de considerar que, no senso comum da época, era desnecessário dizer que os meios construtivos deveriam ter uma relação direta com a forma, as técnicas e a física da construção.⁸

Nem todos os debates que se seguiram a crise do modernismo voltaram-se para discutir a problemática tectônica. Entre os diversos caminhos propostos, alguns não superaram o modernismo, tentando desenvolver teorias em cima do que era considerado relevantes para os autores modernos; outros autores se debruçaram sobre aspectos mais contemporâneos, e propuseram teorias que não conversavam necessariamente com os elementos importantes para o modernismo.

Na década de 1960, foi publicado o primeiro texto que abriu os precedentes para o que entendemos hoje como pós-modernismo. O arquiteto americano Robert Venturi em seu *Complexidade e Contradição em Arquitetura*, publicado em 1966, aponta o reducionismo modernista – mais especificamente do Estilo Internacional – como enfadonha, se

Contexto

⁶ E encontra ecos até hoje, principalmente em escolas que não participaram ativamente dos debates teóricos e filosóficos da segunda metade do século.

⁷ Durante o século XIX, o alemão Gotfried Semper retoma de maneira energética a discussão sobre a arquitetura e sua essência, revisando o termo tectônica – já existente e utilizado há pelo menos 2000 anos – e o elegendo como característica originária da arquitetura. Não vamos entrar tanto nesse momento da história.

⁸ AMARAL, Izabel. Quase tudo que você queria saber sobre tectônica...In: Pós. V.16 n.26. São Paulo, 2009, p.159

limitando a resolver problemas de maneira simples, sem considerar a riqueza da **complexidade e da contradição**.

Já nesse texto, segundo Kate Nesbitt, o arquiteto aponta um caminho que viria a ser desenvolvido nos anos seguintes por outros arquitetos de correntes diversas do pós-modernismo: a apropriação eclética da história. Essa assimilação carrega a ideia de que a imagem tem uma relevância central para a arquitetura, o que viria ser desenvolvido depois por Venturi.

Alguns anos mais tarde, ao publicarem *Aprendendo com Las Vegas* em 1973, Venturi, junto com sua parceira Denise Scott Brown e Steven Izenour, apresentam a ideia do galpão decorado, que veio a se tornar especialmente discutida no campo da arquitetura ao longo das décadas seguintes, ganhando força mas também provocando mais debates. Grande parte da teoria vem da interpretação de que a arquitetura apoia-se primordialmente em imagens que, por sua vez, apresentam signos percebidos pelo homem. Esses signos são responsáveis pela fruição proporcionada pelas obras de arquitetura.

Qualquer obra construída, por mais banal que fosse, poderia sobressair-se na paisagem a partir de aplicação de signos em sua fachada. Não podemos deixar de frisar que o contexto de origem da teoria de Venturi e Scott Brown é o contexto americano, em uma época na qual a publicidade e a propaganda atingiam seu auge. Mais especificamente, os dois apoiam-se nas análises que fazem da cidade de Las Vegas, com suas avenidas (como a Strip) carregadas de sinais chamativos que se deixam valer como símbolos para os transeuntes e automóveis.

Frampton coloca-se frontalmente contra a perspectiva de Venturi. A teoria do americano é considerada pelo britânico como um caminho equívoco para o campo da arquitetura. Já em 1983, no texto *Towards a Critical Regionalism*⁹ o autor aborda o conceito de

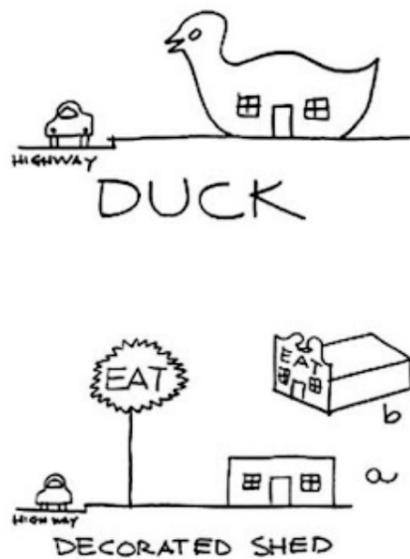
tectônica em interface aos 'ismos' contemporâneos na arquitetura que ele chama de narcisista e cenográfica, propiciadas pela efusão da imagem proposta por Venturi com seu galpão decorado. Frampton enxerga aqui uma mercantilização da arquitetura, tornando-a um mero canal de consumo, superficializando-a por se tratar meramente de uma questão representacional. Como resposta a essa arquitetura, ele propõe uma "arquitetura autêntica baseada em dois aspectos essenciais da disciplina: a consciência do lugar e a tectônica"¹⁰ A poética da construção se torna uma ferramenta para combater esse tipo de arquitetura, ou, como diz Nesbitt, oferece uma possibilidade de resistência.

Em 1990, ele publica *Rappel a l'ordre*: argumentos em favor da tectônica¹¹. quando continua de forma assertiva o seu ataque a uma arquitetura cenográfica.

"Nesses dois primeiros textos, o autor insiste na dimensão material, construtiva e tátil da arquitetura, representada pelo conceito de tectônica, como uma forma de oposição à abordagem cenográfica do pós-modernismo.", comenta Izabel Amaral¹².

Um dos aspectos abordados nesse texto versa sobre a dualidade entre estereotomia e tectônica, se apoiando no filósofo alemão Martin Heidegger e sua ideia do homem habitar entre a terra e o céu.

A estereotomia corresponde a uma construção pesada, baseada em pedra e tijolos, apoiada sobre diretamente sobre o solo, fazendo o papel de estrutura assentada e sólida representando assim a sua ligação com a terra. A tectônica, em oposição e logo ligada ao céu, corresponde a estruturas leves, que se erguem sem estarem necessariamente atreladas a noções definitivas, como a estrutura de madeira proporcionam. A junção entre a estereotomia e a tectônica é um os elementos fundamentais da arquitetura, porque cria a ideia de junta, conceito de extrema relevância para a concepção arquitetônica e que aparece com frequência em



o pato e o galpão decorado como elaborados por venturi e companhia

⁹ Publicado na revista *Perspecta: The Architectural Journal*. O texto desenvolve o termo regionalismo crítico apresentado por Tzonis e Lefraive anteriormente, abordando diversas questões, entre elas a tectônica

¹⁰ Apresentação do texto pela Kate Nesbitt. in: NESBIT, Kate (Org.). *Uma Nova Agenda para a Arquitetura*. São Paulo: CosacNaify, 2006. p.503

As interpretações de Frampton

¹¹ Publicado na revista britânica *Architectural Design* nº60.

¹² AMARAL, Izabel. Quase tudo que você queria saber sobre tectônica...In: *Pós*. V.16 n.26. São Paulo, 2009, p.161

análises de projetos construídos em madeira por conta da natureza do material.

Frampton escreve ainda nesse texto que a construção é um ato tectônico, e que a essência da arquitetura se encontra nesse aspecto, mais especificamente na “manifestação poética da estrutura, como sugere a poíesis [criação] grega (e heideggeriana): um ato de fazer e revelar, que é a tectônica.”¹³

[...] a essência da edificação continua a ter um caráter mais tectônico do que cenográfico e pode-se inclusive argumentar que se trata, sobretudo, de um ato de construção em vez de um discurso que pressupõe a superfície, a planta e o volume, para citar os “três lembretes da arquitetura”, de Le Corbusier. Isso nos permite asseverar que o ato de construir é mais ontológico do que representacional e que a forma construída é antes uma presença do que a representação de uma ausência. Na terminologia de Martin Heidegger, poderíamos pensá-la como “coisa” mais do que como “signo”.¹⁴

O sentido da arquitetura é criar e mostrar como a criação é feita. A revelação do fazer é necessariamente ontológica, e não representacional. Ela está ali, presente, existindo e se revelando como uma coisa em si. No entanto, quando ele fala da revelação, não quer dizer uma mera revelação mecânica da estrutura “[...] mas à manifestação de uma estrutura potencialmente poética, no sentido original da palavra grega poíesis, como ato de criar e revelar.”¹⁵

Uma mesma forma arquitetônica pode gerar uma série de ambientações diversas dependendo de sua materialidade. Uma caixa de vidro sintetiza leveza e transparência, enquanto a mesma caixa de concreto sintetiza peso e opacidade. Esses dois projetos criam uma relação com entorno e uma ambiência completamente díspares, apesar de apresentarem as mesmas propostas formais com diferentes técnicas construtivas. Essas fachadas de diferentes materiais não possuem só uma camada representacional, mas estão criando as relações do homem com o ambiente.

O texto polêmico de 1990 é seminal ao desenvolvimento da noção de tectônica apresentada no grande produto dessa sua pesquisa: o livro de 1995, *Studies in Tectonic Culture: the poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture*, “até hoje considerado a mais importante obra sobre a noção de tectônica [...]”¹⁶.

Nele, o autor aborda as categorias de tipologia, etnografia e tecnologia para colaborar no desenvolvimento do que ele propõe como tectônica. Em paralelo, ele trabalha com outras noções como atectônico, metáfora corporal e a relação entre tradição e inovação para, de certa forma, tentar se aproximar de uma noção de tectônica mais definida.

Apesar de relevante para o desenvolvimento da arquitetura contemporânea, podemos enxergar o pensamento de Frampton como retroativo. A sua busca pelo retorno dos princípios arquitetônicos – que ele propõe com a tectônica – é essencialmente conservador. No entanto, isso não faz dele menos relevante. A história, se interpretada de maneira linear, tende a apresentar uma ideia de desenvolvimento constante focado em algum objetivo abstrato. Isso não se sustenta. A proposição de que qualquer ideia vanguardista é necessariamente boa é uma visão simplificada que atende a uma perspectiva etnocêntrica. A reação retroativa de Frampton às tentativas de vanguarda na década de 1980 tem o intuito de preservar valores que são caros ao autor. Ele está propondo que os arquitetos, para não se perderem em aspectos imagéticos que produzem arquiteturas meramente cenográficas, se voltem ao princípio original do campo: a tectônica.

■

Tectônica é um conceito em transformação. Etimologicamente, ele tem sua origem no grego, mas também encontra passagens em outras línguas. Encontrou diversos significados que, apesar de integrarem o mesmo campo – da construção e do ato de fazer –,

¹³ NESBIT, Kate (Org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura. São Paulo: CosacNaify, 2006. p.556

¹⁴ FRAMPTON, Kenneth. Rappel a l'ordre. In: NESBIT, Kate (Org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura. São Paulo: CosacNaify, 2006. p.560

¹⁵ Id., FRAMPTON, 2006. p.559

¹⁶ Id., AMARAL, 2009. p.161

não necessariamente significam a mesma coisa. Amaral aponta que o termo sugere uma série de ambiguidades. O próprio Frampton o utiliza de maneiras diferentes ao longo da sua pesquisa, e é possível notar conotações diferentes dependendo do texto que estamos lendo.

Num primeiro sentido, a palavra tectônica descreve geralmente a idéia da 'construção considerada de modo artístico'. Num segundo sentido, o termo se refere principalmente à ossatura leve tencionada [light tensile skeleton frame], um sentido derivado da própria etimologia do termo tectônica. Num terceiro sentido, mais genérico, o termo é utilizada para designar toda forma construída, incluindo assim a categoria do 'estereotômico' que remete à idéia de peso, da compressão de uma alvenaria portante. Num quarto caso, tectônica é utilizada para descrever o modo de trabalhar e de montar um material, como nas expressões 'tectônica do metal' ou 'tectônica da madeira'. Enfim, num último caso, Frampton faz uso do termo 'atectônico', uma noção tomada de empréstimo a Edward Sekler, e que faz referência a um modo de expressão no qual a lógica estrutural de uma obra é escondida ou suprimida. Face à confusão engendrada pelo uso do termo, uma clarificação semântica da parte de Frampton será bem-vinda.¹⁷

Amaral comenta que Frampton popularizou a noção "promovendo-a ao estatuto de 'potencial de expressão construtiva'. Também considerada como uma 'poética da construção', a tectônica seria capaz de reunir os aspectos materiais da arquitetura aos aspectos culturais e estéticos."¹⁸ A principal contribuição de Frampton para esse trabalho, foi a apresentação da perspectiva tectônica para se produzir e analisar arquitetura.

Não há dúvidas que a variedade de sentidos associados ao termo tectônica durante os dois últimos séculos levou a uma grande ambigüidade de aplicação, existindo, de um lado, sua compreensão como sistema construtivo, como arquitetura de sistemas construtivos leves (principalmente em referência

à madeira), como uma arquitetura na qual a lógica do sistema construtivo é deixada aparente, e, em aplicação mais geral, associada à arquitetura como "arte da fabricação", na qual a construção é veículo de sua expressão artística. O importante é que, apesar da polissemia e das contradições, Frampton, com a questão da tectônica, forneceu munção para novas perspectivas analíticas, ultrapassando a discussão centrada quase exclusivamente na noção de espaço, típica do modernismo, bem como as discussões sobre a imagem e o significado, típicas do pós-modernismo.¹⁹

¹⁹ Id., AMARAL, 2009. p.163

¹⁷ LEGAULT, Réjean. La trajectoire tectonique. In: CHUPIN, Jean-Pierre ; SIMONNET, Cyrille (Orgs.). Le projet tectonique. Introdução de Kenneth Frampton. Gollion: Infolio, 2005, p. 25-42. In: Id., 2009, p.161

¹⁸ Id., AMARAL, 2009. p.151





Colagem de fotografias de MLC e CLT

Em um trabalho apresentado no seminário de pós-graduação da USP, o arquiteto Marcelo Aflalo e a professora da USP, Akemi Ino, se fazem a pergunta: “Projetar em madeira é fundamentalmente diferente de projetar em outros materiais?” e levantam a premissa de que “projetar em madeira pressupõe metodologia e pensamento próprio, diferenciando-se das formas tradicionais projetuais.”²⁰

Podemos dizer que, no geral, isso mostra-se verdadeiro: construções em madeira tendem a evidenciar os processos construtivos justamente por ter um “pensamento próprio” de projeto. No entanto, é possível trabalhar com a madeira de forma cenográfica. A madeira induz ao pensamento tectônico, mas, como qualquer material, pode ser trabalhada de forma atectônica.

Segundo Berriel – utilizando a tese de doutorado da professora Rosa Maria Bittencourt²¹, é necessário “repensar os princípios de concepção para as edificações de madeira”.

Para se projetar utilizando a madeira como matéria prima é necessário compreender uma série de princípios [...] O primeiro deles é a dissociação entre as partes da edificação. [...] é fundamental conhecer não apenas as diferenças entre os sistemas viga-pilar e entramados, por exemplo, mas mais que isso, compreender que o projeto com madeira deve abranger a materialidade técnica da construção e abarcar o sentimento de tectônica, de conexão entre as partes com uma finalidade declaradamente artística.²²

Nesse sentido, a madeira pode ser entendida como um material com alto potencial tectônico, exigindo maior conhecimento construtivo e de detalhe projetual.

²⁰ AFLALO, Marcelo. INO, Akemi. Estruturas de Madeira: forma e método. Anais do 4º. Seminário de Acompanhamento do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do IAU USP. São Carlos, 2017.

²¹ BITTENCOURT, Rosa Maria. Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

²² BERRIEL, Andrea. Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para a concepção de sistemas e elementos construtivos. 2009. 363p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná. p.276

[...] o fechamento e o paramento adquirem nas construções em madeira um valor e significado inexistente nos sistemas construtivos em alvenaria, pois é necessário definir, especificar e detalhar estas partes do edifício [...] A alvenaria, por ser amplamente difundida nos canteiros de obra no Brasil, desobriga os arquitetos a efetuarem um projeto mais detalhado, com a preocupação de aproximar o desenho (instrumento gráfico) à realidade da produção e da obra.²³

Definir a junção entre as partes em uma obra de arquitetura em madeira é trabalhoso e exige maior criatividade e inventividade do que em obras com técnicas construtivas tradicionais. Isso não se deve ao fato de que o concreto e alvenaria sejam materiais com pouca complexidade, mas sim à popularização dessas técnicas, e como consequência disso, a difusão extremamente ampla do conhecimento construtivo por parte dos mestres de obra, que eximem o arquiteto de detalhar e pensar tectonicamente em obras de alvenaria e concreto. Por conta disso o desenho de projeto de arquitetura em madeira depende de detalhamento e definição das junções para que seja executado corretamente.

Aqui podemos entender melhor essa relação mais próxima entre desenho e produção, citada anteriormente. É necessário que o arquiteto tenha um conhecimento mais profundo do material madeira para que um projeto possua qualidade arquitetônica e seja bem executado. Na realidade, podemos entender isso mais como um conhecimento perdido do que como um mérito específico da madeira. O arquiteto é aquele que sabe construir, é inventivo e cria novas maneiras de se utilizar os materiais, independente dele ser madeira, concreto ou barro. Esse é um fundamento da arquitetura. Justamente aqui está o argumento de Frampton que, ao resgatar a tectônica, estamos nos voltando as origens da arquitetura.

A junta assume uma importância teórica na década de 1980 a partir de publicações de

Frampton, e pelos arquitetos italianos Vittorio Gregotti e Marco Frascari. Ela carrega significados importantes para o entendimento da narrativa construtiva da obra. Frampton interpreta a unidade estrutural como o essencial da arquitetura. O que Nesbitt explica: "Unidade estrutural, na visão de Frampton, remete à conexão entre componentes tectônicos - a junta - que é o "nexo em torno do qual o edifício toma forma" e "se articula como uma presença" em termos fenomenológicos."

Nesse capítulo, exploramos as particularidades construtivas da madeira. Conseguimos esboçar como os edifícios que a utilizam, se tornam obras de arquitetura carregadas de significados em suas juntas e detalhes, justamente por explorar a linguagem tectônica do material.



Bota e Chapéu

A madeira necessita de uma série de cuidados particulares para que obtenha um bom rendimento construtivo. Esses cuidados, porém, geram uma série de princípios que definem uma linguagem de construção com o material. Berriel resume nesse parágrafo alguns dos aspectos mais importantes que diferenciam a madeira de outros materiais em relação aos cuidados.

As construções de madeira podem ter uma durabilidade muito grande; e o que vai determinar essa durabilidade é, em primeiro lugar, questões de projeto, pois existem muitos detalhes construtivos que proporcionam a proteção das peças, como afastar a madeira do solo através de uma base mineral, drenar adequadamente o terreno, desenhar pingadeiras, garantir a ventilação eficiente das peças e evitar zonas de acúmulo de umidade.²⁴

Em suma, podemos dizer que a madeira não se relaciona bem com a água. Por ser um material poroso – justamente por ser um material vivo, a porosidade é necessária a

Aspectos particulares de construção em madeira

²³ Id., BERRIEL, 2009. p.277

²⁴ Id., BERRIEL, 2009. p.276



proteção do beiral Moradias
Infantis Canuanã |
leonardo finotti



detalhe da junta concreto/metal/
madeira da sapata da residência
Hélio Olga, de Marcos Acayaba |
nelson kon

sua sobrevivência na natureza – a madeira absorve com facilidade água e umidade, o que com o tempo a deteriora, fragilizando a estrutura e a tornando mais suscetível a ataques de agentes xilófagos.

É comum dizer que a construção em madeira necessita de bota e chapéu, em uma analogia da bota com as fundações afastadas do solo, e do chapéu com a cobertura generosa.

O chão – o solo – é uma fonte de umidade. Isso faz com que qualquer estrutura de madeira necessite de algum outro material para fazer a relação entre ela e o contato do solo. Por conta disso, é difícil estabelecer uma construção em madeira que seja essencialmente pura. As estruturas de madeira necessitam ser erguidas sobre fundações em outros materiais que se relacionam bem com a umidade, como cimento ou pedra, que advém de fontes minerais. Isso faz com que qualquer construção erguida com madeira não seja essencialmente tectônica, mas sim mista, utilizando princípios estereotômicos e tectônicos.

O engenheiro Hélio Olga desenvolveu para a construção da sua residência (1990), em parceria com o arquiteto Marcos Acayaba, uma ligação entre a madeira dos pilares e o concreto das fundações. Juntas metálicas servem de conexão entre os dois. Na residência Pio IX, dos Aflalos, construída também por Olga, o sistema é repetido, tornando assim um *modus operandi* de se trabalhar essa relação solo/estrutura em construções com madeira.

Em regiões com climas tropicais, como grande parte do Brasil, onde a chuva é um aspecto relevante a ser considerado, a madeira também precisa ser protegida por cima. É preciso afastar a chuva da madeira criando beirais generosos. Isso vai se mostrar um aspecto construtivo fundamental quando formos analisar o projeto das Moradias Infantis de Canuanã, que utiliza uma cobertura extremamente generosa, colocando em evidência essa linguagem.

Qualidades sensitivas

Em sua tese, Andréa Berriel chama a atenção para as propriedades organolépticas²⁵ da madeira, que se mostram acentuadas em comparação com outros materiais utilizados na construção civil. Cheiro, cor, textura e desenho interferem na sensação das pessoas que habitam o ambiente construído.

O cheiro que a madeira exala varia entre espécies, podendo ser muito suave e agradável, ou mesmo nocivas ao bem-estar. Em geral, as madeiras deixam de exalar cheiro depois de um tempo e, mesmo enquanto exalam, o fazem de maneira sutil, tocando mais o inconsciente humano do que qualquer outra parte mais consciente.

A cor e o desenho, como aspectos visuais, são os aspectos mais perceptíveis da madeira. São, em geral, a primeira característica a ser percebida, por ser a menos sutil e que pode ser apreciada através de outros formatos – como fotos e vídeos. No entanto, podemos dizer que a sociedade ocidental coloca a visão como o sentido mais importante em comparação aos outros sentidos. Isso já ocorre há muito tempo²⁶, mas é questionado pelos arquitetos ligados ao campo da fenomenologia.

A textura, por outro lado, é considerada por estes como aspecto de extrema relevância ao projeto. A madeira possui uma qualidade sensorial específica ligada ao tato por conta das suas capacidades térmicas muito diversas dos outros materiais utilizados na construção. Por ser um material com baixa condutividade térmica²⁷, alto calor específico²⁸ e baixa transmissão térmica²⁹, a madeira se mostra um material confortável ao toque, e excelente para isolar termicamente o ambiente, seja do calor ou do frio.

Por conta desses aspectos, um ambiente revestido de madeira propicia temperaturas agradáveis ao ser humano e uma suavidade em relação a reverberação de sons e ao tato. Portanto, provoca sensação de acolhimento maior do que os materiais frios como o

²⁵ “Chamam-se propriedades organolépticas às características dos materiais que podem ser percebidas pelos sentidos humanos, como a cor, o brilho, a luz, o odor, a textura, o som e o sabor.” segundo o artigo sobre o verbete na enciclopédia virtual, Wikipedia

²⁶ O arquiteto finlandês Juhani Pallasmaa em seu pequeno ensaio que se tornou seminal para várias escolas de arquitetura no mundo – Os Olhos da Pele, Arquitetura e os Sentidos – levanta a hipótese de como a visão se encontra em uma posição hierárquica frente aos outros sentidos na sociedade ocidental desde pelo menos a Grécia antiga. O Renascimento revive esse pensamento e eleva ainda mais o status ocupado pelo sentido da visão, o elencando a primordialidade da experiência humana como ser senciente.

²⁷ Refere-se à medida da taxa de fluxo de calor através da madeira submetida a um gradiente de temperatura.

²⁸ Refere-se à relação entre a capacidade de aquecimento da madeira e a capacidade de aquecimento da água (1 Kcal/Kg°C)

²⁹ Refere-se a medida do quão rápido a madeira pode absorver temperatura de suas imediações.



detalhe de encaixes madeira-madeira da marcenaria tradicional japonesa - 1. Daimochi-tsugi; 2. Mechigai-dome; 3. Ari-dome | kiyosi seike

³⁰ O filósofo francês Gaston Bachelard, em seu texto "A Poética do Espaço" diz que "[...] todo o espaço verdadeiramente habitado traz a essência da noção de casa." (BACHELARD, 1978, p.200). Entendemos que habitar um lugar é entendê-lo como casa, e que para o ser humano sinta os "valores de intimidade" desse espaço, ele deve estar se sentindo confortável física e emocionalmente.

concreto e o aço. O projeto do MAPA tem um olhar atento a esses aspectos. Todo o revestimento interno dos seus MINIMODs é de madeira, todas as superfícies construídas proporcionam esses cuidados ao sensível do ser humano.

É inevitável tratar de questões de conforto ambiental como parte elementar da atividade de projeto. Qualquer obra de arquitetura, tem quase sempre como fim algum tipo de habitar³⁰, e portanto deve levar em consideração aspectos que torne a sensação de estar presente no lugar projetado como uma experiência relevante. Colocar em segundo plano esses aspectos, é tirar sentido de uma parte do propósito de projetar.

Ligações e junções

Outra característica específica da madeira na construção são as ligações, ou juntas, necessárias para se erguer uma estrutura com esse material. Uma das vantagens da madeira é justamente a facilidade de se trabalhar. É um material seco, e "macio", podendo ser trabalhado com ferramentas manuais ou maquinários industriais. A ligação entre as peças de madeira é uma necessidade nas construções. A partir do momento que se cruzam ou unem peças, há necessidade de se produzir uma junta para que elas se liguem. Existem diversas técnicas que possibilitam essa junta.

Existem as técnicas classificadas como terceiro elemento, que poderíamos entender como primordiais. A justaposição utilizando fibras que amarrando as peças é uma das primeiras técnicas utilizadas para se fazer tais junções. Com o desenvolvimento da tecnologia de metal, outro tipo de ligação começou a ser utilizada.

Existe ainda as juntas sem a adição de um terceiro elemento. Os encaixes, como elas são chamadas, possuem uma grande variedade de possibilidade de entalhes. Existem manuais de construção milenares elencando encaixes nos seus mais diferentes níveis de

complexidade que são utilizados até hoje. Aflalo comenta em sua tese:

O trabalho em madeira exige ligações e conexões explícitas e funcionais, cuja beleza é transmitida pela elegância e pela economia com que são resolvidas e pelo desenho dos detalhes funcionais de proteção e acabamento empregados. Tais soluções são raramente reproduzíveis ad infinitum, pois as condicionantes variam e ditam novas necessidades.³¹

E que:

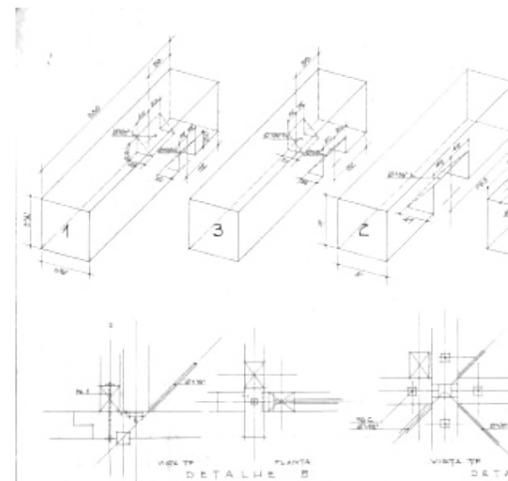
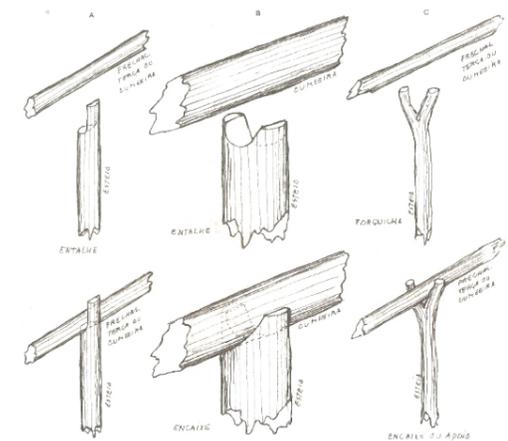
A verdadeira interpretação da ideia de uma tectônica pressupõe um conhecimento sobre ligações e conexões entre elementos com funções díspares, as quais têm um desenho particular que muitas vezes define a caracterização e a identidade das edificações.³²

Sem dúvida essa particularidade da madeira fornece um caminho a ser trabalhado na concepção de um projeto arquitetônico que utiliza o material.

Técnica artesanal x técnica industrializada

A madeira possui a característica de expressar particularidades culturais por estar presente há muito tempo na história da construção do homem, mas também por sempre ter sido trabalhada de maneira artesanal. Conseguimos perceber diferenças claras da relação com a madeira entre os indígenas da Amazônia, os descendentes europeus, e a cultura contemporânea globalizada. Saindo dessas generalizações culturais, podemos encontrar ainda mais diferenças quando nos aproximamos e entendemos as diversas tradições do trabalho em madeira que se encontra entre os Yanomami e os Marúbo, por exemplo, ou entre os descendentes de alemães e japoneses que aportaram no Brasil durante o século XX.

Por estar ligada principalmente ao trabalho artesanal, a madeira exige uma proximidade muito grande com o homem e o seu contexto cultural. Isso propicia uma variedade de soluções construtivas que torna o material



1. detalhe de encaixes madeira-madeira da marcenaria tradicional indígena brasileira; 2. detalhes dos encaixes madeira-metal desenhados por Hélio Olga para sua residência | hamilton botelho hélio olga

³¹ AFLALO, Marcelo. Estrutura em madeira: forma e método. 2020. 160p Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020. p.9

³² Id., AFLALO, 2020. p.9

rico em diversidade de soluções. A sabedoria de onde cortar e entalhar uma peça de madeira, ou de saber qual árvore de determinada espécie está em idade de prover uma boa madeira advém dessa relação de proximidade do trabalho manual e artesanal. No entanto, quando falamos de madeira engenheirada inevitavelmente estamos falando de construções que passam pela ideia de pré-fabricação. Existe um contexto de produção industrializada da construção civil que se inicia no século XX e que vem tomando cada vez mais força. Na década de 1990 já existem casos de trabalho industrializado com madeira maciça³³.

No caso da madeira engenheirada a pré-fabricação e industrialização se tornam interáveis. Existe uma diferença grande entre o processo artesanal e industrial. Berriel comenta que devemos levar em consideração principalmente que:

“[...] o método de projeto de componentes e sistemas de madeira, por pretender à industrialização, deve considerar dois conceitos, que são frequentemente deixados em segundo plano no método convencional: a fabricação e a montagem”.³⁴

Todas as peças de madeira engenheirada são pré-dimensionadas e confeccionadas em uma fábrica antes de serem enviadas para o canteiro de obra, onde a estrutura assume sua totalidade ao ser montada. As juntas, de madeira-madeira ou mesmo utilizando peças de metal, também são pré-instaladas na fábrica. Por conta disso, a montagem de uma estrutura de madeira é muito rápida, limpa e seca.

Esses últimos aspectos têm relação direta com as novas possibilidades de se projetar com madeira no contexto contemporâneo quando novas tecnologias são desenvolvidas com o material.

Grande parte do desejo dos arquitetos de se construir com madeira engenheirada vem

de dois interesses motivadores: o desenvolvimento de novas tecnologias, por abrirem um leque maior de possibilidades construtivas; e a pauta ambiental³⁵.

A grande maioria dos personagens que trabalham com madeira iniciam qualquer fala sobre o tema colocando a questão ambiental como o principal motivo de se usar o material. Está nas principais agendas ecológicas formuladas nas últimas décadas pelas Nações Unidas³⁶; está nos relatórios de grandes organizações não governamentais³⁷: construir com madeira tem um impacto positivo direto na questão ambiental.

A construção civil é uma das principais fontes responsáveis pelo consumo de recursos naturais³⁸ do planeta e conseqüentemente a maior produtora de resíduos³⁹, assim como uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa⁴⁰. Por conta disso, ela se encontra em lugar de destaque no debate da sustentabilidade.

As duas principais tecnologias de madeira engenheirada têm sido apontadas nos últimos anos como uma das possíveis respostas⁴¹ a esse problema. Na Europa, as tecnologias de Madeira Laminada Colada (MLC) e Madeira Laminada Cruzada Colada (CLT⁴³), já encontram espaço no mercado, por conta de sua aceitação entre arquitetos e construtoras⁴⁴. No Brasil, apesar da MLC já estar presente no país desde as primeiras décadas do século XX, ainda a podemos considerar como relativamente “nova”, por conta do seu pouco conhecimento nos meios que lidam com construção. A CLT mesmo na Europa ainda é uma tecnologia recente, visto que foi desenvolvida somente durante a década de 1990 e implementada de maneira mais abrangente nos anos 2000.

Marcelo Aflalo as descrevem dessa forma em sua tese:

Produtos engenheirados [neologismo trazido do inglês *engineered*] são componentes construtivos criados pela combinação de pequenos segmentos de madeira,

³⁵ A pauta ambiental (ou questão ambiental) diz respeito ao aquecimento global devido a emissões de gases poluentes, ao desmatamento à níveis alarmantes, ao desaparecimento de espécies de animais e plantas, à produção de resíduos. Em suma, ao impacto ambiental negativo causado pelo ser humano, que tende a transformar radicalmente a vida no planeta terra.

³⁶ O documento “Agenda 21” formulado na Eco-92 e desenvolvida na COP21.

³⁷ Como a WWF e o FSC.

³⁸ Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=4848&ed=853&f=2>> Acesso em 23 abr 2021.

³⁹ “A produção de quantidades significativas de resíduos de construção civil é um dos principais problemas enfrentados em áreas urbanas. Em alguns países europeus (Finlândia, Holanda, etc.), o volume de entulho produzido é o dobro do lixo sólido urbano (SJÖSTRÖM, 1992). Dados levantados entre 1995 e 1997 em cinco cidades do interior de São Paulo indicam que a geração dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) variava entre 54% e 70% dos Resíduos Sólidos Urbanos (PINTO, 1999).” in: *Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem*. Manual produzido pelo Projeto Competir em parceria com Sebrae, Senai e GTZ (Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit). 2005.

⁴⁰ Cerca de 47% de gases de efeito estufa advém do setor da construção civil. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/amazonia/amazonia_acoes/governancaflorestal/> Acesso em 07 abr 2021

⁴¹ Não são necessariamente soluções definitivas. A escala de produção e o preço, ainda fazem dessas tecnologias embriões para uma real mudança do mercado da construção civil. No entanto, elas apontam caminhos possíveis.

⁴² O termo sofreu uma mudança nos últimos anos. Laminada foi substituído por Lamelada. No entanto, ainda se encontra um número maior de referências à tecnologia como Madeira Laminada Colada, e por isso, decidimos manter o termo antigo. Em inglês, o termo ainda se refere a lâmina: *glulam – glued laminated timber*.

⁴³ *Cross-Laminated Timber* em inglês.

⁴⁴ A tradição construtiva com madeira já estabelecida em países germânicos e escandinavos faz com que novas tecnologias pautadas no material sejam mais facilmente introduzidas e assimiladas pelo mercado.

³³ Como nos casos das residências projetadas pelo Marcos Acayaba e construídas pela Ita Construtora, as peças de madeira maciça eram trabalhadas na fábrica da Ita, onde eram dimensionadas, fabricadas e a estrutura era toda pré-montadas antes de ser enviado para o local onde ela seria implantada.

³⁴ Id., BERRIEL, 2009. p.277

2.1. Madeiras Engenheiradas: MLC e CLT

Madeiras engenheiradas: propósitos e definições

recompostos em dimensões e direções que tiram proveito do comportamento das fibras naturais e estabelecem formalmente um distanciamento com as árvores de origem, permitindo desempenhos comparados aos do concreto e do aço, com peso até três quartos abaixo dos materiais de referência.⁴⁵

O diferencial dessas tecnologias, a grosso modo, é a possibilidade de se produzir, a partir de porções menores de madeira, peças de grandes dimensões com grande eficiência estrutural⁴⁶, mesmo utilizando madeiras de espécies naturalmente menos resistentes⁴⁷ às ações e forças presentes em uma estrutura construtiva.

A madeira maciça possui uma série de limitações. Não é qualquer espécie que possui aptidão construtiva. Em geral, madeiras de alta densidade tem melhor comportamento estrutural do que madeiras de baixa e média densidade. No entanto, essas madeiras de alta densidade demoram mais para atingir uma idade de corte em que seja possível produzir peças serradas de dimensões apropriadas para a construção estrutural. Por conta disso, essas espécies não tem uma inserção abrangente no mercado construtivo: são madeiras caras por terem que ser retiradas de seus biomas naturais, além de existir uma limitação de possibilidade de extração. Madeiras de baixa e média densidade tem uma taxa de crescimento que as tornam mais aptas a serem cultivadas em monoculturas, gerando uma produção em grande escala, capaz de atender demandas do mercado construtivo. Por outro lado, elas são menos eficientes em termos estruturais. Seu comportamento deixa a desejar quando a peça sofre forças comuns que atuam em construções. As peças horizontais, como as vigas tem pouca resistência a flexão, por exemplo.

A madeira engenheirada é, de certa forma, uma solução – ou uma série de soluções – para atender ao problema ambiental causado pela indústria da construção civil. Através de uma série de ensaios técnicos – cada vez mais eficientes por conta de softwares de-

envolvidos nos últimos anos – são testadas as reações físicas nas peças elaboradas de madeira engenheirada. Por unir peças menores de madeira maciça com o objetivo de gerar uma peça mais eficiente, é possível, então, utilizar espécies de média e baixa densidade.

As uniões das peças podem ser categorizadas entre colados e não colados. Os colados, como o nome já diz, utilizam algum componente químico líquido ou pastoso adesivo (cola) para fixar as peças de madeira maciça umas nas obras. Em geral, as técnicas de madeira engenheirada mais utilizadas estão dentro dessa categoria. Apesar de serem menos ecológicas, as colas demonstram uma boa eficiência, além de tornar o processo de fabricação das peças mais simples. As madeiras engenheiradas não coladas utilizam uma série de soluções, como pregos e cavilhas, para atingir uma boa eficiência na união.

Os mais radicais na defesa de uma construção seguindo os parâmetros da sustentabilidade, lixo zero e materiais com baixa emissão de carbono, criticam o uso das colas na fabricação de madeira engenheirada. Essas colas, que podem ser de poliuretano (PU) ou de ureia formaldeído (UFC), são materiais químicos que emitem toxinas em quantidade variável dependendo do componente. A sua fabricação e uso são problemáticos em termos ambientais. Por conta de todo o conceito sustentável que rodeia a tecnologia de construção em madeira, existe uma certa pressão para se utilizar componentes menos agressivos ao meio ambiente. Adesivos a base de mamona foram desenvolvidos no início da década de 2000, mas ele não mostra a mesma eficiência do que os adesivos industriais.

Existe uma grande variedade de técnicas existentes para se gerar uma peça de madeira engenheirada. Atualmente, o Brasil utiliza em maior escala apenas duas tecnologias. A Madeira Laminada Colada (MLC), e a Madeira Laminada Colada Cruzada, ou

⁴⁵ Id., AFLALO, 2020. p.25

⁴⁶ Um dos problemas de se trabalhar com madeira maciça nativa, é a dificuldade de se conseguir árvores com as dimensões necessárias para gerar a peça demandada. Dependendo, pode ser uma tarefa impossível, ou mesmo quando possível pode ser caracterizado como crime ambiental.

⁴⁷ As duas espécies mais comuns utilizadas no Brasil para produzir madeira engenheirada é o *Eucalyptus spp.* e o *Pinus Ellioti*. Duas espécies exóticas com uma taxa de crescimento rápida, gerando uma alta produtividade nas plantações brasileiras.

Cross-Laminated Timber (CLT). Além disso, apenas duas espécies são aplicadas nessas tecnologias: *pinus ellioti* (baixa densidade) e *eucaliptus* (média densidade). Essas espécies, apesar de exóticas aos biomas brasileiros, conseguem atingir uma alta taxa produtiva. Isso se deve ao fato do clima das regiões⁴⁸ onde essas culturas se encontram serem extremamente propícios aos desenvolvimento das duas.

⁴⁸ Em sua maioria sudeste e sul do Brasil.

A inserção no mercado brasileiro

⁴⁹ LEITE, Thaisa Marques. VALLE, Ivan do. O uso de madeira laminada colada no Brasil: panorama e desafios. IN: CLEAM+CEMAD, 2017, Buenos Aires. Conference Paper.

⁵⁰ Em sua tese de 2008 na UFMG, Roberto Eustáquio dos Santos, traça a história da introdução do concreto armado no Brasil, elencando o período das décadas de 30 e 40 como críticos a maneira como o material e o sistema sofreram uma massiva propaganda de mercado e de governo na época de Getúlio Vargas para serem implementados de maneira hegemônica na construção civil brasileira. O autor inclusive usa o termo “infiltrar” para tratar do método em que o concreto foi inserido na tradição construtiva brasileira.

⁵¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=S-hqJTixvIk>> Acesso em 23 abr 2021

⁵² A Amata é uma empresa brasileira de exploração florestal. É uma das maiores do setor. Com sede em São Paulo, inaugurou a URBEM em 2020, segmento da empresa dedicada a construção com madeira engenheirada.

Poucas empresas no Brasil trabalham com as tecnologias de madeira engenheirada. Em um artigo⁴⁹ realizado em 2016 pela Thaisa Leite, apenas 7 empresas fabricam MLC no país. Existe uma certa resistência do mercado da construção civil, em parte por causa da hegemonia do concreto no cenário nacional⁵⁰, em parte por conta dos preconceitos técnicos associados a madeira. Por conta disso, a inserção de novas tecnologias ligadas ao material torna-se um processo lento.

É possível constatar que, durante a última década, setores privados têm se esforçado para inserir a tecnologia no mercado nacional.

Em um vídeo intitulado “A madeira engenheirada é considerada o futuro da construção civil”⁵¹ produzido pela empresa Amata⁵² e publicado no seu canal no Youtube em novembro de 2020, a madeira engenheirada é apresentada da seguinte forma:

Conheça o futuro da construção civil: a madeira engenheirada. Feita com matéria-prima de baixo impacto ambiental proveniente de florestas certificadas. MLC – Madeira Lamelada Colada: atua como pórtico para desdobramento de vigas e pilares, [com] material de alta performance capaz de vencer longos vãos e suportar grandes cargas. CLT – Madeira Lamelada Colada Cruzada: tecnologia de distribuição de carga bidirecional, leve, estável e com alta capacidade de suporte de carga, mitigando riscos no canteiro de obras.

Em outro vídeo as motivações da empresa de se trabalhar com madeira engenheirada são apresentadas dessa forma:

[...] Por isso [a Amata] desenvolve produtos engenheirados, capazes de tornar a construção civil mais eficiente, e com impactos positivos para o meio ambiente, economias locais e para as pessoas. Unindo engenharia e tecnologia é possível produzir estruturas duráveis de madeira de alta resistência e elegância. Assim são os dois principais produtos de madeira engenheirada disponíveis no mercado e oferecidas pela Amata: a madeira lamelada colada, MLC, e o painel de madeira lamelada cruzada colada, CLT, capazes de suportar intensas cargas e vencer grandes vãos. Mais que um produto, a madeira engenheirada é a oportunidade de tornar o processo construtivo mais eficiente, permitindo uma obra limpa, rápida, segura e precisa, além de fazer bem para o planeta.

O viés de um vídeo produzido por uma empresa inserida no mercado competitivo da construção civil tende à parcialidade: as tecnologias são apresentadas apenas por seus aspectos positivos. No entanto, isso também se deve ao fato da necessidade de se introduzir uma nova tecnologia pautada em um material em uma cultura construtiva que tem uma forte tradição construtiva no concreto, e que tende a colocar a madeira como um material secundário e efêmero.

Esse trabalho não pretende tratar a madeira engenheirada como representante de uma solução generalizada para os problemas construtivos brasileiros. Existe uma série de fatores a serem considerados ao se definir materiais e sistemas estruturais em uma obra, e a madeira nem sempre se apresenta como a melhor solução. Por vezes o concreto e o aço ainda são opções mais viáveis e inteligentes, além de mais acessíveis.

A tecnologia existe pelo menos desde o início do século XX. Foi patenteada pela primeira vez na Alemanha, em 1901, pelo carpinteiro Otto Hetzer. A técnica de juntar

⁵³ A NBR 7190 define que “Os adesivos empregados devem ser do tipo estrutural e apresentar propriedades compatíveis às condições ambientais a que os elementos estruturais estarão submetidos durante toda a sua vida útil.”

⁵⁴ Id., LEITE; VALLE, 2017. p.3

⁵⁵ Id., LEITE; VALLE, 2017. p.3

⁵⁶ As dimensões de uma lamela são diferentes de uma lâmina de madeira. O termo lamela faz mais jus ao uso de lamelas que compõe as peças de MLC. No entanto, apesar de ser falada essa diferença, a tecnologia ainda é majoritariamente referida como Madeira Laminada Colada. Por conta desse uso mais frequente, decidimos manter o termo Laminada ao invés de Lamelada.

⁵⁷ NBR 7190 de agosto de 1997: Projeto de estruturas de madeira.

⁵⁸ Id., LEITE; VALLE, 2017. p.3

laminas ou lamelas de madeira para formar uma viga de maior dimensão já era utilizada na Europa. A inovação de Hetzer foi introduzir o adesivo como junta⁵³, substituindo as confeccionadas com peças metálicas. A MLC foi rapidamente assimilada, e em 1920 tinham sido construídos em torno de 200 edifícios com a tecnologia⁵⁴. Ao longo do século XX o seu uso foi aumentando gradualmente, sendo reforçado pelo deficit de metal por conta da Segunda Guerra.

A tecnologia chega ao Brasil no início desse século com a imigração alemã. Em 1934 já existia uma fábrica de MLC no Paraná. No entanto, a tecnologia não teve a mesma assimilação do que na Europa e nos EUA. Em 2017, existiam apenas 7 fábricas de MLC no Brasil⁵⁵.

A Madeira Laminada – ou Lamelada⁵⁶ - Colada, faz parte da categoria de madeiras engenheiradas coladas. Ou seja, utiliza adesivo para unir as lamelas de madeira maciça. Seu uso é principalmente voltado para produzir vigas e pilares, podendo atingir dimensões muito superiores a estruturas de madeira convencionais.

Em termos mais técnicos, segundo a NBR 7190⁵⁷, descrevemos a MLC da seguinte forma:

“peças de madeiras provenientes do processo industrializado de fabricação, a qual são compostas por tábuas de dimensões reduzidas comparativamente às dimensões da peça final, coladas entre si e dispostas de tal forma que a orientação das fibras sejam paralelas ao eixo longitudinal da peça final.”⁵⁸

A MLC possui determinadas características que fazem dessa técnica uma das mais utilizadas dentro do campo da madeira engenheirada.

- (1) possibilidade de fabricação de peças em diversos formatos e dimensões, incluindo a configuração curva e seções variáveis;
- (2) boa relação entre peso e resistência;

- (3) elevada resistência ao fogo se comparada aos materiais como o aço e o concreto;
- (4) capacidade para vencer grandes vãos.



As peças de MLC seguem um processo industrial de produção. Depois de desenvolvido o projeto arquitetônico e as bases conceituais para o sistema estrutural, todas as peças de MLC são dimensionadas por um engenheiro utilizando softwares de cálculo de esforços. Esse software gera os detalhes construtivos das vigas e pilares da construção, apontando onde se encontram os maiores esforços que a peça vai sofrer. Isso indica os melhores pontos onde as juntas *finger joint* podem estar, além de auxiliar no posicionamento das lamelas de madeira maciça.

Após todas as peças estarem dimensionadas e modeladas tridimensionalmente no computador, inicia-se o processo de fabricação das peças. Aqui, segue-se uma linha de montagem que apresenta uma relação entre a fabricação industrial computadorizada e uma outra mais artesanal. Dependendo da etapa de produção da peça, e do nível tecnológico do maquinário da fábrica, as etapas variam entre o artesanal e o sofisticado.

A Ita Construtora é uma das empresas que trabalham com MLC no Brasil. Ela é a mais reconhecida no ramo, apesar de não ser a mais antiga em funcionamento no Brasil. Existe desde a década de 1980, mas só passou a trabalhar com madeira engenheirada no início da década de 2000. No entanto, possui um dos portfólios mais interessantes em construções de MLC no país. A sua representatividade no mercado construtivo se dá principalmente por suas parcerias com escritórios de arquitetura importantes, como Marcos Acayaba, Jacobsen Arquitetura, Bernardes Arquitetura, Nitsche Arquitetos para citar alguns, mas também pela qualidade de seus trabalhos e pelo constante esforço do fundador e engenheiro-chefe Hélio Olga em divulgar o seu trabalho e a tecnologia de MLC.



1

Por conta desse esforço, existem algumas fontes que descrevem o método de fabricação das peças de MLC da Ita. Artigos, palestras, e o próprio site da Ita descrevem o processo passo a passo.



2

O processo inicia-se no (1) Desdobro e Classificação Mecânica das lamelas de madeira maciça da espécie que a construtora trabalha: eucalipto. As peças mais rústicas que chegam na fábrica são refiladas seguindo tamanhos padrões para a confecção das peças de MLC posteriores. Os padrões da ITA seguem 4, 6, 8, 12, 15 e 18 cm. Após esse refilamento, as peças são classificadas mecanicamente e definidas por critério de rigidez das lamelas. Isso serve para definir quais lamelas vão na parte inferior e superior das vigas de MLC, nas partes nas quais a peça sofre maior esforço.



3

(2) Otimização das lamelas, quando se faz o controle de defeitos recorrentes na madeira, como rachaduras, empenas, nós, encurvamento, encanoamento, arqueamentos e torcimentos. Existe um limite desses defeitos definidos por norma.



3

(3) Emenda Dentada, *finger joint*. Esse emenda é extremamente importante no processo de fabricação de vigas de MLC, porque ela permite produzir peças com dimensões muito superiores as de madeira maciça. As lamelas são unidas no comprimento para se chegar na dimensão definida em projeto. A emenda é produzida industrialmente no topo das lamelas, onde então se aplica cola de maneira manual e é realizada a junção através de prensagem mecânica. Os dentes tem por objetivo gerar uma área de contato maior entre as peças para a cola agir, além de fazer com que se cole fibra com fibra da madeira. Assim é possível atingir uma resistência maior na conexão do que com outras emendas mais tradicionais.



5

A fábrica da ITA consegue produzir peças com 21 metros de comprimento. Essa dimensão não é o limite estrutural, mas aten-

de à lógica de transporte que permite peças até esse comprimento.

(4) Aplainamento das lamelas já coladas e cortadas no comprimento necessário para produzir a peça de MLC. Aplainar as peças garante uma superfície uniforme para a aplicação de cola e prensagem posterior.

(5) A aplicação de cola nessa etapa é feita de madeira automatizada por uma máquina industrial que aplica um adesivo de poliuretano (PU) nas faces que vão ser unidas. Depois as lamelas são colocadas em uma prensa mecânica de alta pressão, onde permanecem durante a secagem da cola.

(6) Aplainamento das peças de MLC. Depois de secas e retiradas da prensa, as peças de MLC são aparelhadas para garantir uniformidade na dimensão final.

(7) Nessa etapa existe uma variação. Trata-se da usinagem da peça de MLC. Todos rasgos, furos, chanfros e encaixes são produzidos nessa etapa. Essas ligações entre as peças de MLC permitem a montagem da estrutura.

Dependendo da peça, ela pode ser usinada de maneira manual ou por uma máquina desenvolvida na Alemanha, a *Hundegger K2*. Esse maquinário utiliza tecnologia de Controle Numérico Computadorizado (CNC), voltado para a usinagem peças de madeira de grandes dimensões com precisão. Comandada por um *software* da máquina, aliada com outros *softwares* de desenho e concepção estrutural, como o *Cad3d*, todas as junções e emendas são produzidas com alta precisão e rapidez. Isso garante uma maior eficiência na produção das peças, com menor perda de material e tempo. A empresa tem sede na Bavária, sul da Alemanha, e produz maquinários especializados em usinagem de madeira engenheirada. A ITA é uma das poucas empresas que trabalham com MLC no Brasil que possuem uma *Hundegger*. Peças com largura maior que 50 cm ou curvas não são adaptáveis à máquina, e por isso precisam ser usinadas pelos traba-

5



5



7



7



lhadores da fábrica com máquinas manuais.

A Ita utilizava em grande parte de suas obras conexões metálicas das peças. Helio Olga justifica isso por uma questão de especialização de mão-de-obra. A conexão madeira-madeira é muito mais complexa e exige uma grande precisão em sua execução. O maquinário da *Hundegger* possibilita industrializar essa técnica, a tornando mais precisa e barata. Ela tem uma série de vantagens, como vamos ver mais a frente.

(8) Inserção de conexões metálicas. Apesar de utilizar a técnica madeira-madeira, muitas conexões ainda dependem de conectores metálicos. A junta entre as fundações e os pilares de madeira invariavelmente possuem ferragem para afastar a madeira do contato direto com o solo. Essas ferragens são inseridas na fábrica, com o objetivo de se corrigirem possíveis erros durante a pré-montagem.

(9) Identificação das peças e pré-montagem da estrutura. Dependendo da complexidade da estrutura, algumas partes do sistema são pré-montados e desmontados na fábrica por caráter de teste. As peças de MLC são todas identificadas para possibilitar o processo de montagem no local sem erros.

(10) Por fim, todas as peças finais recebem tratamentos químicos contra agentes xilófagos, apodrecimento, água e envelhecimento por imersão em um tanque.

(11) Depois disso, toda a estrutura desmontada é embalada e transportada por carretas para o local onde vai ser implantada.

Existe uma série de variantes formais e estruturais que podem ser feitas de MLC. Uma delas, que é também associada ao concre-

to, é a possibilidade plástica das curvas. Ao contrário da madeira maciça, o fato do MLC ser produto de uma junção de uma série de lamelas ou lâminas de dimensão reduzida, faz com que a sua produção possa ser formatada de maneiras diferentes. Vigas com uma curvatura ou mesmo dupla curvatura são possíveis de serem produzidas. Essa característica está dentro do campo formal, visto que não tem necessariamente um incremento de eficiência estrutural. Vigas e pilares com seções variáveis também são uma possibilidade.

Por conseguir produzir peças sem limites de dimensão, é possível pensar em vãos muito maiores do que os construídos com madeira maciça. A relação resistência/peso da madeira é muito superior a de outros materiais construtivos, o que também incrementa as alternativas de vãos ordinários. O MLC pode romper a barreira plástica que as seções retas de madeira maciça impunham a um projeto de madeira.

■
A madeira laminada colada cruzada, ou CLT, como é conhecida por sua sigla em inglês (*Cross-Laminated Timber*), é uma tecnologia mais recente do que a MLC. Ela foi desenvolvida na década de 1990 na Alemanha e na Áustria. Em 1994, Gerhard Schickhofer publicou sua tese de Phd, uma pesquisa sobre CLT. Essa publicação acabou sendo de extrema relevância para a implementação e desenvolvimento do uso da tecnologia na Europa. Alguns anos depois, em 2002, a Austria publicou uma série de parâmetros e diretrizes acerca do uso e da fabricação de CLT no país a partir da pesquisa de Schickhofer. Em 2019, Shchikhofer foi agraciado com o prêmio Marcus Wallenberg.⁵⁹

A tecnologia teve uma rápida aceitação no mercado da construção civil europeu, e na década de 2010 foi incorporada nos Estados Unidos. Vale ressaltar que essa assimilação quase que imediata, provém de tradições construtivas pautada na madeira presentes



portarias de iporanga, do arquiteto Mauro Munhoz | Ita construtora



9



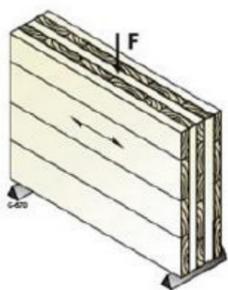
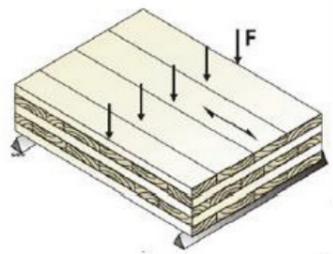
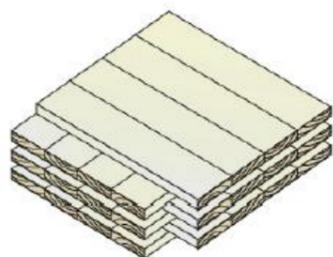
10



11

Possibilidade de usos

⁵⁹ O Prêmio Marcus Wallenberg reconhece grandes contribuições científicas na área da sustentabilidade, principalmente no que diz respeito a área florestal. Sua sede é na Suécia.



esquema de forças atuantes em uma chapa de clt | elaborado por ganons. e pirvu c. para o livro CLT handbook

nesses dois mercados, o que torna a aceitação de novas tecnologias envolvendo esse material um caminho natural.

Apesar de também fazer parte da categoria de madeiras engenheiradas coladas, a CLT possui características muito diferentes da MLC. Ela tem um outro propósito de uso. Enquanto a MLC serve para produzir peças para um sistema estrutural independente, se resumindo a vigas e pilares, a CLT forma um sistema estrutural fechado em si mesmo.

Por definição, CLT são painéis estruturais de grandes dimensões, que podem servir como paredes autoportantes ou lajes. Sua composição, assim como a MLC, utiliza lamelas menores de madeira maciça de baixa densidade, normalmente pinus, coladas com adesivo industrial para atingir uma determinada eficiência estrutural. O nome cruzada vem das camadas de madeira arranjadas ortogonalmente umas sobre as outras, como mostra o diagrama.

Essa disposição ortogonal das lamelas “proporciona estabilidade dimensional ao painel, pois garante uma isotropia⁶⁰ em termos de suportar as cargas em várias direções.”⁶¹. No seu processo de fabricação, o CLT pode ser produzido com um número X de camadas de madeira. Esse valor de X é definido conforme o uso do painel. Se ele for apenas um elemento de vedação, utiliza-se X, se for uma parede estrutural, X+Y, se for uma laje X+Z, e assim por diante.

Por conta da grande eficiência em resistir às forças existentes em edificações, os painéis de CLT apresentam uma certa leveza relativa a equação resistência/peso. Essa característica também pode ser considerada quando tratamos da MLC, e se deve ao fato da matéria-prima madeira, que apresenta essa eficiência no geral⁶².

A CLT tem sido usada como material estrutural de edifícios em altura nos últimos anos. Existem diversos exemplares na América do Norte, principalmente Canadá, e em países

do norte-europeu com tradição em construção em madeira, como Áustria, Alemanha, Suíça, Suécia, Noruega e Reino Unido.



Como o processo de fabricação da MLC, os painéis de CLT são todos produzidos seguindo uma lógica industrial. Primeiro é feita a secagem e tratamento contra agentes xilófagos, apodrecimento e umidade nas lamelas de madeira maciça. Depois elas são selecionadas de acordo com o nível de defeitos que elas têm, semelhante ao que a ITA faz em sua seleção. Existe um nível aceitável de defeitos presentes na madeira (rachaduras, empenas, nós, encurvamento, encanoamento, arqueamentos e torcimentos).

Classificadas por sua qualidade, as peças são organizadas para serem empregadas em determinada camada do painel. Assim como a viga ou o pilar de MLC, nas quais as lamelas de maior resistência são posicionadas nos locais de maior esforço, o mesmo ocorre nos painéis de CLT, nos quais determinadas camadas são mais solicitadas estruturalmente. Para atingir o comprimento necessário do painel, as lamelas de madeira maciça são coladas em seus topos utilizando a emenda dentada (*finger joint*). Depois dessa classificação, o adesivo de poliuretano (PU) é aplicado sobre a primeira camada de madeira, que vai receber a segunda camada de forma perpendicular ao posicionamento das lamelas da camada anterior. A camada sofre pressão mecânica lateral de maneira a garantir o posicionamento correto e sem afastamento entre as lamelas. O processo se repete até atingir o número de camadas necessárias para a demanda desse painel. Então todo o painel sofre uma prensagem para garantir a uniformidade da colagem em toda a extensão do painel. É comum o processo de prensagem ser feito por uma lona vulcanizada que é fechada a vácuo sobre o painel.

Após o período de secagem, os painéis são lixados e aplainados manualmente para um

⁶⁰ Um material com características isotrópicas tem a mesma propriedade em todas as direções. No caso do painel de CLT, significa que ele tem capacidade de carga, independente da direção da força.

⁶¹ AMORIM, Silvia; et. al. A madeira laminada cruzada: aspectos tecnológicos, construtivos e de dimensionamento. Revista Matéria, 2017.

⁶² Depende da espécie da árvore. Existem madeiras que não tem capacidade de ser utilizada em construções por sua baixa resistência. Em geral são madeiras de baixa densidade. Por outro lado, madeiras de altíssima densidade podem se tornar muito pesadas quando dimensionadas de acordo com um projeto, e se tornam pouco atrativas para o mercado construtivo por não oferecer essa característica fundamental de um bom equilíbrio em eficiência/peso.

⁶³Id., AMORIM; et. al., 2017.

acabamento melhor. Todas as partes que precisam ser recortadas, para gerar vãos como portas e janelas, também são feitos na fábrica. As passagens de instalações elétricas e hidráulicas também. "A dimensão dos painéis varia de acordo com o tamanho das prensas utilizadas na fabricação e está limitada aos meios de transporte, [...]."⁶³



Possibilidade de usos

Os painéis de CLT podem ser utilizados como sistema estrutural autoportante, ou apenas como vedação em parceria com outras estruturas. É normal na Europa, e mesmo alguns casos no Brasil, utilizar o sistema viga-pilar de MLC com vedações de CLT. Mas também ocorre o uso misto do sistema viga-pilar de MLC com lajes estruturais de CLT e paredes de vedação em CLT, possibilitando inúmeros arranjos. No entanto, utilizar unicamente o CLT como componente estrutural e de vedação também é comum, além de ser possível edificar edifícios de vários andares. Atualmente, o edifício mais alto de madeira do mundo, com 18 andares e 85 metros, encontra-se na Noruega, e utiliza estruturalmente tanto CLT quanto MLC.

No Brasil, ainda existem poucos edifícios de madeira em altura. Em 2020, o escritório Mathews Farah e Manuel Maia construíram em parceria com a Amata e a Reewood o mais alto edifício em madeira do país. Ele possui quatro andares. A Loja Conceito da Dengo - loja especializada em chocolates artesanais, que tem uma preocupação com o processo produtivo feito de maneira social e ecológica responsável - se encontra na capital de São Paulo e tem estrutura mista de MLC nas vigas e pilares e CLT nas lajes. As vedações verticais variam entre painéis de vidro, chapas corrugadas de metal, e madeira nas partes internas.

Uma das características mais importantes da CLT é a pré-fabricação. O projeto dos MINIMODS explora a ideia de obra pronta-entrega para os seus clientes com um projeto de estrutura mista, que utiliza painéis de CLT no

que o escritório intitula de "abrigos".

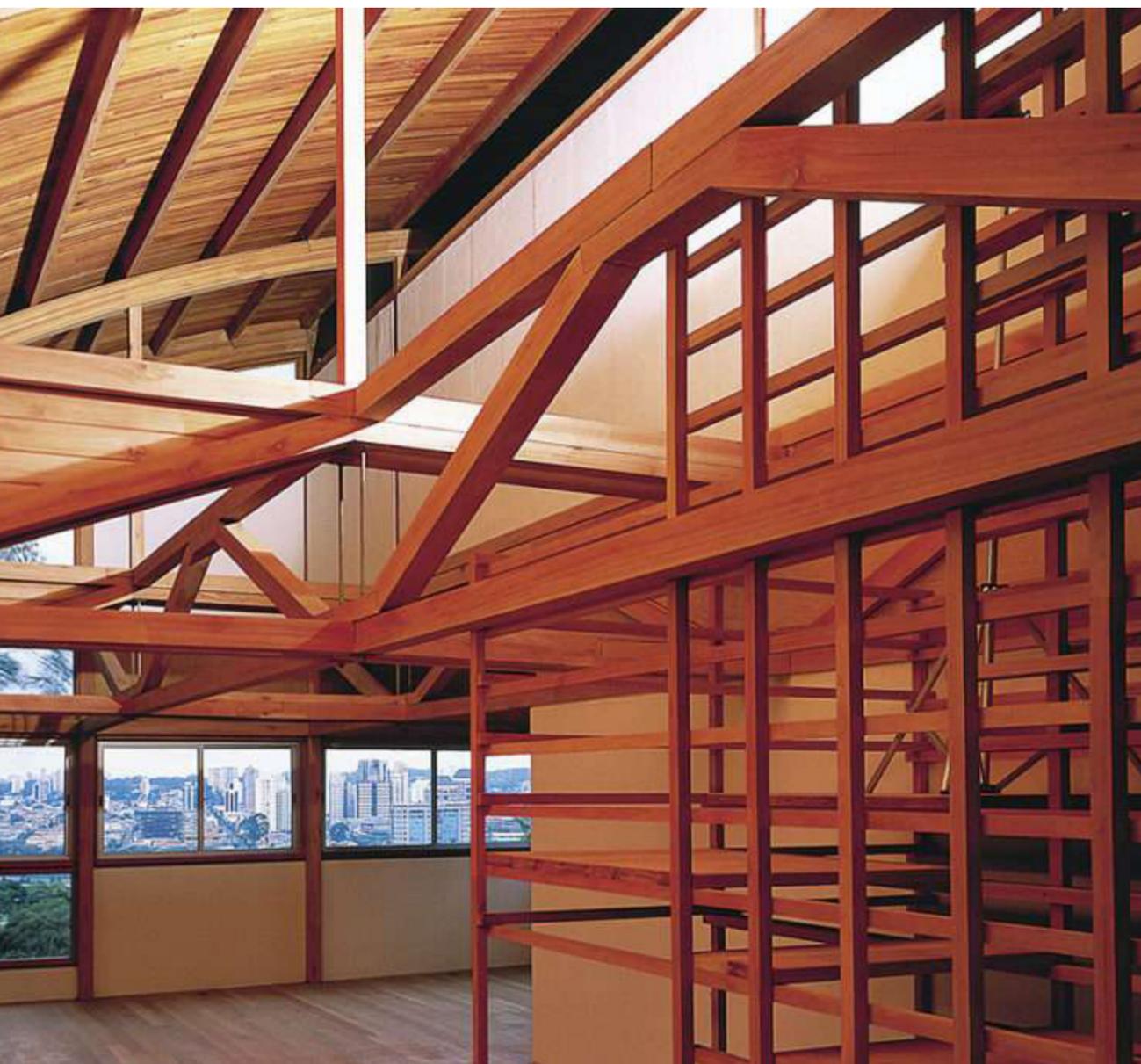
A pré-fabricação já é uma noção associada à madeira há bastante tempo e a CLT não foge disso. A sua diferença está na versatilidade estrutural, e na sua técnica de fabricação, possibilitada por tecnologias recentes de automatização da produção, associada principalmente à computadorização com maquinários que trabalham em parceria com *softwares* CAD/CAM.

Sem dúvida a tecnologia e a eficácia construtiva são os fatores que tornaram a CLT uma técnica construtiva tão atraente. A atenção dada à questão ambiental nos últimos anos também impulsionaram o mercado aceitar o material com maior facilidade.

Em termos projetuais, os painéis de CLT apresentam algumas novas possibilidades, menos formais a princípio, mas dentro do campo construtivo. Por ser um material relativamente leve (por resistência/peso) ele representa um tipo de vedação estrutural nova, que pode ser recortada de diversas formas sem comprometer a estrutura como um todo.

As duas tecnologias não são tão revolucionárias a ponto de modificarem a forma como pensamos arquitetura. No entanto, as duas trazem novas possibilidades construtivas utilizando materiais e algumas técnicas tradicionais, apesar de estarem aliadas a novidades tecnológicas.





antonio saggese

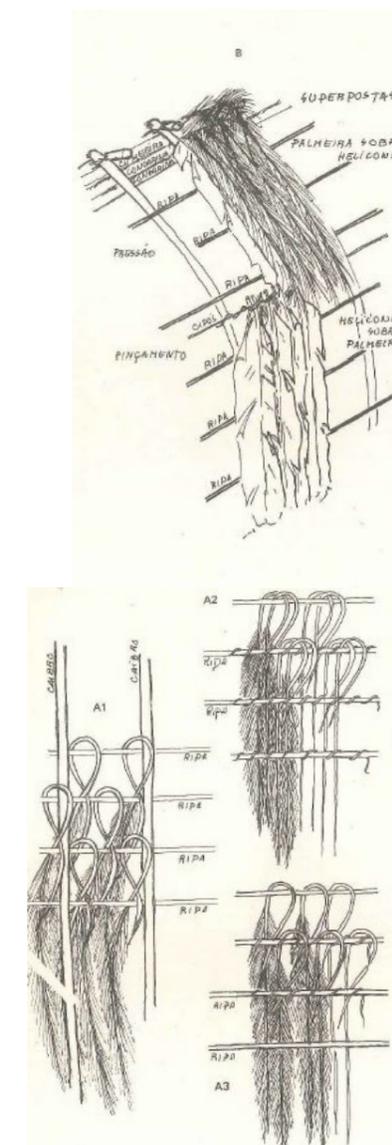
Residência Pio IX
1999 | **Marta e Marcelo Aflalo**

A relação do Brasil com a construção em madeira não tem início na arquitetura. Ela vem de muito antes de existir qualquer cultura erudita voltada à concepção de projetos. Na realidade, as bases para a construção em madeira no Brasil são vernaculares, da esfera popular. As primeiras experiências no território que hoje chamamos Brasil partem dos povos originários. As experiências que se seguiram – temporalmente – a essas têm relação com os imigrantes europeus advindos de países com tradição construtiva em madeira.

Existe uma narrativa temporalmente longa sobre a utilização da madeira em construções no Brasil. No entanto, ela não tem uma série de exemplos ou diversidade de caminhos. Ela pode ser sucinta, justamente por, durante muito tempo, não ter despertado o interesse dos arquitetos.

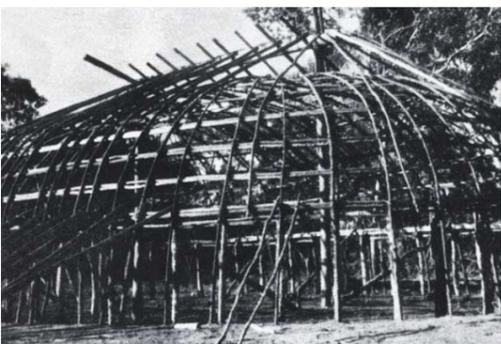
Existem poucas documentações a respeito das tradições construtivas indígenas. O interesse pelos povos ameríndios percorre outras áreas, normalmente associados à antropologia, como sociedade, cultura, relações de parentesco, troca, etc. Estudos sobre as suas organizações espaciais e como as diferentes culturas integram-se ao ambiente em que vivem, são mais fáceis de encontrar do que estudos sobre suas técnicas construtivas. Apesar disso, podemos destacar algumas publicações a respeito, como a pesquisa da Maria Heloísa Costas e Hamilton Botelho publicada em 1986 na revista Suma, intitulada *Habituação Indígena Brasileira*⁶⁴.

Em geral, os povos ameríndios utilizam produtos provenientes da floresta para construir suas habitações e locais de convivência. Madeira, palha, cipó e folha são os materiais definitivos. A antropóloga Berta Ribeiro cunhou o termo “civilização da palha”⁶⁵ para indicar a produção cesteira dos povos indígenas brasileiros, o que podemos também associar a aspectos construtivos. No texto



detalhes de amarrações de cipós e palhas em estruturas de madeira dos povos indígenas brasileiros | hamilton botelho

⁶⁴ COSTA, Maria Heloísa; BOTELHO, Hamilton. *Habituação Indígena Brasileira*. In: Suma Vol.2 – Tecnologia Indígena. Petrópolis: Vozes, 1986. p.27
⁶⁵ Id., COSTA; BOTELHO, 1986.



casa kamayurá em construção |
carmem junqueira



arquitetura em madeira no sul do
Brasil |



formas de madeira para a construção
da cúpula da congresso em Brasília |
marcel gautherot

Habitação Indígena Brasileira, os autores levantam técnicas construtivas de uma série de etnias da Amazônia, nos proporcionando uma visão ampla do cenário existente. A partir dela podemos ter uma noção geral de como a madeira e seus subprodutos são utilizados por esses povos.

A outra tradição considerada popular encontra-se no sul do país, advinda da imigração europeia no século XIX e XX. Os povos de origem germânica, escandinava e eslava possuem, de maneira geral, uma tradição construtiva voltada à madeira.

Nossa tradição colonial, de origem portuguesa, não tem necessariamente uma relação construtiva com a madeira. Ela sempre foi mais utilizada como revestimentos de piso, ou para os caixilhos, batentes e folhas de portas e janelas. Estruturalmente, se encontra em estruturas de pau-a-pique, ou em estruturas de telhado. De certa forma, podemos dizer que ela nunca ocupou um lugar especial nas construções durante os anos coloniais.

A madeira passa a ser utilizada de maneira mais expressiva pelos arquitetos brasileiros, de forma pontual, a partir de meados do século XX. Podemos dizer o Movimento Moderno brasileiro baseou-se nas construções em concreto, elencando o material como base para as suas concepções, deixando a madeira apenas como meio para se obter a forma final da estrutura. Em termos quantitativos, a madeira foi – e ainda é – muito utilizada nas construções brasileiras, no entanto, como material de segunda e descartável, poucas vezes com um propósito primário e final⁶⁶. Por conta da abundância do material no Brasil, e da baixa industrialização, a madeira é usada como meio e não como fim.

As experiências de Lúcio Costa (1902-1998) nos projetos de Barrerinha, na Amazônia, mas principalmente no Hotel em Nova Friburgo, têm relação com os estudos que o arquiteto realizou ao longo de sua vida sobre arquitetura tradicional brasileira de caráter popular. Tendendo ao que mais tarde viria ser entendido como regionalismo crítico, Costa faz uma justaposição entre o tradicional e o moderno, utilizando, nesses projetos, a madeira como uma ponte entre os dois.

O arquiteto carioca Severiano Mario Porto (1930-2020), quando se transfere para Manaus, passa a explorar a madeira, principalmente por ser uma matéria-prima extremamente abundante na região. O uso de madeira maciça e nativa amazônica foi um gesto que o destacou arquitetonicamente, imprimindo em sua linguagem o olhar regional para uma arquitetura com uma clara formação modernista.

José Zanine Caldas (1919-2001), arquiteto *honoris causa* baiano, possui uma trajetória diferente. Seu trabalho inicia-se como maqueteiro para grandes nomes da arquitetura carioca, para depois passar a explorar o campo da arquitetura. Sua falta de formação acadêmica era compensada pelo seu talento como mestre artesão, dominando completamente o saber fazer com a madeira. Seus trabalhos percorrem também a escultura e o design de móveis.

Zanine trabalhava com o que podemos chamar de artesanato de luxo, dedicando-se totalmente aos seus projetos, participando manualmente da construção e do detalhamento das peças de madeira, atingindo como resultado residências de alto padrão para a sociedade carioca, paulista e de Brasília – locais onde se concentram grande parte do seu trabalho. O trabalho de Zanine parte da premissa artesanal, de trabalho lento, minucioso e especializado. De certa forma, essa premissa sempre esteve associada à madeira.

A tendência contemporânea do material é torná-lo um componente pré-fabricado, diminuindo os custos de produção, além de colocar em prova os outros benefícios do material: sua leveza e montagem a seco. Esses dois fatores possibilitam a facilidade de transporte, além de tornar mais rápido e limpo o processo de construção no canteiro de obras.

Nesse sentido, a experiência do designer Sérgio Rodrigues (1927-2014) com o seu sistema para habitações pré-fabricadas em madeira segue uma lógica mais contemporânea de utilização do material.

Na década de 1950, ele desenvolveu um sistema nomeado SR2. Sua intenção era desenvolver ha-



residência severiano mario porto em
manaus |



residência betty biol de zanine caldas |

⁶⁶ LARA, Luiz Fernando. Sobre la invisibilidad de la madera. In: *Arquitectura y Ciudad*. N°150. Chile, 2012.



exposição no mam-rj dos protótipos SR2 de Sérgio Rodrigues |

bitações de qualidade com preços mais acessíveis para a camada média da população. Rodrigues já era conhecido por seu trabalho com mobiliário, explorando as madeiras nativas brasileiras, assim como um certo sentido de identidade nacional. Os SR2s possuíam uma certa particularidade em seus projetos, e utilizavam a madeira como estrutura e revestimento, para justamente trabalhar o aspecto da pré-fabricação que o material possibilita. Foram construídas mais de 350 casas utilizando o sistema, que teve como inauguração uma exposição no MAM-RJ.

Apesar dessas experiências que colocaram, mesmo que momentaneamente, a madeira em algum lugar de destaque na produção arquitetônica brasileira, o material continuou sendo tratado como secundário em questões estruturais. Ou ele assumia o caráter de acabamento de superfícies, atendendo a uma demanda das classes mais altas. Nesses casos, as madeiras utilizadas tinham caráter mais nobre, sendo madeiras nativas da mata atlântica. Ou poderia estar associado a pobreza e a efemeridade das construções da população mais pobre brasileira.

Somente na virada do século XX para o XXI, no final da década de 1980, e ao longo da década de 1990, a madeira passa a se tornar um material mais atraente para o campo da arquitetura com projetos que o arquiteto e teórico Guilherme Wisnik atribuem "como um marco inicial para o interesse em construir em madeira no Brasil"⁶⁷.

Nessa época, enquanto o debate sobre a tectônica ocorria de maneira mais intensa no norte global, alguns projetos com madeira começaram a surgir no Brasil. O arquiteto Marcos Acayaba em parceria com o engenheiro Helio Olga Jr. passam a explorar as possibilidades construtivas da madeira, fazendo uma série de experimentos, no que poderia ser entendido como um despertar pelo interesse pelo material no país.

A experiência de Acayaba nas suas casas em Batá, região litorânea em São Paulo, com sua dificuldade de implantação por causa do desnível acentuado dos terrenos, fizeram da madeira uma solução para casos similares.

A residência do Helio Olga em terreno com a

mesma situação na cidade de São Paulo, resultou em uma das experiências com madeira no Brasil mais bem sucedidas em termos de qualidade arquitetônica. O projeto de 1990 ganhou grande notoriedade internacional, e despertou o interesse pela construção com madeira no país. Suas soluções construtivas introduziram uma ideia de como trabalhar com madeira no país. Ou melhor, poderíamos até dizer que introduziu uma linguagem tectônica. O metal e a madeira trabalham de forma cooperativa tanto estruturalmente, quanto esteticamente. São nas fragilidades da madeira que o metal aparece como solução, seja nas junções entre o concreto e a madeira, ou nos contraventamentos da estrutura, onde se desejava uma peça mais "leve" do que a madeira, quase invisível. Os desenhos dos detalhes – concebidos pelo próprio Olga – colocam em perspectiva a complexidade de um projeto muito claro. A decisão de colocar toda sua estrutura aparente parece estar de acordo com as noções que Frampton estava defendendo. Por conta da sua estrutura ser completamente desvendada, sem nada escondido ou mascarado, o processo construtivo se torna compreensível visualmente.

Essas experiências positivas com madeira maciça, seguida logo após por uma maior divulgação de outras tecnologias de construção em madeira, associado ainda a um novo despertar pela questão ambiental, reascenderam um interesse pelo material, que encontra reverberações nessas primeiras décadas do século XXI, com uma série de projetos que utilizam madeira engenheirada no Brasil despontando e ganhando destaque nacional e internacional.

Nos anos 2000 e 2010, com a assertividade do problema ambiental e com a ampliação de oferta de construtores que trabalham com madeira engenheirada, começaram a surgir mais projetos com madeira no país. Esforços advindos de atores interessados na ampliação do uso do material também contribuem para uma maior divulgação de conhecimento sobre o tema.

Em geral, os escritórios de arquitetura brasileiros, sobretudo os mais novos, têm demonstrado que trabalhar com madeira é um desejo duradouro. Poderíamos pensar que existe um modismo em



residência Hélio Olga | nelson kon

⁶⁷ WISNIK, Guilherme. Industrialização e flexibilidade: arquitetura em São Paulo a partir de componentes em madeira. In: AFLALO, Marcelo (Org.) Madeira como Estrutura: a história da Ita. São Paulo: Paralaxe, 2005.

cima do material, mas os projetos que têm surgido, associados aos discursos apresentados junto com eles, aparentam uma transformação da visão sobre o material. Alguns mitos negativos – como a sua baixa durabilidade e sua associação com o desmatamento – têm sido suplantados por esses esforços.

Podemos notar também que, nos últimos anos, com uma maior inserção da tecnologia de madeira engenheirada no mercado brasileiro, a técnica construtiva com madeira vem mudando de uma técnica artesanal para a pré-fabricação. A lógica da construção transferiu-se do canteiro de obras, onde os carpinteiros trabalhavam a madeira maciça peça por peça – seguindo a lógica artesã – para o chão de fábrica, onde uma maquinaria tecnológica colabora com o trabalho especializado do carpinteiro, em uma etapa anterior ao canteiro de obra. Esse momento que vivemos transforma a forma de se conceber e construir com madeira. O engenheiro e o arquiteto passam a ocupar um lugar diferente na dinâmica da obra.

A seleção dos quatro projetos analisados pretende ilustrar a situação contemporânea da construção em madeira engenheirada no Brasil. O nosso interesse é apresentar as possibilidades que a madeira apresenta como solução em contextos variados.



As perguntas “quais são as diferenças de projetar em madeira?”, e “como ela influi no pensamento tectônico da obra?”, fez com que selecionássemos projetos que apresentassem diferentes possibilidades de discussão sobre o uso do material.

Cada projeto tem uma característica particular. No caso da residência dos Aflalos, a declividade acentuada do terreno resultou em um projeto que deveria ser leve e de execução simples. O projeto tem um caráter didático de evidenciar as forças atuantes na estrutura. Nas Moradias Infantis, a pré-fabricação era um fator determinante para o projeto funcionar, devido ao isolamento do canteiro de obra com centros urbanos. No pavilhão da MiCasa, a madeira foi parte constituinte da tentativa de aparentar uma estrutura pura e

leve. No caso dos MINIMODs, a sua forma simples usando painéis de CLT trabalha para como geradora da tectônica.

Utilizamos fotos, desenhos e textos sobre as obras produzidos pelas próprias equipes de arquitetos como material para as análises. Entendemos que uma análise de arquitetura baseada apenas nesses elementos tem um caráter limitado. No entanto, por conta da pandemia de COVID-19 que perdurou toda o tempo de produção desse trabalho não pudemos acessar fisicamente as obras.

Como metodologia de análise, nós seguimos a mesma estrutura de apresentação dos projetos. Buscamos assim organizar de maneira uniforme as informações dos diferentes projetos, para criar um ritmo e tornar possível encontrar as informações nos mesmos locais no trabalho a fim de que possamos estabelecer observações comparativas.

Estabelecemos a análise em duas etapas. Na primeira etapa, levantamos dados e informações que dizem respeito ao “pré-projeto”. Nela, primeiro são apresentados os dados relativos ao projeto. Em seguida, discorremos sobre os clientes e as diretrizes que seguem a lógica do pedido do projeto. Depois, fazemos uma descrição dos arquitetos/escritórios autores, procurando entender qual é a linha teórica e de produção dos mesmos. Na segunda etapa, analisamos os projetos propriamente dito. Apresentamos os conceitos entendidos por nós – e publicizados pelos arquitetos – e os destrinchamos ao analisarmos a obra através de desenhos e fotografias. Elaboramos, a partir desses fundamentos teóricos utilizados nos projetos, conceitos analíticos e os organizamos em categorias arquitetônicas.

Em suma:

Primeira Etapa

1. Dados

2. Histórico do Projeto: cliente e lógica primordial

3. Metodologia do Escritório

Segunda Etapa

4. Conceitos e Fundamentação Teórica

5. Análise por Categorias Arquitetônicas





antonio saggesi

RESIDÊNCIA PIO IX

Local: São Paulo, SP
Ano do projeto: 1996
Ano da construção: 1999
Área Construída: 270 m²

Cliente
Arquitetos

Projeto de Arquitetura
Marta Aflalo
Marcelo Aflalo

Estrutura
Hélio Olga Jr.

Construtora
Ita Construtora

⁶⁹ Id., AFLALO; INO, 2017.



fotografias da sala de estar habitada pelos moradores | antonio saggese

O projeto de 1996 parte de uma vontade do casal de arquitetos Marta e Marcelo Aflalo de construir uma residência com duas premissas:

“redução do desperdício e a eliminação de resíduos na construção, o que induzia o projeto a soluções industrializadas e repetitivas, com componentes pré-fabricados e montados em loco. [...] adequação do projeto aos processos, e não o reverso, padrão típico das construções convencionais.”⁶⁹.

Essas duas premissas nortearam todas as decisões subsequentes, e contribuíram com a linguagem tectônica presente na arquitetura da residência. Os dois optaram pela madeira depois de pesquisarem sobre materiais de baixo impacto ambiental e com baixa emissão de carbono, excluindo o concreto e o aço do projeto.

A casa foi implantada em um terreno extremamente inclinado, e localiza-se na mesma rua que a residência Hélio Olga, projetada por Marcos Acayaba alguns anos antes. As duas valem-se da mesma solução de estruturas de madeira para vencer esse problema do terreno em aclave, e implantar uma casa que apenas toca o terreno com suas fundações. Seu programa contempla 3 quartos, 4 banheiros, 1 sala, e 1 cozinha, distribuído por quatro pavimentos, sendo seu acesso no pavimento do nível da rua, e o resto do programa dividido nos outros dois andares inferiores. Da mesma forma que Acayaba soluciona a casa do Olga, a residência dos Aflalos direciona os ambientes – do nível social ao mais íntimo – para baixo, e não para cima, como usual.

Três elementos chamam a atenção nesse projeto: (1) a cobertura curva, suportada por vigas curvas de madeira laminada pregada; (2) as treliças de madeira que amarram a estrutura e sustentam os pisos; (3) a estrutura da escada. Por conta do projeto ser tratado como um protótipo, todos esses elementos ficam à mostra. No entanto, é inegável que esses elementos são os fatores que fazem dessa construção uma obra de arquitetura. Os espaços internos, recortados por uma série de treliças, pórticos e componentes estruturais

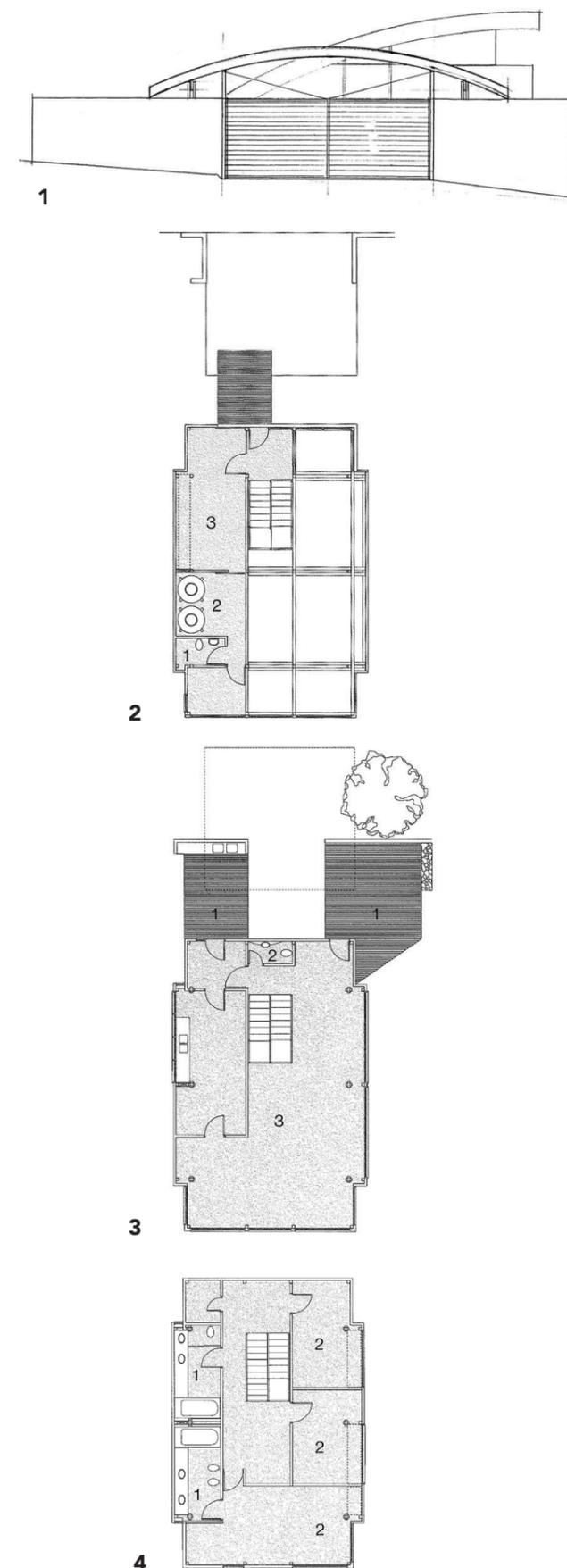
de madeira a ponto de ser preciso olhar duas vezes para entender a concepção estrutural e os motivos por trás dela, oferecem a poética construtiva que Frampton sugere.

A obra acabou tornando-se um projeto relevante com estrutura de madeira na arquitetura recente do país, sendo resultado de um experimento construtivo entre os arquitetos Marta e Marcelo Aflalo e o engenheiro Olga, da Ita Construtora, responsável pelos cálculos e fabricação da estrutura e execução da obra. De fato, essa experiência norteou o caminho que a Ita decidiu seguir nos anos subsequentes, utilizando o eucalipto e a MLC como material e técnica construtiva.

Marta e Marcelo Aflalo são um casal de arquitetos que compartilham o escritório Univers Arquitetura e Design, fundado em 1987 na cidade de São Paulo. O escritório participa de projetos em parceria com outros escritórios, cuja contribuição é mais voltada para a parte de comunicação visual e projeto de interiores. Mais recentemente, o escritório projetou a parte de cenografia da Biblioteca Parque Villa-Lobos utilizando madeira engenheirada em uma estrutura independente no vão central do edifício, batizada de Oca, que delimita um espaço semi-aberto voltado à leitura e contação de histórias.

Marcelo Aflalo tem atuado nos últimos anos em prol do desenvolvimento do uso da madeira em construções brasileiras. Para tanto, fundou em 2017 o Núcleo da Madeira.

1. vista da rua para entrada, com a cobertura curva em destaque
2. planta do pavimento de acesso com (1) banheiro; (2) reservatórios; (3) hall de entrada
3. planta do pavimento intermediário com (1) decks externos; (2) banheiros; (3) sala
4. planta do pavimento inferior com (1) banheiros; (2) quartos



Segundo Aflalo, um dos pontos chave dessa obra é a sua relação com o processo industrial. O autor defende em sua tese a importância do arquiteto

“antecipar o impacto da obra futura dentro do processo de criação e gerenciar o processo de projeto desde a criação até a fabricação.”⁷⁰

Ele dá o nome a essa forma de trabalho de “fluxo de projeto contemporâneo” que atua com uma metodologia de ‘pesquisa e desenvolvimento, figuras típicas do processo industrial’ através de “modelos de informação construtivas, o BIM”. A residência de 1996 segue, mesmo que empiricamente, o fluxo de projeto contemporâneo.

O projeto deveria adequar-se aos processos construtivos e, por conta disso, reflete exatamente ao que ele chama de “estética de processo”. Como colocam Aflalo e Ino em um artigo publicado na revista *online Vitruvius*, onde eles destrincham o projeto através de uma análise gráfica:

“Isto significa ter uma volumetria e um programa flexível, capaz de ser acomodado em um processo que todas as decisões apontem para a otimização máxima de recursos e o menor gasto energético no processo.”⁷¹

Existe uma visão tectônica nesse processo do Aflalo, como construir se torna a base para a concepção dos outros aspectos da obra, é possível ver que a complexidade visual que resultou da estrutura da escada que corta todo o edifício é de fato uma consequência de decisões tectônicas mais do que um elemento meramente estético, esvaziado de objetividade. O que Aflalo fez, com maestria nesse caso, foi trazer esse emaranhado estrutural a mostra, tornando-o parte da ambiência dos cômodos da casa. Não houve intenção por sua parte de esconder como essa estrutura foi elaborada e construída. Podemos dizer que isso é um atributo da qualidade estética da madeira. Como a sua presença nos ambientes é bem vinda – por transmitir acolhimento – dificilmente

quem a usa em projetos vai tomar a decisão de escondê-la.

A casa é de eucalipto tratado maciço. Apenas o telhado possui vigas curvas de madeira laminada pregada que dão à cobertura o formato curvo. A Klabin⁷² forneceu toda a madeira de eucalipto necessária para a obra a fim de contribuir para o experimento e testar novas possibilidades de produção para a própria empresa. As peças fornecidas pela Klabin orientaram a concepção e a modulação do projeto.

Um dos aspectos definidores desse projeto foi a dimensão das peças de eucalipto. Esse é um dos limites que madeiras maciças impõe a construções quando tratamos de questões estruturais⁷³. Os módulos dessa casa são 12x12m ou de 6x12m para aproveitar da melhor forma possível as peças de eucalipto. Estas foram todas cortadas e usadas na fábrica da Ita, para depois serem transportadas e montadas na obra. Apesar de se utilizar a madeira maciça – material que no Brasil é tradicionalmente manuseado de forma artesanal – houve uma pré-fabricação em um ambiente controlado para melhor aproveitamento das peças.

Todo o projeto reflete uma abordagem que versa o contrário da prática comum da arquitetura que não utiliza materiais industrializados. O projeto adequa-se ao que existe no mercado, e decisões construtivas, compositivas e de ambiência são feitas a partir dos materiais que estão disponíveis. Mario Pedrosa comenta que para se dedicar a pré-fabricação, o arquiteto

“tem de modificar suas relações e sua atitude para com a indústria da construção, pois, ao debruçar-se sobre a questão do desenho das partes componentes da habitação, há de o fazer em razão dos materiais da fábrica [...] A partir desses elementos fornecidos pelo mercado, é que começa sua função especialmente arquitetônica, que não é mais tanto projetar, abstratamente, aprioristicamente, como conceber as maneiras mais adequadas e mais belas de juntá-las, de combiná-las”⁷⁴.

⁷² A Klabin é a maior produtora de celulose do Brasil, além de uma das maiores produtoras de madeira no país, seja de manejo sustentável, seja de plantio de espécies como pinus e eucalipto. Foi fundada em 1899 em São Paulo.

⁷³ A madeira engenheirada, por outro lado, possui uma flexibilidade enorme em comparação. A Ita Construtora consegue produzir peças de até 21m de comprimento, no qual esse valor é limitado apenas por conta do transporte posterior da peça, e não por aspectos de eficiência estrutural ou por limitações de fabricação.



modelo 3d que mostra toda a estrutura dos pilares, pórticos e fundação. elaborado por Aflalo



estrutura da escada vista da sala de estar |

⁷⁰ Id., AFLALO, 2020. p.36

⁷¹ AFLALO, Marcelo; INO, Akemi. Residência Pio IX, uma análise gráfica. Vitruvius, São Paulo, n. 233.08, Out de 2019. Arqtextos. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/01.012/889>> Acesso em 22 maio 2021

⁷⁴ PEDROSA, Mario. Casa Individual Pré-Fabricada. Rio de Janeiro: MAM, 1960.

Essa fala tem uma aplicação mais certa quando se fala da construção que é totalmente pré-fabricada. Mas ela nos ajuda a entender que o processo construtivo dessa casa trabalha a tectônica, quando explora a junção dos materiais e componentes, mais do que aspectos formalistas.

Em sua tese, o autor descreve os fatores determinantes para a configuração do projeto:

Atendendo às premissas de implantação, havia uma determinante para todas as decisões de projeto: produção de lixo zero e sem descarte. As características do terreno em declive acentuado e solo estável sugeriram uma implantação descolada do solo, com fundações pontuais que eliminavam os instáveis muros de arrumo, permitiam tubulações sem necessidade de fôrmas, preservam a impermeabilidade do solo e facilitavam o acesso de materiais. A estrutura, em eucalipto de reflorestamento, era uma variável incógnita, sem referências confiáveis e recentes, cujo fornecimento determinava peças de no máximo 4m de comprimento e 12cm x 12cm de seção. A pré-fabricação era um pré-requisito para evitar perdas em loco, e o próprio sistema estrutural deveria servir como andaime para a progressão da obra.⁷⁵

O aspecto que define o projeto, no entanto, é a implantação. Por estar em um terreno de alto declive, Aflalo decide por utilizar um recurso que já vinha sendo usado por Acayaba – tanto na residência Olga, vizinha ao terreno, quanto nas suas experiências em Baetá, litoral de São Paulo – que é de fazer a menor interferência possível no terreno, não movimentando terra para enterrar parte da casa, ou para construir estruturas complexas. A casa, então, se apoia em 6 fundações profundas de concreto. Os pilares de madeira são fixos nas fundações com juntas metálicas que o afastam do contato com o solo e mesmo com o concreto, levando em consideração um dos cuidados necessários para a durabilidade da madeira: a de afastá-la da umidade. Os pilares formam pórticos amarrados por treliças no sentido longitudinal. O piso dos pavimentos, também de madeira,

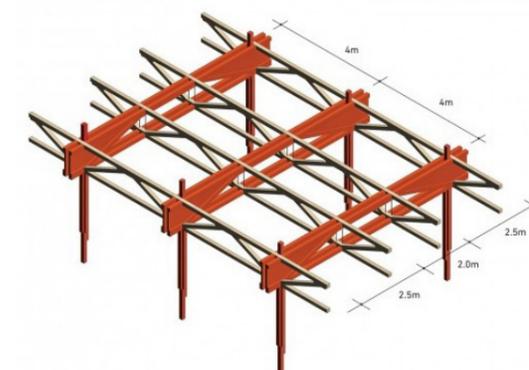
auxiliam na estabilidade da estrutura.

As treliças, associadas à amarração dos pórticos estruturais, preenchem os espaços altos de todos os cômodos da casa, sugerindo uma visão recortada por uma complexidade de elementos que encontram harmonia por serem do mesmo material. Elas também servem como delimitadores visuais de altura e de separação dos ambientes internos, às vezes como meros elementos visuais pairando sobre os móveis e as pessoas em uma determinada altura, mas também como marcadores onde se ergueram vedações internas.

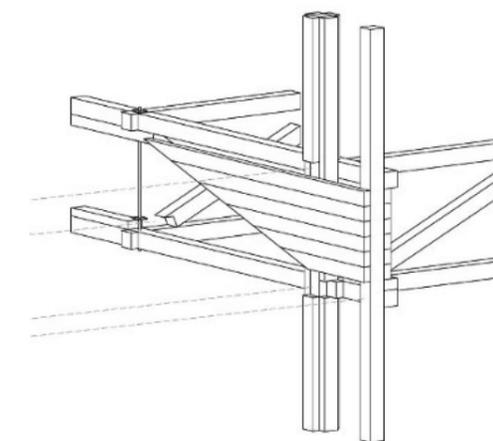
Os pilares possuem uma solução de engenharia para compensar o limite das peças de madeira, sendo encapsulados por outras peças de madeira, que servem de junção para pode criar a continuidade necessária para um pilar de mais de 12m de comprimento. Essa solução fica a mostra nos pilares que se encontram no interior da casa. As peças que encapsulam o pilar também servem de console para os pórticos duplos. As soluções apresentadas pelos autores ao se defrontarem com os limites da estrutura de madeira é a força do projeto. Elas estão presentes nos detalhes construtivos, nos encaixes das vigas e pilares, na troca e compensação de forças da estrutura.

As placas de concreto celular, utilizadas como material de vedação, possuem dimensões padrões industriais de 40cm por 4m. A estrutura da casa segue modulação voltada para o encaixe desse material, que utiliza um sistema metálico (depois escondidos por madeira) para a fixação das placas.

A cobertura curva é a única parte da estrutura que trabalhou com a tecnologia de madeira engenheirada. Como a concepção de uma peça curva de madeira com as dimensões necessárias para sustentar a cobertura seria quase impossível – ou muito caro –, os autores do projeto resolveram fazê-la como madeira laminada pregada⁷⁶. Ela não apresenta a complexidade dos projetos posteriores do Mauro Munhoz em parceria com a Ita, mas



modelo 3d da relação pórtico e treliças. elaborado por Aflalo



detalhe da junção entre os pilares e a estrutura que forma o pórtico

⁷⁵ Id., AFLALO, 2020. p.37



implantação da casa no morro do jardim vitória régia, em sp | antonio saggese

⁷⁶ O desenvolvimento da tecnologia de cola é uma das questões mais importantes para a boa eficiência das madeiras engenheiradas, visto que parte da performance das peças dependem desse ponto frágil de união entre as partes da madeira. Somente mais recentemente o mercado nacional tem acesso a colas mais eficientes. Por conta disso, na época da construção da casa, os arquitetos e engenheiros decidiram por pregar as partes.

consegue dar à casa uma linguagem mais contemporânea, além de quebrar a monotonia da caixa. Os projetos em Iporanga do Munhoz exploram as possibilidades da MLC de fabricar vigas com duas curvas ou em S, dando uma linguagem mais plástica as coberturas.

A curva mostra-se nos pavimentos superiores, com pé-direito duplo, onde se encontram as salas de estar e jantar. Mas também é o elemento que dá forma à casa a partir do exterior. Como o terreno está em declive, sua entrada está na parte superior. O telhado encontra-se quase no nível da rua, e por conta disso, é a imagem que a casa transmite para ela.

A estrutura da escada é uma caixa vazada de madeira que percorre todo o edifício e encontra-se em lugar de destaque no pavimento das salas. Sua estrutura de ripas de eucalipto – todas com a mesma dimensão -- posicionadas vertical e horizontalmente, é um cruzado de madeira que servem tanto como apoio para os degraus, quanto como uma vedação horizontal que delimita a caixa da escada, mas também cria a barreira de segurança para os usuários não correrem o risco de caírem no vazio.

Madeira como fundamento de projeto

O desejo dos Aflalos em procurar o material que respondesse de maneira mais adequada as demandas para o projeto de sua própria casa fez com que eles chegassem na madeira como melhor solução. O material se torna a fundamentação do projeto.

A consequência disso é um experimento de várias técnicas construtivas com madeira, o que torna o projeto um laboratório vivo que tem a intenção de deixar a mostra todas as experiências desenvolvidas pela equipe de arquitetos e engenheiro.

A evidência do caminho das forças na estrutura, a compensação das dimensões das peças de madeira maciça utilizada, a logística

do canteiro de obra, o emprego de materiais pré-fabricados e a viga curva de madeira laminada pregada na cobertura tendem a didática construtiva.

As noções desenvolvidas a partir do projeto por Marcelo Aflalo nos anos subsequentes, principalmente no que ele intitula de “estética de processo” tem uma relação direta com o que Frampton aponta como uma das definições de tectônica: o criar e revelar.



vista da rua, com a cobertura curva em destaque | antonio saggese



modelo 3d da estrutura da escada. elaborado por Aflalo



vista da sala com a cobertura curva de MLP e a estrutura da escada à direita | a. pappalardo



relação das treliças com pórticos | a. pappalardo



treliças e pórticos e cobertura curva | a. pappalardo



leonardo finotti

MORADIAS INFANTIS CANUANÃ

Local: Formoso do Araguaia, TO

Ano do projeto: 2015

Ano da construção: 2017

Área Construída: 23.344,17 m²

Cliente

Fundação Bradesco

Projeto de Arquitetura

Pedro Duschenes

Gustavo Utrabo

Rosenbaum (Marcelo Rosenbaum e Adriana Benguela)

Projeto de Paisagismo

Raul Pereira Arquitetos Associados

Projeto, fabricação e construção da estrutura de madeira

Ita Construtora

Projeto de Paisagismo

Raul Pereira Arquitetos Associados

Projeto Luminotécnico

Lux Projetos Luminotécnicos

Projeto de Fundações

Meirelles Carvalho

Instalações

Lutie

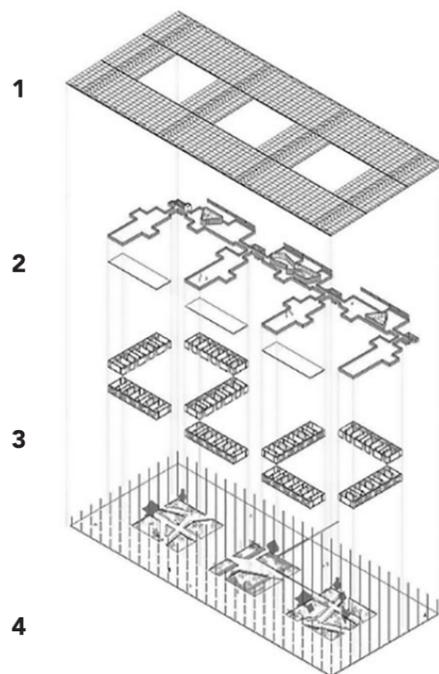
Lajes em Concreto

Trima

Construtora

Inova TS

Moradias Infantis, Fundação Bradesco e a parceria de Rosenbaum com Aleph Zero



1. cobertura
2. áreas de lazer na cobertura dos blocos de quartos
3. 9 blocos de quartos
4. laje de concreto + pilares + pátios internos



cobertura como pipa | leonardo finotti

O projeto de 2015 das Moradias Infantis de Canuanã teve em sua premissa básica aumentar o número de alojamentos para os estudantes desse instituição de ensino de regime de internato no interior do Tocantins. Feito para atender a 540 crianças e adolescentes, o programa se divide em dois edifícios completamente separados, mas idênticos: um feminino, outro masculino. Cada edifício possui 45 quartos, com capacidade para 6 crianças cada.

Cada edifício possui cinco elementos principais. 1. A laje do piso. 2. Os pilares de madeira que sustentam a cobertura. 3. Os blocos de moradias com áreas de estudo e lazer na sua cobertura. 4. Os pátios que recortam e abrem os espaços. 5. E a cobertura que cobre todos os volumes, planos e corredores, configurando o espaço.

O terreno no qual o projeto foi implantado era completamente plano e espaçoso. Isso permitiu pensar em uma tipologia horizontal, apesar de alguns blocos possuírem espaços de convivência na sua cobertura. Os quarenta e cinco quartos são divididos em nove blocos conectados por grandes áreas de circulação que funcionam igualmente como “varandas”, todas elas ligadas a três generosos pátios com paisagismo associado ao bioma do cerrado amazônico.

Esse projeto obteve uma grande notoriedade entre 2017 e 2018, quando foi publicado em diversas revistas nacionais e internacionais e ganhou prêmios importantes no mundo da arquitetura, como o RIBA *International Prize* (2018).

A Fundação Bradesco é responsável por organizar as instituições de ensino fomentadas pelo banco do mesmo nome. Existem 40 instituições de ensino dirigidas pela Fundação espalhadas pelo Brasil. Fundada em 1956, tinha a missão de fornecer educação de maneira gratuita as pessoas de baixa renda. A unidade interna de Canuanã foi criada em 1973, e é considerada como uma escola-fazenda, possuindo um caráter de internato intensivo, onde os alunos moram na maior parte do ano sob supervisão dos professores. A escola atende aos filhos dos moradores da região – assentados, caboclos e

índigenas –, localizada em um local de difícil acesso e longe dos principais centros urbanos do Tocantins.

Com o crescimento da escola, a direção viu a necessidade de aumentar o número de alojamentos. As crianças até então dividiam seu quarto com quarenta colegas. O projeto tem então como programa criar mais espaços de moradias separados por gênero, assim como espaços de permanência, lazer e ócio de qualidade para os alunos. É importante ressaltar que grande parte dos alunos passam praticamente a sua vida inteira até se formarem no ambiente da escola, o que faz com que o projeto tenha uma expressão um caráter simbólico de lar para eles.

Em 2015, a Fundação Bradesco procurou o escritório do designer paulista Marcelo Rosenbaum para melhorar as moradias dos seus alunos na unidade de Canuanã, interior do Tocantins. Marcelo Rosenbaum, designer, sempre atua em projetos de arquitetura em parceria com escritórios do ramo⁷⁷. Chamou a dupla jovem de arquitetos do Aleph Zero: Pedro Duchenes e Gustavo Urtrabo para desenvolver o projeto.

Os autores se envolveram com a comunidade escolar antes de trazerem respostas projetuais. Por conta disso, diversas questões que normalmente autores *outsiders* não colocariam, foram abordadas para se chegar no produto final. O processo de criação coparticipativo trabalhava diretamente com as crianças, através de dinâmicas e imersões. As imersões envolviam muito contato e diálogo direto com os estudantes, e dinâmicas com desenhos e atividades lúdicas, os autores conseguiram buscar as demandas e desejos delas para as suas futuras moradias.

A prática do escritório Rosenbaum segue uma pretensão de transversalidade com outras áreas, para tentar articular cultura popular com o projeto de arquitetura e design. O Aleph Zero foi um escritório de arquitetura do Paraná, que hoje em dia dissolveu-se em dois escritórios, individualizando a produção de cada integrante.

⁷⁷ Como Marcelo Rosenbaum não tem formação em arquitetura, portanto não é vinculado ao CAU, não tem condições de atuar sozinho como arquiteto. Por conta disso, o designer vincula seu trabalho como arquiteto com outros escritórios de arquitetura



implantação dos dois edifícios separados pelos outros edifícios que compõe a escola da fundação bradesco. tudo que se vê no desenho, faz parte da escola | elaborado pelo escritório

Concepção e projeto



moradias dos familiares dos alunos da fundação bradesco na região. o adobe e a varanda como dois aspectos norteadores do projeto | fotos disponíveis no site do m. rosenbaum

A dinâmica de criação do projeto, feito com ampla participação das crianças e adolescentes que ocupariam as moradias, acabou sendo o principal norteador dos conceitos usados. A relação entre o “ancestral e o novo” parte desses entendimentos elaborados nessa fase e é fator determinante para o resultado final da obra.

Entender como se constrói na região, quais materiais são utilizados fez parte do desenvolvimento do projeto. Grande parte das construções locais utilizam o barro e a madeira como materiais construtivos principais. Existia uma riqueza tradicional nessas construções que o projeto queria valorizar, de maneira a fortalecer o orgulho local com sua própria cultura construtiva, como aponta o próprio Rosenbaum.

Isso não é um debate novo. Kenneth Frampton já o discute há algumas décadas, e antes dele outros autores já o haviam abordado. Ele faz frente à ideia de universalização propagada pelo modernismo, e tende a valorizar técnicas e valores culturais dos locais onde o projeto é implantado.

O que esse projeto pretendeu, e realizou, foi utilizar técnicas locais artesanais com tecnologias industriais. Como comenta o professor da USP, Hugo Segawa.

“Foi a simbiose entre a alvenaria de adobe de feitura local, que encerra os quartos, e a MLC (madeira laminada colada) que estrutura os quase 25.000 metros quadrados de cada moradia, que realiza o encontro entre o ancestral e o novo.”⁷⁸

Gustavo Urtrabo, do escritório Aleph Zero, comenta em uma palestra que, desde o início, por conta da localização distante de centros urbanos, a construção deveria ser pré-fabricada, leve, precisa e com custo reduzido. Isso traz a necessidade do uso de sistemas secos e industrializados, como as estruturas de madeira que foram todas pré-fabricadas em São Paulo, transportadas e apenas montadas no local.

Mas a sua localização remota também foi decisiva para a utilização de técnicas que mimetizavam as técnicas artesanais produzidas *in loco*. O barro, retirado no local, foi misturado com cimento – em uma técnica chamada solo-cimento – e foi moldado no próprio canteiro, em um processo manufatureiro. Segundo Pedro Duschenes, do escritório Aleph Zero, os arquitetos tinham como intenção mostrar que existem outras possibilidades a serem trabalhadas com os materiais recorrentes do local.

Existe uma vontade de utilizar o mínimo de detalhes possível, tornando o projeto o mais elemental possível, valorizando os materiais - a madeira e os blocos de solo-cimento - que falam por si próprios.

Laje do piso e os pilares. A laje, que segue a projeção da cobertura, é a primeira transição entre o espaço exterior e o interior. Os pilares dão a sensação visual de separação entre os dois, mas o piso de concreto, diferente da grama que cerca as moradias, também é uma marca material da separação entre os dois mundos. Somado, a isso, a sombra que a cobertura projeta também é uma marca definidora do espaço, simbolizando proteção e abrigo, e o que de fato ela é. A modulação de 5,90 x 5,90 metros dos pilares cria a ideia de separação sem necessariamente produzir uma empena no edifício, dando a impressão de que ele é uma grande varanda para os blocos sólidos e isolados sobre ela.

Cobertura. Uma das primeiras coisas que se pode observar no projeto é a sua cobertura. Ela é massiva, tem 160 x 65 metros, e cobre toda a área da construção sem necessariamente tocar os blocos de moradias. Sua altura e magnitude encontram-se em contraste com a esbeltez da estrutura de MLC, que possui a dimensão necessária para suprir a força que ele sofre das telhas e da própria estrutura. Todos os elementos que compõe o projeto estão sob sua sombra, como se a cobertura fosse uma camada acima da construção, flutuando sobre ela, protegendo



a madeira e o adobe são os dois materiais utilizados em praticamente toda a obra | fotografia de um ensaio realizado em são paulo.



a relação exterior/interior provocada pela laje de concreto em contraste com a grama e pela delimitação visual que os pilares em linha | leonardo finotti



a cobertura massiva vista de cima | critobal palma

⁷⁸ SEGAWA, Hugo. Prêmio APCA 2017 – Categoria “Obra de arquitetura no Brasil”. Moradias de estudantes na Fazenda Canuanã, Rosenbaum (Marcelo Rosenbaum e Adriana Benguela), Aleph Zero (Gustavo Urtrabo e Pedro Duschenes), Ita Construtora (Helio Olga). Drops, São Paulo, ano 18, n. 125.05, Vitruvius, fev. 2018 <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/drops/18.125/6882>>.

do-a das diferentes intempéries naturais do bioma amazônico – sol forte, fortes chuvas. A ideia de uma grande cobertura sobre um complexo de espaços de moradia, de lazer e estudo, além de amplas áreas de estar e circulação nasce da percepção climática de que era necessário expandir os espaços e arejá-los, porque o calor associado à alta umidade deixava os espaços já construídos no local abafados e desagradáveis. A sombra, portanto, é um dos elementos mais importantes nesse projeto, e por conta disso a cobertura adquiriu esse status.

A cobertura também serve para provocar uma ideia de varanda. As varandas são partes das casas dos habitantes de diferentes culturas na região. É na varanda onde acontece grande parte das interações sociais, local onde as pessoas passam a maior parte do dia. Ela representa a relação entre o interior e o exterior da casa e da vida.

Blocos. Todos os blocos de moradia são estruturados com tijolos de solo-cimento feito na obra. Pedro Duschenes comenta que, para diminuir a monotonia das paredes sólidas, uma face dos blocos tem um trabalho artesanal de colocação dos tijolos de solo-cimento para gerar desenhos similares aos cobogós – elemento moderno nacional – no intuito de ventilar os espaços sem deixarem-no devassados. Os tijolos são assentados com uma inclinação de 45° os mesmos tijolos padrões utilizados na obra. Estas superfícies diferenciam-se tanto da fachada principal do bloco, na qual localiza-se o acesso, quanto das fachadas laterais.

Relação entre a cobertura e os blocos. Um dos pontos interessantes do projeto está na separação clara entre a cobertura e os blocos. Ela representa a ideia de leveza x peso proposta pro Frampton entre as estruturas tectônicas e esterotômicas. A telha industrial metálica apoiada sobre pilares esbeltos de madeira engenheirada de MLC formam uma das coberturas mais leves construtivamente no mercado. Para além da leveza física, existe também a leveza visual, que confere

o que Hugo Segawa chamou de ideia de “uma pipa pronta a alçar voo”⁷⁹. Implantar essa cobertura sobre construções de blocos de solo-cimento, que por sua vez estão sobre uma laje de concreto, reflete essa dicotomia conceitual, fortalecendo os opostos representados pelo céu e a terra.

É possível perceber alguns projetos que trabalham com essa premissa nos últimos anos. O escritório contemporâneo de Brasília, BLOCO Arquitetos, possui um projeto em construção em Goiás: a Casa Palicourea trabalha com materiais baseados na terra – como alvenaria e concreto – fincados no solo, enquanto a estrutura da cobertura flutua sobre todo esse peso, sem tocar nada, dissociando-se totalmente do resto da construção, tornando-a totalmente independente.

Tectônica como publicidade

A evocação do vernáculo, através de uma mimese construtiva das casas populares da região é representada pelos dois materiais principais da obra: a madeira e o tijolo de solo-cimento. A forma com que eles são utilizados transparece algumas categorias tectônicas, como a dualidade peso e leveza, e até mesmo o regionalismo crítico. No entanto, em questão de concepção projetual, isso não parece estar presente.

A tectônica do projeto, como apresentada pela parceria entre o escritório Rosenbaum e Aleph Zero, parece corresponder a um discurso que tem uma grande aceitação no atual contexto midiático brasileiro. Apesar da qualidade do projeto – devidamente reconhecida pelo prêmio RIBA –, existe uma problemática na abordagem construtiva elaborada por eles. Dentro de seus discursos, não fica aparente as categorias tectônicas elaboradas por Frampton. Até que ponto a escolha dessas técnicas – e o enfoque construtivo – se resume a uma decisão de publicidade do projeto?

⁷⁹ Id., SEGAWA, 2018.



os corredores como varandas | leonardo finotti



a fachada da entrada dos quartos do bloco dos dormitórios | leonardo finotti



a estrutura de mlc e a cobertura metálica - leve - em contraste com o tijolo - pesado. o fato dos dois não se tocarem enfatiza o contraste
1. vista do pátio das moradias infantis de canuanã
2. casa palicourea do escritório BLOCO |
1. leonardo finotti
2. fotografia da obra disponível no site do escritório BLOCO



fernando guerra

MICASA VOL.C

Local: São Paulo, SP
Ano do projeto: 2015
Ano da construção: 2018
Área Construída: 230 m²

Cliente
MiCasa

Projeto de Arquitetura
Marcio Kogan
Marcio Tanaka

Equipe de Arquitetura
Oswaldo Pessano
Raquel Reznicek
Renata Furlanetto
Samanta Cafardo

Construtora
Carpinteria e All'e Engenharia

O projeto para a MiCasa Vol.C vem de uma parceria já estabelecida entre o escritório de arquitetura com a loja de mobiliário de alto padrão do mesmo nome na cidade de São Paulo. O Studio MK27 já tinha projetado outro anexo para a loja no mesmo terreno em 2007, a MiCasa Vol.B. Todo em concreto armado, a estrutura é fechada e pesada, com apenas uma estreita abertura horizontal na frente e nos fundos, formando um paralelepípedo sólido e maciço, o projeto trabalha quase em oposição conceitual ao Vol.C..

Uma série de pórticos de pé-direito duplo de MLC formam o espaço, e depois são revestidos por um material translúcido para fechá-lo. O programa aberto e flexível, demanda do cliente, traduziu-se no espaço com pé-direito de 15m, sem nenhum pilar na sua área central. A ideia é de que o pavilhão poderia abrigar tanto uma exposição de arte e móveis para o público em geral, quanto, em outro momento, eventos fechados ou mesmo servir de residência temporária para artistas e designers.

Outra demanda do cliente era criar um bloco que funcionasse como uma lâmpada urbana durante a noite. Durante o dia, a fachada de policarbonato translúcido permite a entrada de luz e projeta as sombras das árvores através do material, causando um jogo de luz e sombras que pode ser visto tanto do exterior quando do interior do pavilhão. Durante a noite, quando as luzes se acendem no interior do bloco, o edifício torna-se "uma lanterna japonesa" como descrito pelos arquitetos.

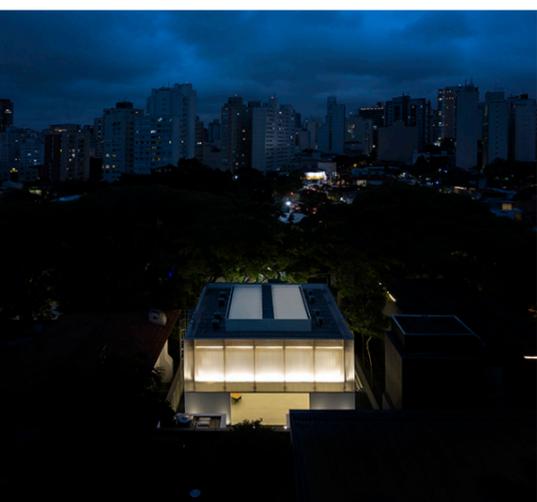
O Studio MK27 foi fundado em 1970 na cidade de São Paulo pelo arquiteto paulista Marcio Kogan. O escritório descreve a sua própria arquitetura como com a tarefa de "repensar e dar continuidade a este [brasileiro] icônico movimento moderno". Em 2001, Marcio Kogan mudou a forma de atuação, e passou a trabalhar de forma cooperativa e cocriativa dentro do próprio ambiente de trabalho, aumentando o contingente de arquitetos e colaboradores, e reentitulando

o escritório de Studio MK27.

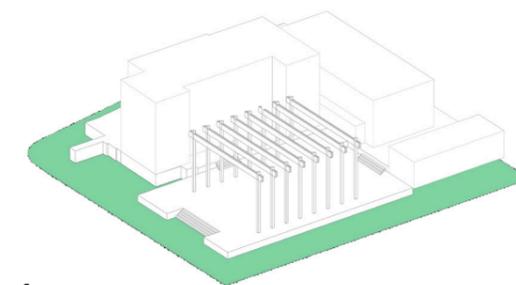
Nos últimos anos a equipe de arquitetos tem pensado e produzidos projetos com estrutura de madeira engenheirada, de forma incorporar a questão ecológica como princípio projetual, mas também para explorar a linguagem do material e das tecnologias relacionadas a ele.



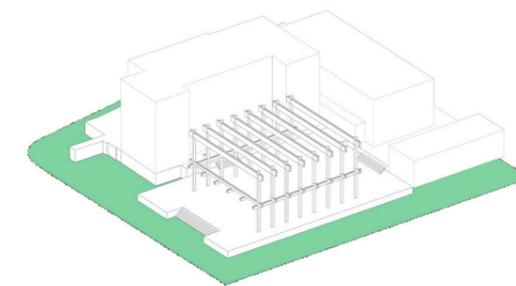
pórticos em sequência dando forma ao projeto | fernando guerra



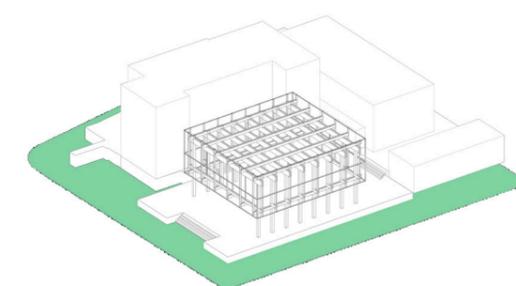
as placas semitransparentes da fachada provoca a sensação desejada de lanterna urbana | fernando guerra



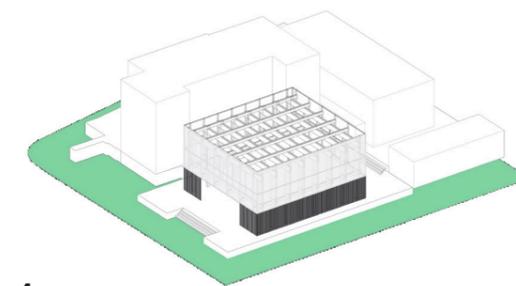
1



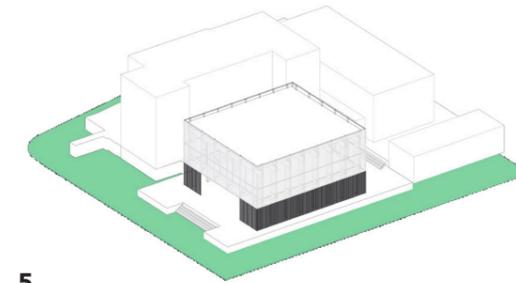
2



3



4



5

1. pórticos em sequência: formados pelos pilares e vigas duplas de amarração da própria estrutura, mas também de com propósito de sustentar a cobertura

2. as peças da subestrutura que tem como objetivo principal dar suporte as molduras de madeira onde vão ser presas as placas de p policarbonato translúcido, também servem para ajudar a estabilizar os pórticos

3. moldura que sustenta a fachada + as vigas de apoio da cobertura

4. placas de policarbonato translúcido na parte superior + chapa metálica branca na inferior

5. cobertura

Concepção e projeto

⁸⁰ É muito complexo generalizar o que seria a arquitetura tradicional japonesa. Uma civilização com pelo menos 2000 anos de história documentada percorre uma série de tradições diversas. O país tem uma série de culturas espalhadas por suas ilhas, além de ter sofrido influência da China continental e em parte pela península coreana. O budismo e o xintoísmo, e as trocas entre eles, também tem seu papel no que toca configurar a cultura japonesa. No entanto, a assimilação dessas culturas diversas atravessa valores que hoje se entendem intrinsecamente japoneses: a sensibilidade de se lidar com a natureza, o espaço e o tempo. A madeira entra nessa abordagem pelo papel que ela representa nessa cultura. O cuidado com o material aparece nas mais diversas tradições construtivas espalhadas ao longo do tempo da história do Japão.

⁸¹ Introdução de Kengo Kuma. In: LOCHER, Mira. Traditiona Japanese Architecture: an explorations of elements and forms. Japan: Tuttle Publishing, 2010.



pilar de canto com uma sucessão de encaixes e apoios | fernando guerra

Kogan já fez menção da relevância que a cultura do Japão, principalmente a arquitetura, encontra espaço em seus trabalhos. Segundo o próprio arquiteto, o projeto trabalha com influências da arquitetura tradicional japonesa, no que toca a técnica construtiva em madeira, e seu lugar de destaque nos ambientes internos.

O arquiteto japonês, ganhador do Pritzker, Kengo Kuma explica que a arquitetura tradicional japonesa⁸⁰, baseia-se principalmente em um elemento⁸¹: na presença abundante de madeira maciça nativa. O sistema estrutural em madeira basta por si só. A beleza e atmosfera criada pela madeira é o que mais importa na concepção arquitetônica dos ambientes japoneses. Os ornamentos, ou as camadas de sobreposição de acabamento sobre a estrutura não encontram sentido para a cultura nipônica quando se trabalha com um material naturalmente belo e agradável. Por conta dessa simplicidade de acabamento, os japoneses desenvolveram técnicas de encaixes e juntas em madeira para solucionar problemas específicos de esforços, mas também para incorporar a técnica na estética da obra.

O aparente trabalho com encaixes secos em madeira, e a concepção da estrutura são as características que dão o tom da obra. Ele explora justamente esse ponto para colocar força na simplicidade aparente do projeto. Para se atingir a leveza que ambos arquitetos e cliente queriam com a estrutura, foi necessário trabalhar com vigas duplas, ou seja, duas vigas idênticas paralelas, que dividem o peso. Isso faz com que a aparência seja mais leve do que apenas uma viga com maiores dimensões. As vigas duplas do teto se tornaram parte da estética do pavilhão.

Kogan projeta a estrutura afastada das fachadas. A pele de fechamento é sustentada por peças de madeira que saem dos pilares, mas que não tem a função de sustentar a cobertura, podendo ser caracterizadas por subestruturas.

Carlos Teixeira, do Vazio S/A traz um conceito similar na década de 2000 em sua casa Vila de Rey. Toda a estrutura interna de madeira –

MLC – não tem relação direta com as paredes de concreto estrutural. Elas sustentam os pavimentos internos e as escadas, mas não estão associadas às fachadas do edifício. As duas estruturas da casa não se relacionam diretamente.

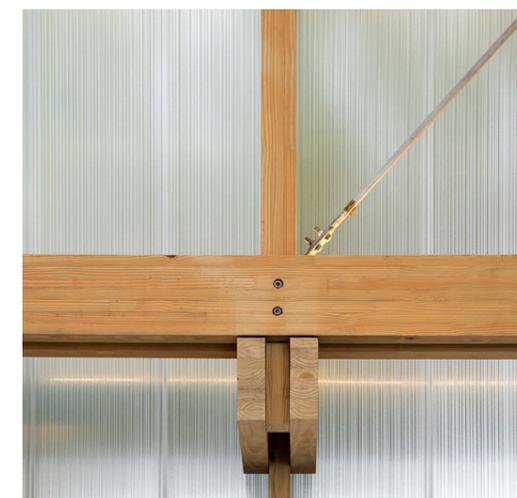
Apesar de na MiCasa a estrutura ter uma relação de sustentação das fachadas, o que torna os dois projetos interessantes é a sensação de independência das duas estruturas de MLC, como se elas estivessem ali como protagonistas mais do que para dar suporte a alguma coisa. Elas se destacam – na MiCasa espacialmente, na Casa Vila del Rey construtivamente - das vedações e aparecem como objetos dentro dos ambientes internos.

Metal como aliado

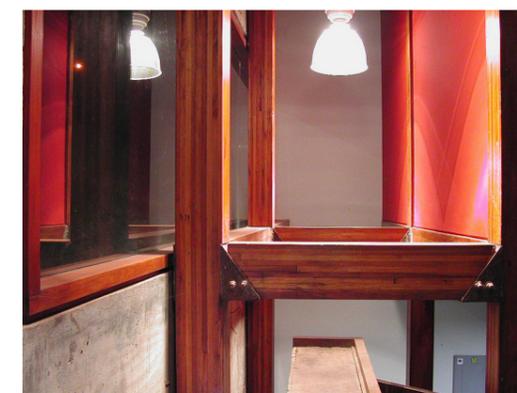
É muito difícil produzir estruturas de madeira que sejam puras. Em geral elas são mistas, utilizando componentes minerais para afastá-la da umidade – como as fundações e as coberturas. Mesmo para atender a questões mais específicas como encaixes e junções, o metal se torna um forte aliado. O vão sustentado por esses pórticos chega a 15 metros, o que demandou soluções engenhosas para compensar o esforço de flexão das peças. A estrutura da MiCasa não teria o aspecto de leveza se o metal não tivesse auxiliado em algumas tensões pontuais. As peças de madeira teriam que ter seções muito maiores, o que comprometeria a estética pretendida pelo projeto.

Os aparentes encaixes das vigas nos pilares se fossem feitos unicamente de madeira-madeira, teriam tornado a estrutura muito frágil, já que foi necessário cavar muito a seção do pilar para poder realizar os encaixes como foi desenvolvido no projeto. A equipe de engenharia da Carpinteria⁸¹ desenvolveu conectores metálicos que auxiliam no reforço das fibras da madeira, servindo como uma capa revestindo a madeira em seus pontos mais frágeis e realizando a conexão entre as vigas e os pilares.

Da mesma forma, mesmo com as vigas duplas no telhado, os engenheiros previram – através do uso de *softwares* especializados – que



subestrutura de MLC que sustenta as fachadas | fernando guerra

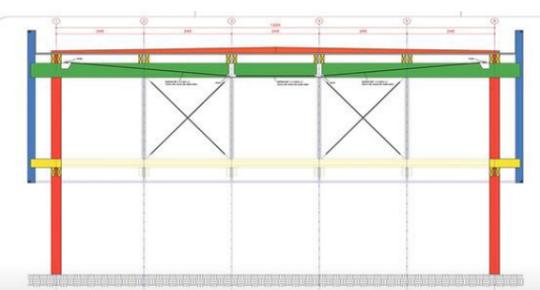


estrutura de MLC na casa vila del rey de Carlos Teixeira. afastadas da fachada de concreto. conectores metálicos em destaque | carlos m. teixeira



conectores metálicos que ficam no interior da estrutura | foto da obra - carpinteria

⁸¹ Carpinteria é uma empresa de engenharia e construção de São Paulo, que se especializou em estruturas de madeira. Já construíram diversos projetos de arquitetura de escritórios reconhecidos, como o próprio Studio MK27 e o Tryptique.



corte da estrutura do MiCasa Vol. C.: é possível ver o cabo de aço tensionado entre as vigas duplas de madeira que cobrem o vão de 12,25m. também é possível entender melhor a relação da subestrutura da fachada com a estrutura dos pórticos | desenho elaborado pela equipe do carpinteria



vigas duplas e como elas se conectam aos pilares | fernando guerra

no meio do vão, as vigas sofreriam uma flexão muito rigorosa. Para solucionar a questão sem ter que tirar esbeltez da estrutura, tirantes de aço foram atravessados formando uma treliça invertida entre as duas vigas. Esses tirantes são tensionados em cada extremidade e assim reforçam a sustentação do peso do telhado, tirando parte da carga das vigas de madeira.

As estruturas de madeira não tem o mesmo peso próprio que estruturas de aço e concreto, por conta disso elas se tornam extremamente leves e tendem a se movimentar por conta de esforços laterais – como o vento, por exemplo. Por conta disso, é necessário fazer um contraventamento. Nesses casos, é comum utilizar cabos de aço tensionados em X ligando os pilares, como foi feito na MiCasa.

Outra característica inevitável da madeira é a necessidade de afastá-la da umidade. Os pilares foram afastados do solo por conectores metálicos. Esse artifício de inserir pequenas juntas de metal entre a fundação e o pilar tem sido bastante utilizado. Nos últimos anos, tornou-se parte da estética da construção em madeira, o que corrobora para a construção de uma linguagem.

Podemos dizer o problema nesse projeto se encontra justamente no ponto de querer mascarar essa linguagem. Os arquitetos fizeram questão de esconder todos os conectores metálicos que ligavam a fundação com o pilar, assim como os tirantes tensionados de aço das vigas da cobertura, além das juntas metálicas que serviram de auxílio aos encaixes de madeira. A ideia por trás disso é o de transmitir a sensação visual de que a estrutura é puramente de madeira. Isso vai de encontro com a ideia defendida por Frampton, de que os materiais e estruturas devem estar mostrando exatamente como são e funcionam.

Em contraposição, na casa Vila del Rey, Teixeira se serviu do conceito oposto. Utilizou juntas metálicas brutas, totalmente aparentes. O que pode ter tornado o projeto visualmente mais pesado, no entanto, ele se manteve coerente com o material com que estava trabalhando.

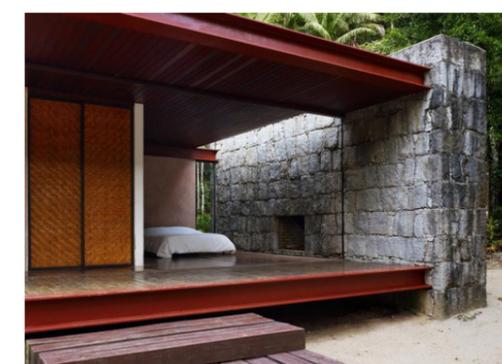
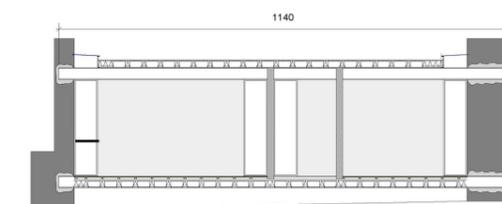
Atectônica

Apesar do desejo de Kogan de trabalhar com a técnica de encaixe madeira-madeira, no intuito de utilizar uma linguagem construtiva japonesa, ele frustra essa intenção ao ter que recorrer a conectores metálicos.

Carla Juaçaba conta em uma palestra⁸¹ que Frampton criticou seu projeto da Casa Rio Bonito justamente por ela tentar encobrir o encaixe das vigas metálicas na estrutura de concreto que estão disfarçadas pela pedra. Juaçaba utiliza o artifício de mascarar a técnica construtiva fingindo ser o muro de pedra o grande elemento estrutural da casa.

Kogan utiliza o mesmo princípio quando esconde os conectores metálicos que atuam como juntas entre os pilares e vigas do MiCasa. Ambos projetos mascaram uma complexidade construtiva para dar a impressão de aparente simplicidade.

Dado isso, podemos dizer que o projeto de Kogan trabalha a madeira de forma atectônica ao utilizar as juntas como elementos meramente estético, ele cobre a verdadeira técnica construtiva utilizada, e parte do princípio oposto do defendido por Frampton, de que a arquitetura é desvendar o fazer.



1. corte da casa rio bonito
2. fotografia do encontro entre a viga de aço e o muro de pedra | 1. desenho elaborado pela arquiteta 2. nelson kon



os encontros pilares e vigas parecem serem puramente de madeira | fernando guerra

⁸¹ "EVERYTHING CAN CHANGE IN 100 METERS" WITH CARLA JUAÇABA. 2015. 1 vídeo (51min). Publicado pelo canal UofTDaniels. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MpT-3AT5hQg&t=1818s>>. Acesso em: 22 ago. 2021



MINIMOD CATUÇABA

Local: São Luis do Paraitinga, SP
Ano do projeto: 2014
Ano da construção: 2015
Área Construída: 42 m²

Cliente
Hotel Fazenda Catuçaba

Projeto de Arquitetura

Luciano Andrades
Matías Carballal
Rochelle Castro
Andrés Gobba
Mauricio López
Silvio Machado

Construtora
Crosslam

MINIMOD PONTAL

Local: Porto Alegre, RS
Ano do projeto: 2013
Ano da construção: 2013
Área Construída: 27 m²

Cliente
-

Projeto de Arquitetura

Luciano Andrades
Matías Carballal
Rochelle Castro
Andrés Gobba
Mauricio López
Silvio Machado

Fabricantes
Eotelhado, Adal Home Systems, Enovare,
Sistema Steel House

Os abrigos pré-fabricados de madeira, que recebem o nome de MINIMODs, trabalham com o tema de construções extremamente “concentradas”: feitos totalmente com precisão em fábricas, montadas e levadas para ser implantadas in loco. São entendidas como concentradas tanto no sentido espacial, em que o tamanho do módulo confere um layout concentrado, quanto no sentido construtivo, em que toda a produção do abrigo é feita em um local apenas. Normalmente esses abrigos são inseridos em locais mais remotos, cercado de paisagens naturais. Dessa forma, o produto final – o abrigo – se torna completamente móvel, podendo ser transportado já inteiramente pronto da fábrica para o local que vai ser implantada, sendo necessário apenas concluir as instalações de sistemas complementares.

Existem alguns pontos essenciais para a concepção do projeto dos MINIMODs. O primeiro ponto é a ideia da pré-fabricação. O escritório buscava uma alternativa acessível a essas demandas. O projeto com os módulos padronizados, e em seguida fabricado e montado em fábrica, consegue reduzir os custos da execução da obra. A escolha dos materiais é de extrema importância na equação equilibrada entre custo x qualidade x conforto. A escolha pela CLT tira a complexidade de execução e leva em consideração conforto e qualidade de material, apesar de ainda ser uma tecnologia cara no Brasil. Cada módulo segue o tamanho de 3x3x3m, o que forma um cubo, ou uma caixa aberta, com estrutura autoportante, utilizando apenas painéis de CLT como as vedações que conferem essa estrutura. Todas as faces recebem tratamento externo para aguentar melhor as condições climáticas. O sistema de montagem é extremamente simples, utilizando apenas parafusos e juntas metálicas para unir as faces e os módulos entre si.

O segundo ponto é a ideia do módulo. Os arquitetos desenvolveram um número determinado de módulos que podem ser montados da forma que melhor convenha ao cliente ou a implantação no local. É quase uma

brincadeira, sendo possível testar um número x de possibilidades. Os módulos tem uma padronagem com móveis fixos produzidos também com painéis de CLT: o módulo da sala talvez seja o mais livre: sem ter necessariamente nenhum mobiliário fixado; o módulo dos quartos têm suas variedades com camas beliches ou camas de casal.

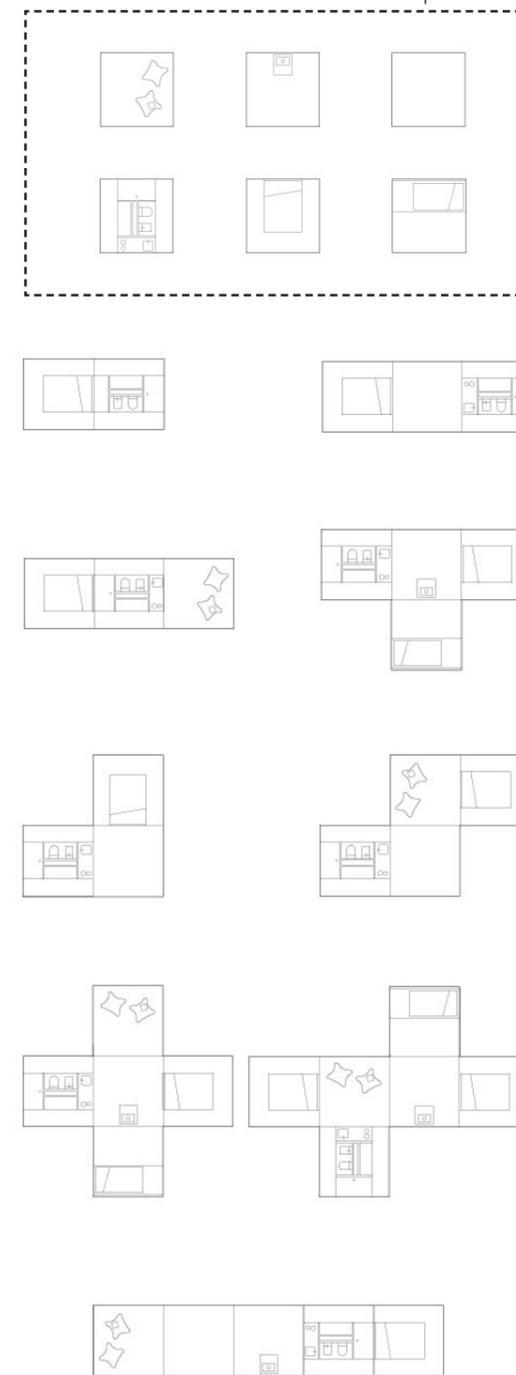
O módulo de serviço é mais hermético, possuindo apenas um layout. Isso se deve a limitação de espaço, e a necessidade de simplificar as problemáticas de execução das instalações hidrossanitárias. Por conta disso, o módulo do banheiro é o mesmo da minicozinha. De resto, existem variações de aberturas e layout de mobiliários fixos – camas, beliches e armários. É importante lembrar que o projeto é voltado para a demanda por abrigos de fim de semana, levando em conta o minimalismo e facilidade de manutenção. As aberturas variam de acordo com a implantação ou a demanda do cliente. Em geral, são produzidos módulos em que uma de suas faces é inteiramente de vidro. A cobertura, também de painel de CLT, é impermeabilizada e pode atender a um telhado verde.

Surgido a partir da percepção de uma demanda constante de clientes por “uma casa de temporada, ou de fim de semana”⁸², o escritório MAPA entendeu que deveria iniciar uma investigação sobre uma arquitetura mínima, produzida de maneira eficaz, pensando no sistema de pré-fabricação.

Justamente por ter essa concepção, o projeto dos MINIMODs tem uma aparência de “produto pronto”, que você adquire do escritório. Eles são vendidos em um site exclusivo e independente do site do escritório. Apesar disso, os projetos já construídos exibem configurações próprias, advindos dos interesses particulares dos clientes atendidos pelo escritório.

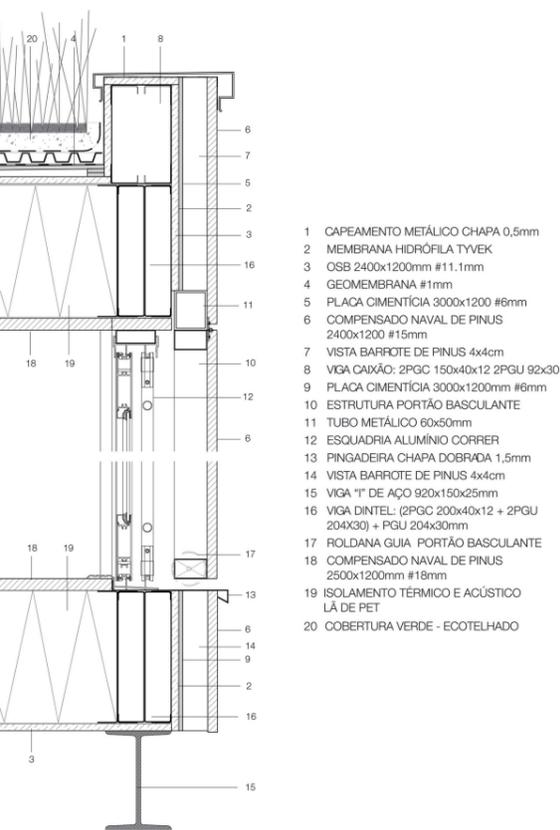
O desenvolvimento desse projeto apresenta um paralelo com a introdução de novas tecnologias construtivas em madeira no Brasil.

módulos + as suas possibilidades | desenhos elaborados pelo MAPA

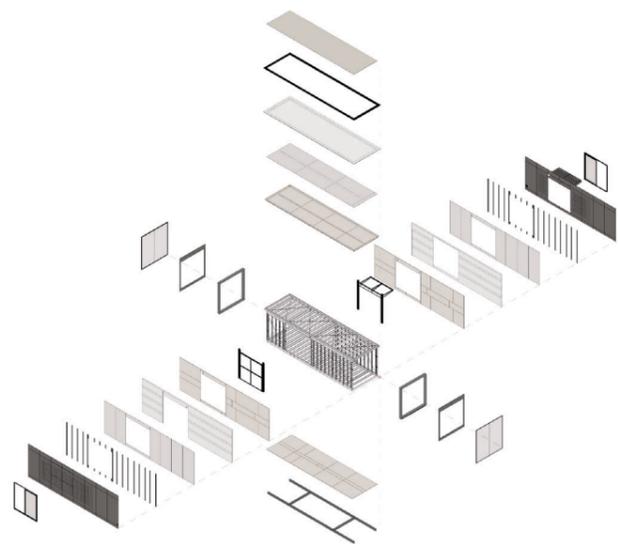


“brincadeira” de montagem de possibilidades de layout para os módulos dos MINIMODS | fotografia disponível no site do MAPA

⁸² Fala de Luciano Andrades na Escola da Cidade em 2015.



- 1 CAPEAMENTO METÁLICO CHAPA 0,5mm
- 2 MEMBRANA HIDRÓFILA TYVEK
- 3 OSB 2400x1200mm #11.1mm
- 4 GEOMEMBRANA #1mm
- 5 PLACA CIMENTÍCIA 3000x1200 #6mm
- 6 COMPENSADO NAVAL DE PINUS 2400x1200 #15mm
- 7 VISTA BARROTE DE PINUS 4x4cm
- 8 VIGA CAIXÃO: 2PGC 150x40x12 2PGU 92x30
- 9 PLACA CIMENTÍCIA 3000x1200mm #6mm
- 10 ESTRUTURA PORTÃO BASCULANTE
- 11 TUBO METÁLICO 60x50mm
- 12 ESQUADRIA ALUMÍNIO CORRER
- 13 PINGADEIRA CHAPA DOBRADA 1,5mm
- 14 VISTA BARROTE DE PINUS 4x4cm
- 15 VIGA "I" DE AÇO 920x150x25mm
- 16 VIGA DINTEL: (2PGC 200x40x12 + 2PGU 204x30) + PGU 204x30mm
- 17 ROLDANA GUIA PORTÃO BASCULANTE
- 18 COMPENSADO NAVAL DE PINUS 2500x1200mm #18mm
- 19 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO LÃ DE PET
- 20 COBERTURA VERDE - ECOTELHADO



as diversas camadas que os primeiros projetos do MINIMOD tinham para atender ao conforto térmico e acústico, além de comportar as instalações elétricas e hidrosanitárias e ser uma estrutura autoportante | desenhos elaborados pelo MAPA

O projeto dos MINIMODs começou em 2013 com um projeto em Porto Alegre: o MINIMOD Pontal. A premissa continuou a mesma, mas a técnica construtiva mudou bastante. O projeto de Pontal utiliza uma série de camadas para conseguir atingir o desempenho estrutural e de conforto térmico e acústico que os arquitetos desejavam. Como a chapa de compensado tem um tamanho padrão de 2,44x1,60m, os módulos tinham esse limite imposto pelo material. No Pontal, a modulação chega a no máximo esse tamanho.

Ao longo dos anos, o MAPA chegou no CLT como alternativa a todas essas camadas. No projeto de Catuçaba já é aplicada a nova técnica construtiva e praticamente todas as camadas que existiam no Pontal foram substituídas por painéis de CLT. Esses painéis não têm tamanho padrão específico, o fabricante delimita o limite a partir da sua capacidade de produção (tamanho do maquinário, transporte e logística são os fatores). O módulo de 3x3x3m que o MAPA implementou nos projetos subsequentes ao Pontal, segue um tamanho mais confortável, mas também tem relação com o limite imposto pela logística de transporte dos módulos já fabricados e montados.

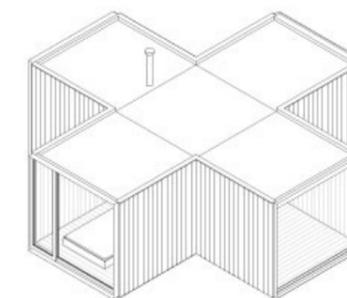
O MAPA é um coletivo de arquitetura que tem sede tanto no Brasil, em Porto Alegre, quanto no Uruguai, em Montevideo. Formada pelos sócios Luciano Andrades, Matias Carballal, Andrés Gobba, Mauricio López e Silvio Machado, a partir da junção dos escritórios MAAM e STUDIOPARALELO. Eles se descrevem em seu site como um "estúdio criativo cujo campo de atuação é a arquitetura [...] focado em criar novas realidades materiais, digitais, naturais e culturais [...]". Desenvolve explorações vinculadas a pré-fabricação e a paisagem [...].⁸³ O coletivo possui projetos em várias escalas, e utilizam metal e concreto quando esses se mostram o mais condizente com a ideia de arquitetura que eles querem promover.

Os integrantes do escritório definem os in-

teresses do escritório como a relação da indústria com a maneira como se constrói. Com isso, querem dizer que a precisão de produção e a otimização do material e dos recursos auxilia a não desperdiçar energia, tempo e recurso. Existe uma abordagem ambiental embutida nesse discurso, associando o escritório a uma produção arquitetônica pautada em procurar soluções alternativas ao modo produtivo ambientalmente preocupante que norteia grande parte do meio da construção civil.



1



2

1. planta em cruz do minimod catuçaba

2. perspectiva do projeto em cruz do minimod catuçaba

3. planta em linha do minimod catuçaba

4. perspectiva do projeto em linha do minimod catuçaba

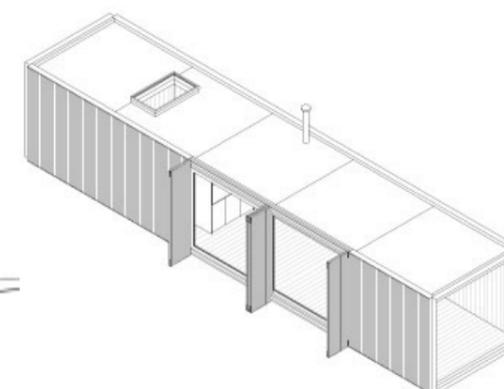
5. corte do projeto em linha do minimod catuçaba. mesmo com esse corte simples, é possível perceber que todas as camadas dos projetos anteriores foram substituídas por uma única camada de CLT



3



5



4

⁸³ Disponível em: <<https://mapaarq.com/pt-br/estudio/>> Acesso em 17 abr 2021

⁸³ Disponível em: <<https://mapaarq.com/pt-br/estudio/>> Acesso em 17 abr 2021

Soluções industrializadas tendem a criar uma noção de repetição de elementos e dimensões no projeto, mas também podem ser limitantes por conta da padronização imposta pela indústria. Conceber e construir em madeira engenheirada é de inalienável do processo de pré-fabricação. Como todas as peças têm que ser produzidas em uma fábrica, para só posteriormente serem enviadas para o canteiro de obra onde serão montadas a seco, já indica uma construção prévia e externa ao local da implantação. O que tira, de certa forma, uma liberdade criativa nas tomadas de decisão momento a momento em uma construção totalmente in loco.

No entanto, existem níveis diferentes de pré-fabricação. As obras analisadas anteriormente, como a residência dos Aflalo, tem um índice médio de pré-fabricação, já que toda a montagem foi feita in loco, apesar de se utilizar em grande parte da construção produtos industrializados. As Moradias Infantis de Canuanã tem um índice baixo de pré-fabricação. A estrutura da cobertura foi pré-fabricada em São Paulo e montada in loco, mas todo resto, como os blocos de alvenaria, o piso de concreto e as instalações foram feitas no canteiro, em um processo mais usual. Por outro lado, os MINIMODs são de alto índice da pré-fabricação, podendo ser considerada industrializada.

O projeto dos MINIMODs, apesar do seu nível alto de pré-fabricação, consegue, mesmo que dentro de um campo limitado, ainda propor individualidade. Uma arquitetura industrializada pode vender um sistema, não uma casa pré-fabricada pronta, propriamente dita. Ela ainda permite uma série de particularidades.

No final da década de 1950, o escritório OCA, do Sérgio Rodrigues, lançou em uma exposição no MAM-RJ um sistema de casas pré-fabricadas em madeira chamado SR2. No texto do catálogo da mostra, o crítico de arte e arquitetura Mário Pedrosa traça elogios e levanta as questões da época – que encontram ecos hoje – sobre a questão da

pré-fabricação. Ele escreve:

O problema dos pré-fabricados para casa é impensável sem uma ligação estreita com o mundo industrial. A casa da OCA não é um todo indissolúvel que, por sua engrenagem, proíba modificações na forma e na distribuição de seus espaços. Não é um brinquedo, inflexível, na fixação das suas partes [...] Ela é portátil, mas não imutável, segundo um molde dado para sempre.⁸⁴

Sérgio Rodrigues tentou com a SR2 lançar algo que se assemelha ao que o MAPA propõe com os MINIMODs. Um tipo de moradia pré-fabricada que trabalha com módulos e que pode ser montado de acordo com as necessidades particulares do cliente e do local. Assim como os MINIMODs, o SR2 tem “flexibilidade para possibilitar uma escolha individual na variedade desse tipo de habitação. Graças ao módulo básico, com seus múltiplos e submúltiplos, a casa pode ser aumentada [...]” ou disposta de maneiras diversas.

Mas existe um limite para as semelhanças. Na década de 1950, os arquitetos tentavam encontrar soluções para problemas nacionais. A habitação para a classe média era uma delas. Sérgio Rodrigues tentava introduzir no Brasil uma proposta de moradia acessível e de qualidade. Existe nessa tentativa um eco do sonho bauhasiano da arquitetura ser uma ferramenta para se resolver problemas sociais.

Os arquitetos do MAPA não demonstram essa preocupação, a princípio. A serialidade, que existe no conceito do projeto dos MINIMODs, não está em busca apresentar uma solução social para o problema da habitação nas cidades contemporâneas brasileiras. Ela existe mais para atender uma demanda de “eficiência”. Eficiência na produção, no custo, no gasto de recursos ambientais, etc.

Os MINIMODs carregam semelhanças de propósito existencial mais próximas ao abrigo comercializado pela loja internacional, MUJI. Com tudo de madeira, o abrigo da

⁸⁴ PEDROSA, Mario. Casa Individual Pré-Fabricada. Rio de Janeiro: MAM, 1960.



etapas construtivas de um modelo de habitação do sr2 apresentado na exposição no mam-rj | catálogo da exposição



projeto em cruz em catuçaba, implantado no terreno | leonardo finnoti

MUJI tem uma semelhança estética com o MINIMOD. Seu revestimento externo e interno apresentam o contraste entre a madeira escura e clara. Para além dessa relação estética – talvez em tendência - o propósito dos dois produtos é o mesmo: fornecer uma possibilidade acessível e de qualidade para o cliente que queira ter um refúgio de campo simples.

A loja MUJI, de origem japonesa, mas com presença ampla no norte global, possui uma linha de casas pré-fabricadas inteiramente prontas, que você adquire em suas lojas físicas ou virtuais, da mesma maneira que adquire qualquer outro produto comercializado pela loja – como roupas e acessórios para casa. A forma com que os dois produtos são comercializados se assemelham.

Existe uma simplicidade maior na forma como a MUJI incorpora a ideia de pré-fabricação no seu produto, propondo uma homogeneização ao oferecer produtos padrões – idênticos entre si – para seus clientes. Os MINIMODs, no entanto, também são também oferecidos como produtos prontos, e também são apresentados com uma certa padronagem e standardização. Os acabamentos internos e externos, as aberturas e os módulos de serviço são os mesmos sempre, construídos na América Latina ou na Europa.

Apesar disso, a concepção arquitetônica é diferente. Os refúgios, ou huts, da MUJI, tem uma planta simples e não permite alteração por parte dos clientes. Vale apenas o que está no catálogo, sem possibilidades de modificações. Você compra, encomenda, e ele é implantado no local. Não tem a mesma concepção modular dos MINIMODs, e por isso é mais limitadora. Não pode crescer, nem assumir formas e programas distintos. Existe uma diferença na complexidade do projeto. A particularidade dos MINIMODs é a brincadeira do Lego: a decisão de como encaixar e abrir os módulos.



os abrigos vendidos pela muji | fotografias disponíveis no site da MUJI

Tectônica como geradora da forma

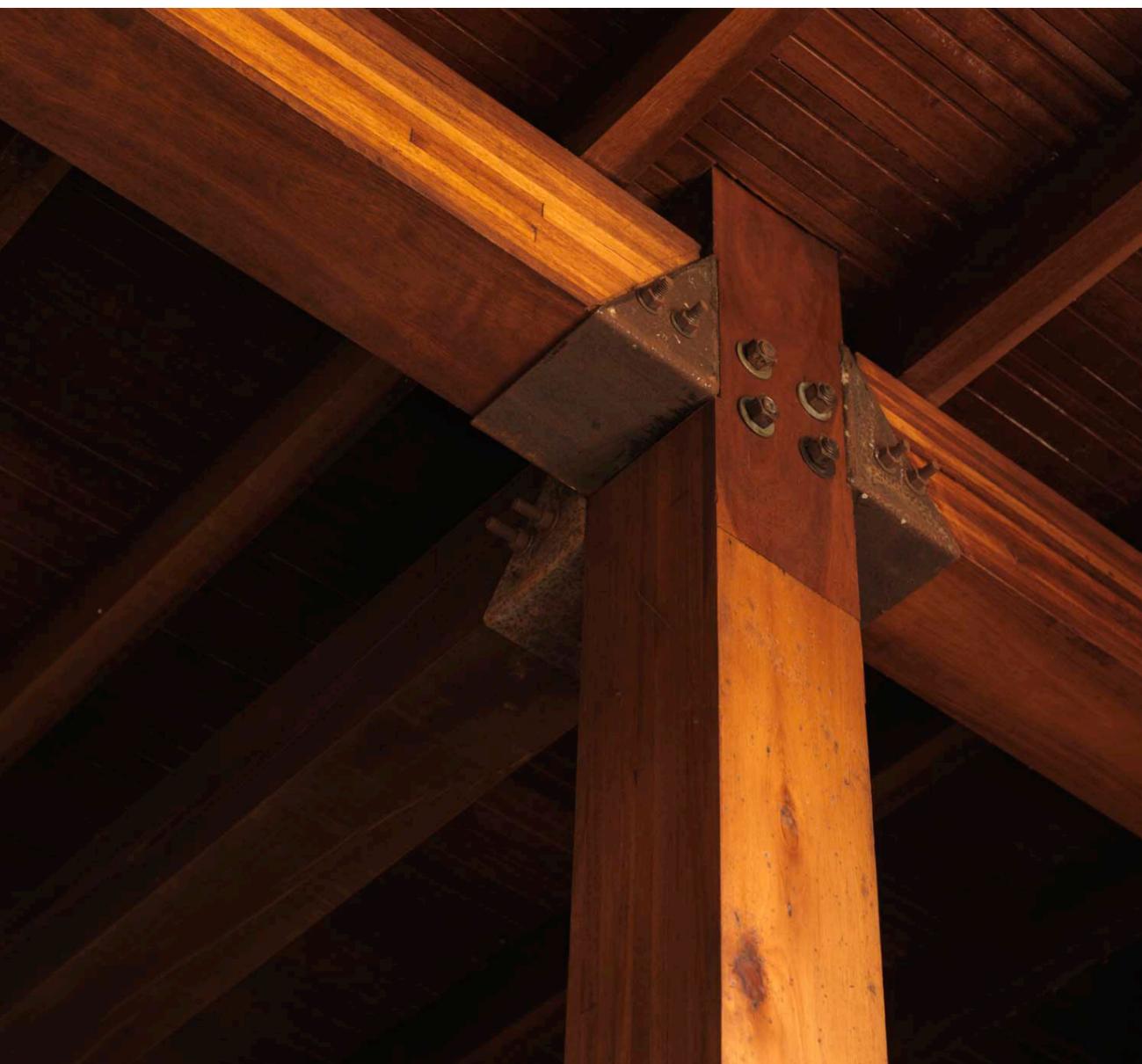
A transformação que ocorreu na técnica construtiva entre os primeiros projetos dos MINIMODs e os mais recentes que utilizam CLT demonstra a possibilidade de remodelações que existe no método seriado.

As diversas camadas utilizadas no projeto do Pontal, em 2013, eram necessárias para se chegar na forma do cubo desejada pelo escritório. O CLT, introduzido alguns anos depois no projeto, retirou todas essas camadas, mas produziu, com o mesmo efeito, a forma básica dos primeiros projetos.

A necessidade de simplificação de execução do projeto, por conta do seu caráter de produto semi-pronto, fabricado de forma seriada, cria uma relação direta com o pensamento tectônico. A forma da caixa, com o mesmo material em todas superfícies, uma cobertura plana impermeabilizada, sem revestimentos internos - o próprio painel de CLT já é o revestimento de madeira - evidencia o desmascaramento dos materiais e juntas. Os quatro painéis de CLT, presos por parafusos e conectores metálicos, resumem a simplicidade da forma e da tectônica, e mostra que a ausência de camadas nada tem a esconder do seu processo construtivo



processo de montagem em fábrica dos módulos dos MINIMODs | fotografias do mapa



carlos m teixeira

Casa Vila del Rey
2000 | **Carlos M. Teixeira / Vazio S.A.**

Esse trabalho foi desenvolvido dentro dos limites de uma pesquisa de conclusão de curso de graduação. Seu curto período de duração restringe o nível de profundidade que poderíamos chegar dentro dos complexos temas abordados por ele. Entendemos que a noção de tectônica está em contínua transformação, e sua ramificação de interpretações não tendem a conclusão enquanto novos fatores são adicionados ao campo da construção na arquitetura.

Escolhemos abordar a tectônica utilizando a madeira como material primordial para nossas análises. A madeira também é um tema muito próximo a mim. Proximidade que aumentou ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Explorar os diversos caminhos que a madeira tem apresentado nos últimos anos me leva a perceber que este material tem um potencial particular. Ler os textos, ver as entrevistas e apresentações de grandes nomes da arquitetura e da engenharia e notar a paixão que a madeira provoca nessas pessoas, é um estímulo para continuar a pesquisar e seguir trabalhando com o material.

Os quatro projetos analisados nos apresentam uma ilustração de um panorama do que vem sendo feito no Brasil, e nos ajudam a jogar luz sobre algumas questões pertinentes a relação da madeira com a arquitetura. Temas como processo construtivo, o uso do material como publicidade, atectônica, pré-fabricação e industrialização são representados por esses projetos. No entanto, a sua contribuição mais pertinente à abordagem tectônica desse trabalho tem relação com uma das definições de Frampton para a arquitetura no sentido que expressa o que é a tectônica: o ato de criar e revelar.

Cada projeto trabalha de maneira diversa essa noção específica. A residência Pio IX têm, na medida do possível, o caráter experimental de elaborar técnicas construtivas com madeira com a intenção de deixá-las em evidência, porque são elas que contribuem para a riqueza arquitetônica do projeto. A ambiência criada pelos cruzamentos em diversas direções das vigas, vigas curvas e treliças nos ambientes da residência é uma das forças do projeto. O MiCasa trabalha com uma noção antítese ao que Frampton defende: ao se apoiar tanto no aspecto visual da estrutura de madeira pura, torna o projeto atectônico quando mascara a sua verdadeira técnica construtiva. Os MINI-MODs encontram nos painéis de CLT a simplificação do processo construtivo de seus projetos. A tecnologia é a melhor resposta técnica possível para solucionar a simplicidade de projeto e execução que eles estavam procurando. O processo construtivo é tão simples que ele se mostra evidente no produto concluído. As próprias faces estruturais são o revestimento interno, tornando a relação sensível humana diretamente ligada com os materiais que sustentam o edifício.

O ato de criar e revelar, ao nosso ver, tem como objetivo transmitir um valor sensível e poético às construções. Essa tarefa cabe ao campo da arquitetura. As obras analisadas aqui tomam caminhos diferentes para chegar nesse objetivo.



Acredito que a maior contribuição desse trabalho seja a pesquisa sobre a relação entre madeira e o projeto. Entender as suas questões construtivas particulares, e como isso pode fornecer caminhos para o pensamento tectônico na arquitetura foi a base da minha intenção com esse trabalho. As tecnologias de madeira engenheirada entram como uma forma de apresentar novas tecnologias que ajudam a quebrar certos paradigmas inerentes a madeira maciça como a dificuldade de obtenção de peças com determinadas dimensões e formatos, e mesmo a questão da

sustentabilidade. Elas surgem com mais força no contexto ambiental contemporâneo para colocar a madeira novamente como um material construtivo pertinente às demandas do nosso tempo.

A noção de tectônica está em constante construção e transformação, e suscita uma série de interpretações ao longo do tempo. Novas tecnologias contribuem para acender o debate de como a tectônica encontra seu lugar na concepção arquitetônica. Por mais que possamos atribuir à madeira uma aproximação maior com a tectônica no que toca ao seu caráter projetual, a tectônica é uma decisão de projeto, e não de material. Isso fica evidente nas nossas análises, e foi de fato uma percepção pessoal que ocorreu ao longo da pesquisa.

A intenção é que esse trabalho seja uma semente para que os alunos da FAU-UFRJ se interessem pelo tema da construção em madeira. Espero que, a partir das análises e interpretações desse trabalho, outros surjam. Porém, a ideia é que o debate se estenda para onde a teoria da arquitetura tem, ao meu ver - e ao ver de Frampton -, um maior valor: na tectônica.





fernando guerra

MiCasa Vol.C
2015 | Studio MK27

As entrevistas foram realizadas por troca de e-mails.

Até a data de entrega desse trabalho, Marcelo Aflalo não tinha enviado as respostas para as perguntas.

Hélio Olga Jr é o engenheiro e fundador da Ita Construtora. Atua desde 1987 com construção em madeira. Desde o início da década de 2000, seu trabalho tem foco na madeira engenheirada. Projetou e construiu mais de 1500 obras, sendo a grande maioria com estrutura de madeira. Sempre participou ativamente no desenvolvimento da tecnologia construtiva com o material, trocando e compartilhando informações com engenheiros e arquitetos europeus, canadenses e norte-americanos. Sem dúvida, seu caráter professoral, disposto a dar aulas, palestras e estar sempre disposto a responder perguntas sobre o tema, contribuiu para a difusão da madeira como material construtivo no país. É o engenheiro responsável pela construção de dois projetos analisados nesse trabalho: a residência Pio IX e as Moradias Infantis de Canuanã.

Marcelo Aflalo é arquiteto formado pela USP. Fundou em 2017 o Núcleo da Madeira, sediada em São Paulo. Ela tem como objetivo, entre outras coisas, 'incentivar e amparar o uso da madeira na construção civil', segundo seu Estatuto. Para tanto, Aflalo junto com outros representantes do mundo da construção em madeira no país se reuniram a fim de recolher e transmitir informações a respeito do material. Possuem um curso de pós-graduação, além de uma sede física que tem função de ser um centro de estudos. Junto com sua esposa, Marta, coordena o escritório Univers Arquitetura. A residência Pio IX é de autoria do casal, junto com o engenheiro Helio Olga.

P. Sua casa no Jardim Vitória Régia, São Paulo, projetada pelo arquiteto Marcos Acayaba, é vista pelo crítico e arquiteto Guilherme Wisnik como um marco inicial para o interesse em construir em madeira no Brasil. Apesar disso, depois de mais de 30 anos, ainda construímos muito pouco com o material no Brasil. **Como é possível superar essa resistência?**

R. Hoje não existe mais uma resistência significativa ao uso da madeira na construção civil, pelo contrário há um interesse muito grande pela madeira.

Principais problemas:

Engenheiros e arquitetos não conhecem o material e muitas vezes querem usar de forma inadequada. Salvo raras exceções não existem nas universidades cursos voltados para a madeira.

Como a produção ainda é relativamente pequena não temos ganhos de escala que permitirão preços ainda mais competitivos. Cola e conectores são importados.

Mesmo nossa fábrica que tem uma CNC Hundegger muito eficiente precisa aumentar o volume de produção e a automatização dos processos.

■

P. É comum a dissociação entre o campo da engenharia e arquitetura, o que cria uma separação onde a primeira é aparentemente representada pelo pragmatismo, e a segunda se resume a questões estéticas. Apesar disso, o trabalho dos engenheiros pode ser extremamente enriquecedor quando há troca com os arquitetos. Vocês, na Ita, são responsáveis por definir a tectônica do projeto, ao definir os detalhes construtivos da obra, sempre atentos às qualidades particulares da madeira. Talvez um dos motivos da Ita ser tão reconhecida pelos arquitetos brasileiros seja pela sensibilidade estética e construtiva que vocês empregam em suas soluções. **Como funciona a troca de experiências entre a Ita e os arquitetos? Qual a importância de estreitar a relação entre os dois campos?**

R. Nossa equipe é composta por engenheiros e arquitetos.

Buscamos atender as demandas dos arquitetos, mas respeitamos muito os limites do material.

Durante o desenvolvimento do projeto há uma troca intensa de informações. Como nosso sistema é totalmente industrializado não podemos deixar nada para "resolver na obra".

Quanto à questão do desenho temos uma visão clara: a boa engenharia vai levar a bons detalhes e ajudar a obtermos uma boa arquitetura. Para nós não existe a dissociação entre os campos.

■

R. Acho que de certa forma já respondi na pergunta anterior, mas posso acrescentar um comentário importante: temos um grande repertório de soluções – já são 41 anos de trabalho, quase duas mil obras e milhares de projetos não realizados – mas estamos sempre em busca de novas soluções.

E na busca destas soluções a questão estética é muito importante. Um bom desenho é parte e consequência de uma boa engenharia.

O aparelho de apoio dos pilares das Moradias é um bom exemplo: precisávamos isolar a madeira de um piso que seria constantemente lavado e receberia as chuvas intensas típicas da região. Uma necessidade puramente técnica, para garantir a durabilidade da estrutura levou a uma solução esteticamente interessante.

■

R. A MLC é usada em sistemas pilar-viga. O CLT é usado sobretudo em paredes portantes e lajes. São materiais complementares e já estamos desenvolvendo projetos que combinam MLC e CLT.

■

R. Hoje em dia temos quase a mesma liberdade formal no uso da MLC em comparação com o aço e o concreto.

■

R. A madeira da estrutura não pode ficar diretamente exposta ao sol e chuva. Nas condições brasileiras é um erro grave. Nos nossos projetos peças expostas são revestidas com madeira, com o que nós chamamos de peças de sacrifício.

Não podemos "enterrar" a madeira dentro de uma fundação em concreto. Ela também não pode ter contato direto com o solo.

P. O detalhe construtivo é uma parte importante para um projeto de arquitetura, podendo adquirir uma importância definitiva ao ser caracterizado como a expressão da obra. Em geral, como a Ita possui o conhecimento construtivo em madeira, são vocês que desenvolvem os detalhes na estrutura dos projetos que chegam a vocês. Vocês desenvolveram uma linguagem ao longo dos anos que sem dúvida foi uma resposta necessária ao material que estavam trabalhando: o de utilizar juntas metálicas. Apesar disso, existe uma preocupação de torná-las esteticamente sutis. Hugo Segawa comenta sobre essa sutileza quando descreve a junção do pilar com a fundação nas Moradias Infantis, os comparando a pés de bailarina. **Como vocês enxergam a importância estética no desenvolvimento dessas técnicas?**

P. A Ita trabalha nos últimos anos principalmente com MLC. **Existe uma vontade de explorar outras tecnologias de madeira engenheirada, como a CLT, que vem ganhando espaço no mercado nacional?**

P. A MLC oferece as mesmas possibilidades construtivas que outras estruturas independentes, ou existe algum diferencial que a torna particular?

P. Nem tudo pode ser construído unicamente em madeira. **Quais são os limites do material?**

P. Wisnik diz que a Ita “explora a madeira com um raciocínio semelhante ao do metal, buscando a serialização produtiva, o acabamento uniforme, e uma esbeltez dos perfis compatível com o seu desempenho estrutural real”, afastando a produção de vocês de uma ideia associada primeiramente a madeira: a da construção artesanal. Isso foi uma decisão premeditada, ou foi uma reação a insatisfações nos projetos e canteiros? **A madeira como material construtivo tem caminhado para o campo da pré-fabricação?**

P. O projeto da residência Pio IX dos Aflalos foi uma experiência construtiva que foi o início de uma percepção de que a madeira pode mais do que a princípio mostrava. Foi um ponto de virada para a Ita e para o entendimento da madeira como material construtivo. **Quais foram as descobertas realizadas nesse projeto que nortearam a sua produção posterior?**

P. As Moradias Infantis de Canuanã é uma obra premiada por uma série de motivos. Uma delas, sem dúvida, foi a sensibilidade com que os materiais foram utilizados. A leveza que existe na cobertura, proporcionada pela esbeltez da estrutura de madeira, enriquece essa linguagem sensível. **Como foi desenvolver esse projeto, levando em consideração esse aspecto?**

R. A construção em madeira é a que melhor se presta para a industrialização. Os elementos são leves, fáceis de cortar e usinar e com conexões relativamente simples. Quando montamos em 1978 as primeiras estruturas elas já eram projetadas e pré-fabricadas pelo Zanine em Nova Viçosa.

R. A residência Aflalo (1999) foi muito importante para nós em dois aspectos: foi nossa primeira experiência com eucalipto e fizemos nossa primeira viga curva laminada pregada.

Apesar de uma técnica ainda rudimentar ela abriu um campo de experimentação gigante que sem dúvida contribuiu para nosso trabalho atual

R. O projeto do Acayaba para minha casa foi o precursor da retomada da construção em madeira pelos arquitetos brasileiros e Canuanã foi a consolidação deste processo.

O projeto chegou para nós já pensado em madeira, com todas as adequações ao material. Desenvolvemos conjuntamente os detalhes que contribuíram muito para a sensação de leveza.

Tudo foi pensado para termos uma estrutura econômica e eficiente e acho que conseguimos em resultado excepcional. É uma obra merecedora de todos os prêmios recebidos sobretudo pelo despojamento e adequação das soluções adotadas.



P. Você diz em uma palestra realizada na Casa Natura em 2017 que milita em “*prol do desenvolvimento da madeira na arquitetura*”. **Como surgiu a motivação para defender a madeira?**

P. Levando em consideração que a madeira tem um preço de mercado relativamente mais alto que o cimento, e que projetos com estrutura de madeira engenheirada por serem especializados, tendem a serem mais valorizados, podemos concluir que ainda é caro construir com madeira no Brasil. **A madeira tem potencial de ser um material mais acessível, ou ela está fadada a ser um artigo de luxo?**

P. Alguns arquitetos consideram que projetar com madeira implica em, necessariamente, pensar em modulação e trama estrutural. **Quais são as particularidades inerentes ao material no que toca o projeto?**

P. Você comenta que os projetos devem se adaptar aos processos construtivos e não o contrário. De certa forma, isso lembra Kenneth Frampton, que, em seu livro *Studies in Tectonic Culture*, afirma que o edifício é primeiro uma construção, e depois “um discurso abstrato baseado em superfície, volume e plano”. A madeira exige um maior conhecimento do material por parte do arquiteto pois ela está intrinsecamente associada ao pensamento construtivo. **O que você pensa a respeito disso?**

P. No currículo da FAU-UFRJ, enquanto o concreto é discutido em praticamente todas as disciplinas de estrutura, projeto e construção, nós somos apresentados à madeira em apenas uma matéria de cálculo estrutural. Isso, segundo a pesquisa do Ailton Cabral e do Ivan do Valle, se repete em praticamente todas as escolas de arquitetura no país. Sem dúvida, o concreto tem um lugar hegemônico no pensamento arquitetônico brasileiro. **Até que ponto a madeira, como material e estrutura, pode gerar uma nova forma de pensar a arquitetura no Brasil? É possível, inclusive, dizer que a madeira gera, de fato, outra forma de pensar o projeto?**

P. Um dos objetivos do Núcleo da Madeira é tentar mudar esse panorama atual do desconhecimento da madeira como material construtivo, criando cursos para a formação de arquitetos e designers focados na construção com madeira. **Quais são as expectativas frente a esse desafio?**



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAYABA, Marcos. **Marcos Acayaba**. São Paulo: CosacNaify, 2007
-
- AFLALO, Marcelo. **Estrutura em madeira: forma e método**. 2020. 160p Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2020.
-
- AFLALO, Marcelo. INO, Akemi. **Estrutura de madeira: forma e método**. Anais do 4º. Seminário de Acompanhamento do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do IAU USP. São Carlos, 2017.
-
- AFLALO, Marcelo(Org.) **Madeira como Estrutura: a história da Ita**. São Paulo: Paralaxe, 2005
-
- AFLALO, Marcelo; INO, Akemi. **Residência Pio IX, uma análise gráfica**. Vitruvius, São Paulo, n. 233.08, Out de 2019. Arqtextos. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/01.012/889>> Acesso em 22 maio 2021
-
- ALVES, Taís de Moraes. **Madeira na Arquitetura Moderna Brasileira**. 2014. 232p. TFG em Arquitetura e Urbanismo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de São Paulo, São Paulo
-
- AMARAL, Izabel. Quase tudo que você queria saber sobre tectônica...In: **Pós**. V.16 n.26. São Paulo, 2009
-
- AMORIM, Silvia Teixeira Andrade; et.al.. A madeira laminada cruzada: aspectos tecnológicos, construtivos e de dimensionamento. **Matéria (Rio de Janeiro) [online]**. 2017, v. 22, n. Suppl 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-707620170005.0273>>. Acesso em: 29 jun 2021
-
- BERRIEL, Andrea. **Arquitetura de Madeira: reflexões e diretrizes de projeto para a concepção de sistemas e elementos construtivos**. 2009. 363p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná.
-
- BITTENCOURT, Rosa Maria. **Concepção Arquitetônica da Habitação em Madeira**. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
-
- BRANDÃO, Carlos Antônio Leite. **A formação do homem moderno visto através da arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.
-
- CARVALHO, Amanda Beatriz Palma de. **Projetar e Construir com Madeira: Legado de Zanine Caldas**. 2018, 194p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU-USP, São Paulo.
-
- COSTA, Maria Heloísa; BOTELHO, Hamilton. Habitação Indígena Brasileira. In: **Suma Vol.2** - Tecnologia Indígena (p.27-94). Petrópolis: Vozes, 1986
-
- CROSSLAM. **Conhecendo sobre o CLT**. São Paulo: Crosslam, 2019
-
- FARANI, Tiago Luiz; BEDIAGA, Gustavo (Org.). **Produção Madeireira de Espécie Nativas de 2012 - 2017**. Brasília: IBAMA, 2019.
-
- FRAMPTON, Kenneth. Rappel a l'Ordre, Argumentos em Favor da Tectônica. In: NESBIT, Kate (Org.). **Uma Nova Agenda para a Arquitetura**. São Paulo: CosacNaify, 2006.
-
- FRAMPTON, Kenneth. **Studies in Tectonic Culture**. Estados Unidos: MIT Press, 1995.
-
- GONÇALVES, D. **Sistema estrutural treliçado modular em madeira - SET 2M**. São Paulo, 2007. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 365p.
-
- IPHAN. **Dossiê Tombamentos. Roteiros Históricos de Imigrações: Santa Catarina**. Brasília: IPHAN, 2005
-
- IPHAN. **Mestre Artífices de Minas Gerais**. Brasília: IPHAN, 2011
-
- KOLB, Josef. **Systems in Timber Engineering**. Boston: Birkhäuser, 2008.
-
- LARA, Luiz Fernando. Sobre la invisibilidad de la madera. In: **Arquitectura y Ciudad. N°150**. Chile, 2012.
-
- LEITE, Thaisa Marques. VALLE, Ivan do. O uso de madeira laminada colada no Brasil: panorama e desafios. IN: CLEAM+CEMAD, 2017, Buenos Aires. **Conference Paper**. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/318684521_O_USO_DA_MADEIRA_LAMINADA_COLADA_NO_BRASIL_PANORAMA_E_DESA-

FIOS> Acesso em: 04 fev 2021

-

LEMONS, Carlos A.C.. **Arquitetura Brasileira**. São Paulo: EdUSP, 1979.

-

LOCHER, Mira. **Traditional Japanese Architecture: an explorations of elements and forms**. Japan: Tuttle Publishing, 2010.

-

MEIRELLES, Celia Regina Moretti. **Tecnologias da Construção em Madeira: adequação dos sistemas de fechamento e vedação**. Relatório de Pesquisa. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011.

-

MOUTINHO, Mario. **A Arquitetura Popular Portuguesa**. Lisboa: Editorial Estampa, 1995

-

NESBIT, Kate (Org.). **Uma Nova Agenda para a Arquitetura**. São Paulo: CosacNaify, 2006.

-

OLGA JR, Helio. SALVATORE, Daniel. Wooden Structures in Brazil: Present Situation and Perspectives. IN: WCTE, 2014, Quebec. **Conference Paper**. Disponível em: https://www.academia.edu/16099930/WOODEN_STRUCTURES_IN_BRAZIL_PRESENT_SITUATION_AND_PERSPECTIVES> Acesso em: 04 fev 2021

-

PEDROSA, Mario. **Casa Individual Pré-Fabricada**. Rio de Janeiro: MAM, 1960.

-

PEREIRA, Andréa Franco. **Madeiras Brasileiras - Guia de combinação e substituição**. São Paulo: Editora Blucher, 2013.

-

PRECIOUS WOODS. **Manejo Florestal: Resumo Público**. Itacoatiara: Precious Woods, 2013

-

ROBERTSON, A.B., LAM, F. C. F., COLE, R.J. A Comparative Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Mid-Rise Office Building Construction Alternatives: Laminated Timber or Reinforced Concrete. **Buildings, v. 2, n. 3**, pp. 245-270, 2012.

-

SANTOS, Roberto Eustáquio dos. **A armação do concreto no Brasil. História da difusão da tecnologia do concreto armado e a construção de sua hegemonia**. 368p Tese (Doutorado em Educação) – Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

-

SEGAWA, Hugo. Prêmio APCA 2017 – Categoria “Obra de arquitetura no Brasil”. Moradias de estudantes na Fazenda Canuanã, Rosenbaum (Marcelo Rosenbaum e Adriana Benguela), Aleph Zero (Gustavo Utrabo e Pedro Duschenes), Ita Construtora (Helio Olga). Drops, São Paulo, ano 18, n. 125.05, **Vitruvius**, fev. 2018 <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/drops/18.125/6882>>.

-

VASCONCELLOS, S. de. **Arquitetura no Brasil: Sistemas Construtivos**. P. de Mello. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1979.

VIDEOS

A MADEIRA ENGENHEIRA DA É CONSIDERADA O FUTURO DA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2020. 1 vídeo (1 min). Publicado pelo canal Amata Brasil. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=S-hqJTixvIk>>. Acesso em: 22 ago. 2021

-
ARQUITETURA EM MADEIRA. 21 de julho de 2020. 1 vídeo (58 min). Publicado pela conta Escola Coletiva de Projeto. Disponível em: <https://www.instagram.com/tv/CC6__JPCCp4/>. Acesso em: 22 agosto 2021.

-
PLANTANDO NO CAMPO, COLHENDO NA CIDADE. 21 de out de 2020. 1 vídeo (1min e 18 segundos). Publicado pelo canal Amata. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5v9oZqEuLAM>>. Acesso em: 22 agosto de 2021.

-
LUCIANO ANDRADES: MAPAS. 1 de set de 2015. 1 vídeo (1 hora e 18 minutos). Publicado pelo canal Escola da Cidade. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OHpl5IW2_g&t=4168s> Acesso em 22 de agosto em 2021.

-
MADEIRA E ARQUITETURA. 19 de novembro de 2020. 1 vídeo (1 hora e 32 minutos). Publicado pelo canal Matéria Prima. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aQkNJvpEncQ>>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

-
VIVAMADEIRA! LIVE COM KENGO KUMA E MARCIO KOGAN - LEGENDADO. 25 de junho de 2021. 1 vídeo (1 hora e 4 minutos). Publicado pelo canal Galeria da Arquitetura. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LAcmlJ9Pa_s>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

-
ESTRUTURAS DE MADEIRA (ENGO. HÉLIO OLGA). 02 de fevereiro de 2021. 1 vídeo (2 horas e 17 minutos). Publicado pelo canal Fabiana Lopes de Oliveira. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Pc-GO26H57Xo>>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

-
MADEIRA BRASILEIRA: ONTEM, HOJE E AMANHÃ. 18 de novembro de 2020. 1 vídeo (1 hora e 38 minutos). Publicado pelo canal Matéria Prima. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=zVHi4ptiZpY>>. Acesso em 22 de agosto de 2021.

SITES

Amata Brasil Site: <<https://amatabrasil.com.br/>> Acesso em 08 fev 2021

As. Bras. da Ind. da Madeira Processada Mecanicamente Site: <<https://abimci.com.br>> Acesso em 08 fev 2021

Crosslam Site: <<https://www.crosslam.com.br/site/>> Acesso em 08 fev 2021

Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas em Madeira. Site: <<https://ibramem.wordpress.com/>> Acesso em 08 fev 2021

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente Site: <<https://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira>> Acesso em 08 fev 2021

Instituto de Pesquisas Tecnológicas Site: <<https://www.ipt.br/>> Acesso em 08 fev 2021

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia Site: <<https://imazon.org.br>> Acesso em 08 fev 2021

Ita Construtora Site: <<https://www.itaconstrutora.com.br/>> Acesso em 08 fev 2021

MapBiomias Brasil Site: <<https://mapbiomas.org/>> Acesso em 08 fev 2021

Matéria Prima Site: <<https://www.ciclomateriaprimeira.com.br/>> Acesso em 08 fev 2021

Núcleo de Estudos em Tecnologia em Madeira Site: <<https://nucleodamadeira.com.br/>> Acesso em 08 fev 2021

ONG - Forest Stewardship Council Site: <<https://br.fsc.org/pt-br>> Acesso em 08 fev 2021

ONG - Instituto Socioambiental Site: <<https://www.socioambiental.org/pt-br>> Acesso em 08 fev 2021

Precious Woods Site: <<https://www.preciouswoods.com/en/home>> Acesso em 08 fev 2021

Prêmio IBRAMEM Site: <<https://www.ebramem2020.com.br/premio/>> Acesso em 08 fev 2021

Remade Site: <<http://www.remade.com.br/>> Acesso em 08 fev 2021

Revista Árvore Site: <<http://revistaarvore.org.br/>> Acesso em 08 fev 2021

WWF Site: <<https://www.wwf.org.br>> Acesso em 08 fev 2021



MADEIRA ENGENHEIRADA NA ARQUITETURA BRASILEIRA
UMA ABORDAGEM TECTÔNICA



T.F.G.2 | 2020.2
FAU-UFRJ



Thomas Ilg
Flavia Oliveira

BANCA

Andres Passaro
Monica Aguiar





madeira | madeira engenheirada



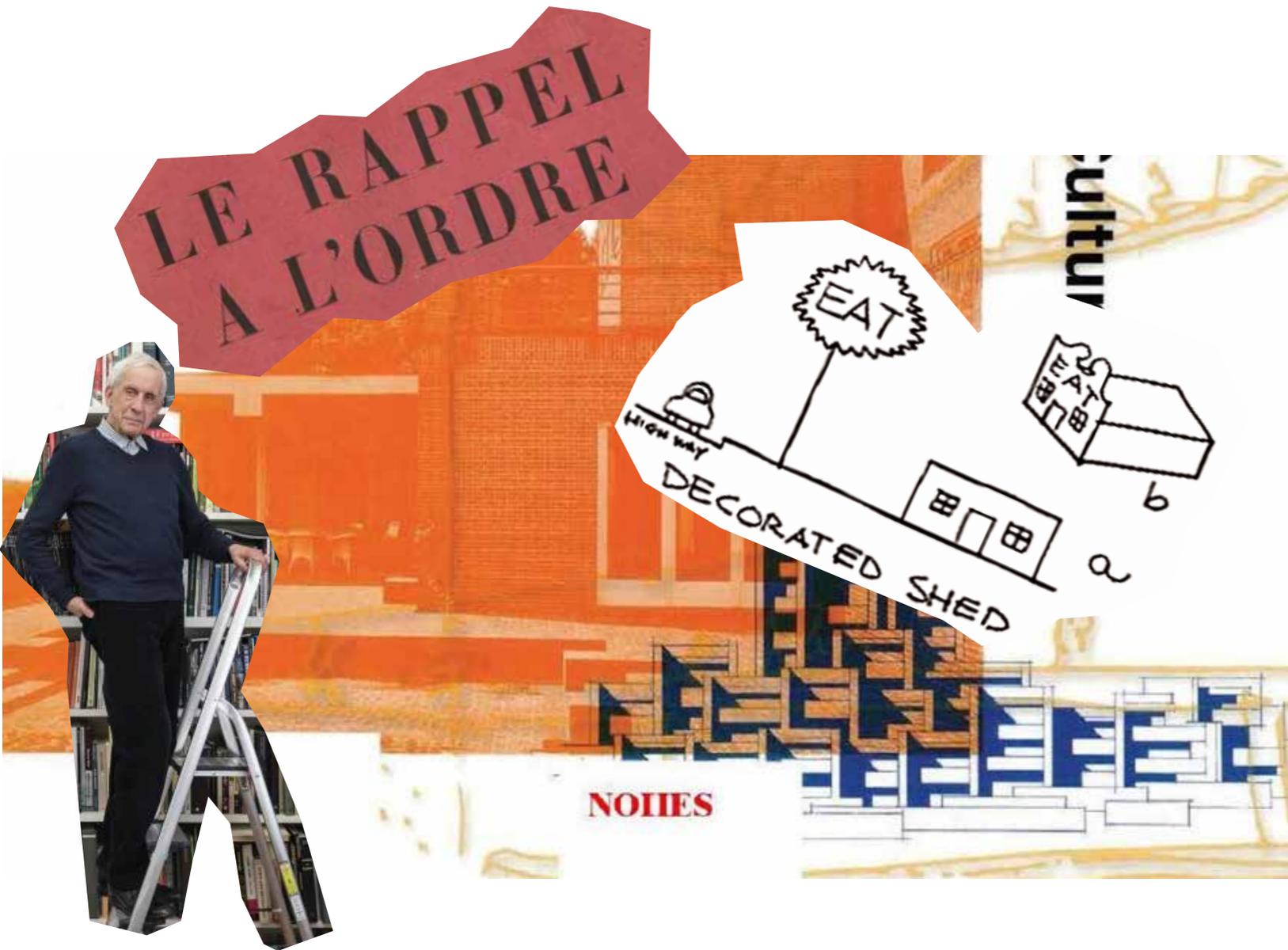
ensino da FAU



tectônica | Frampton

1. detalhe da conexão metálica na casa vila del rey, de carlos m. texeira; 2. pilar de canto com vigas da micasa do studio mk27; 3. emaranhado estrutural de madeira da residência pio ix, do casal aflalo

teoria	Tectônica em debate
	■
técnica construtiva	Construir e projetar com madeira Madeiras engenheiradas MLC e CLT
	■
levantamento	Projetos com madeira no Brasil Panorama
análise de projeto	Quatro Análises Residência Pio IX, Marta e Marcelo Aflalo (1999, São Paulo, SP) Moradias Infantis Canuanã, Rosenbaum + Aleph Zero (2015, Formoso do Araguaia, TO) MiCasa Vol.C, MK27 (2018, São Paulo, SP) MINIMODS, MAPA (2013-2019, Vários)
	■
	Considerações finais
	■
	Entrevistas



diversos significados do termo e sua ampla interpretação

-

conceito em transformação

-

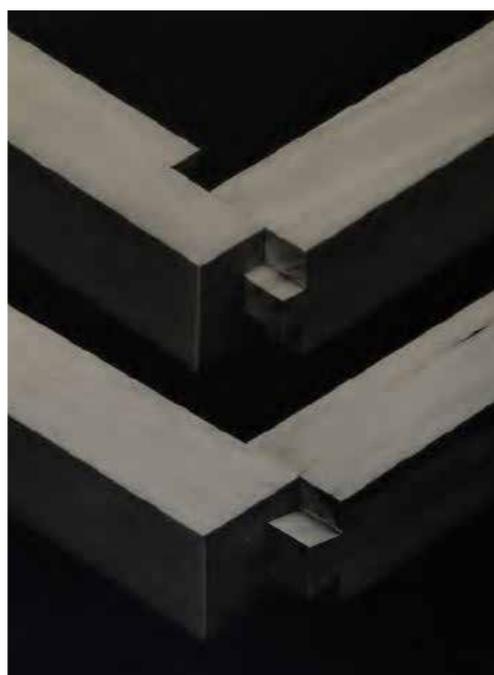
“potencial de expressão construtiva” | “poética da construção” | “criar e revelar”



proteção do beiral Moradias
Infantis Canuanã |
leonardo finotti



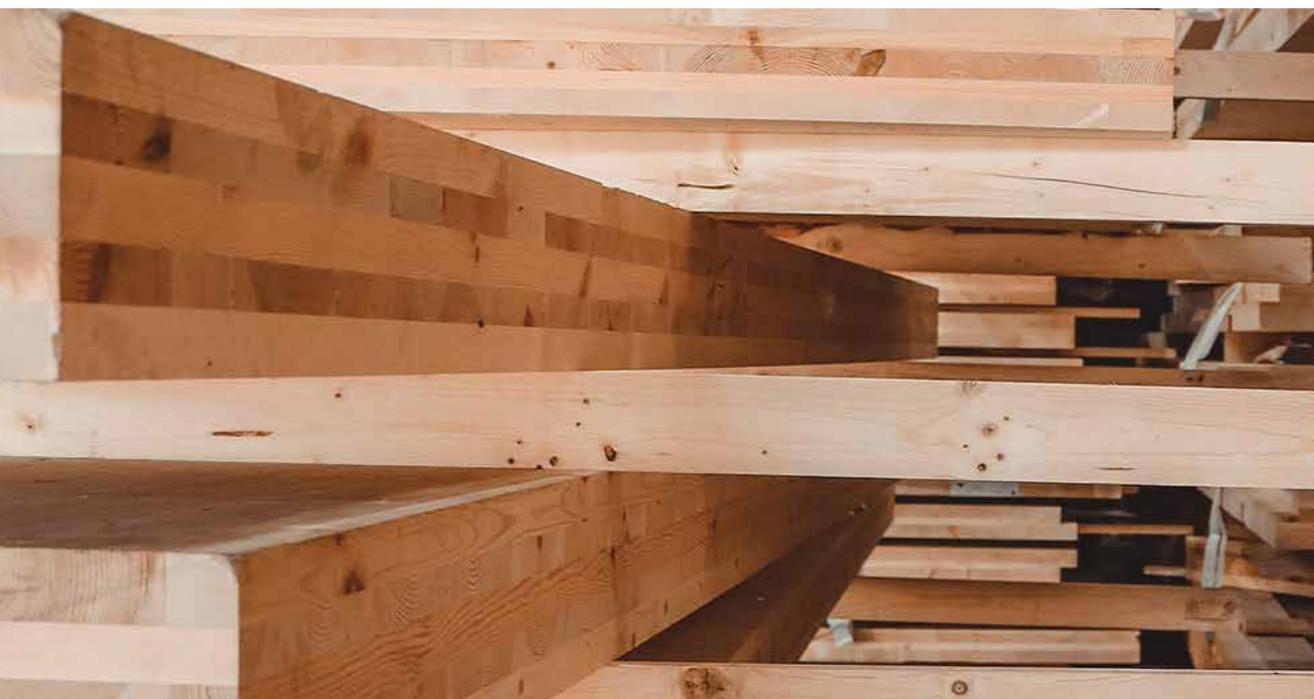
detalhe da junta concreto/metal/
madeira da sapata da residência
Hélio Olga, de Marcos Acayaba |
nelson kon



detalhe de encaixes madei-
ra-madeira da marcenaria
tradicional japonesa - 1. Daimo-
chi-tsugi; 2. Mechigai-dome; 3.
Ari-dome |

cuidados e particularidades
geram **linguagem construtiva**
do material

kiyosi seike



painéis de CLT e peças de MLC

MLC - Madeira Laminada Colada

■

CLT - *Cross-laminated timber*
madeira laminada colada cruzada



interior do MiCasa Vol.C |
fernando guerra



maquete da residência Pio IX |
exposição museu da casa brasileira



MINIMOD Catuçaba |
leonardo finotti



corredores das Moradias
Infantis de Canuanã |
leonardo finotti

Primeira Etapa

1. Dados
2. Histórico do Projeto: cliente e lógica primordial
3. Metodologia do Escritório



Segunda Etapa

4. Conceitos e Fundamentação Teórica
5. Análise por Categorias Arquitetônicas



RESIDÊNCIA PIO IX

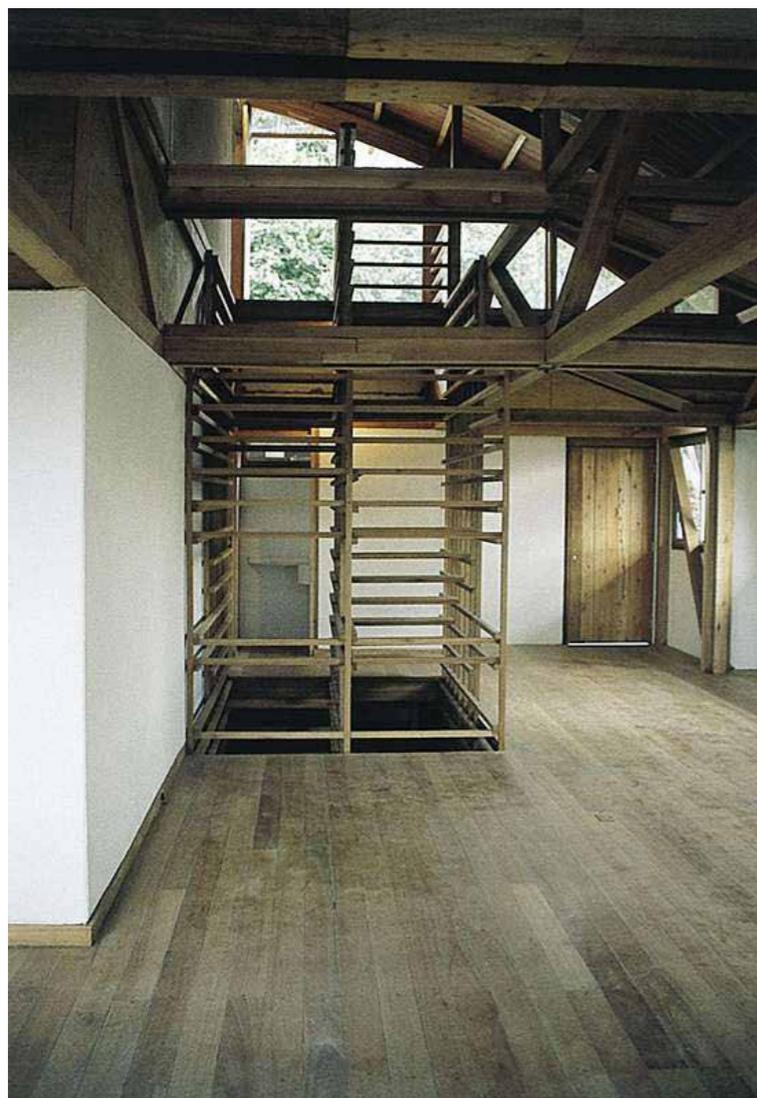
Local: São Paulo, SP
Ano do projeto: 1996
Ano da construção: 1999
Área Construída: 270 m²

Cliente
Arquitetos

Projeto de Arquitetura
Marta Aflalo
Marcelo Aflalo

Estrutura
Hélio Olga Jr.

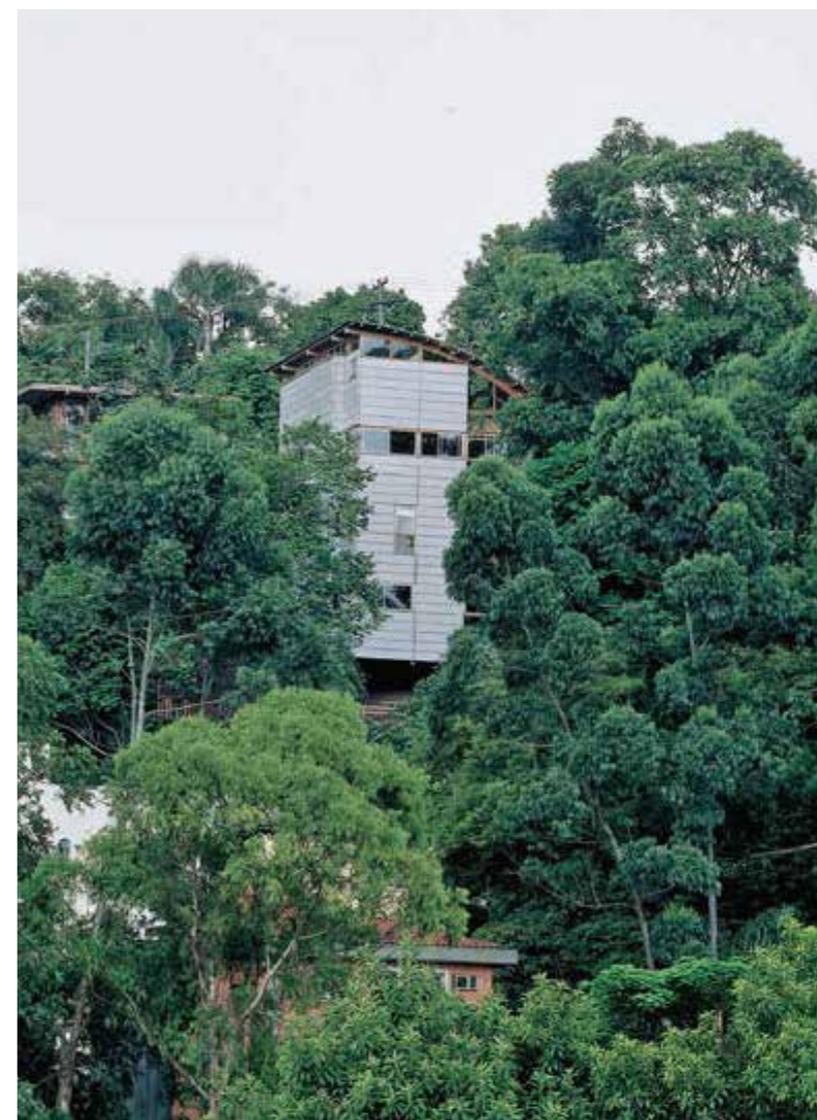
Construtora
Ita Construtora



estrutura da escada vista da sala de estar |



modelo 3d que mostra toda a estrutura dos pilares, pórticos e fundação. elaborado por Aflalo



implantação da casa no morro do jardim vitória régia, em sp | antonio saggese



MORADIAS INFANTIS CANUANÃ

Local: Formoso do Araguaia, TO

Ano do projeto: 2015

Ano da construção: 2017

Área Construída: 23.344,17 m²

Cliente

Fundação Bradesco

Projeto de Arquitetura

Pedro Duschenes

Gustavo Utrabo

Rosenbaum (Marcelo Rosenbaum e Adriana Benguela)

Projeto de Paisagismo

Raul Pereira Arquitetos Associados

Projeto, fabricação e construção da estrutura de madeira

Ita Construtora

Projeto de Paisagismo

Raul Pereira Arquitetos Associados

Projeto Luminotécnico

Lux Projetos Luminotécnicos

Projeto de Fundações

Meirelles Carvalho

Instalações

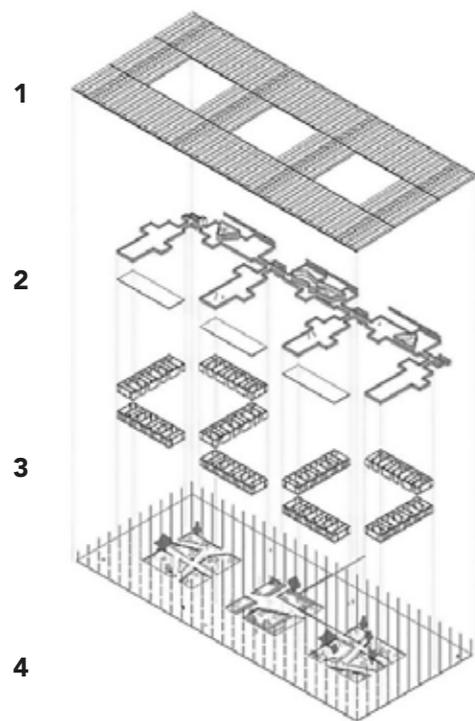
Lutie

Lajes em Concreto

Trima

Construtora

Inova TS



- 1. cobertura
- 2. áreas de lazer na cobertura dos blocos de quartos
- 3. 9 blocos de quartos
- 4. laje de concreto + pilares + pátios internos



moradias dos familiares dos alunos da fundação bradesco na região. o adobe e a varanda como dois aspectos norteadores do projeto | fotos disponíveis no site do m. rosenbaum



a fachada da entrada dos quartos do bloco dos dormitórios | leonardo finotti



cobertura como pipa | leonardo finotti



a cobertura massiva vista de cima | critobal palma



MICASA VOL.C

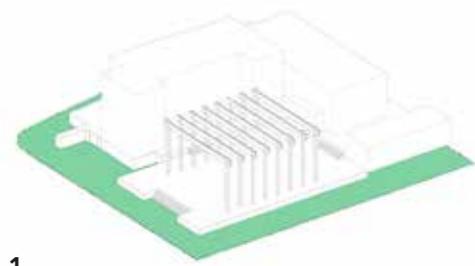
Local: São Paulo, SP
Ano do projeto: 2015
Ano da construção: 2018
Área Construída: 230 m²

Cliente
MiCasa

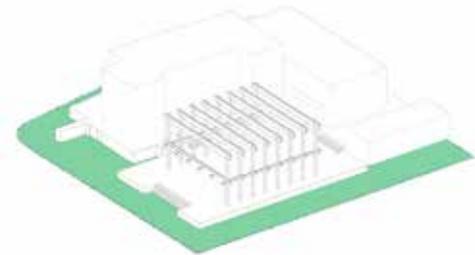
Projeto de Arquitetura
Marcio Kogan
Marcio Tanaka

Equipe de Arquitetura
Oswaldo Pessano
Raquel Reznicek
Renata Furlanetto
Samanta Cafardo

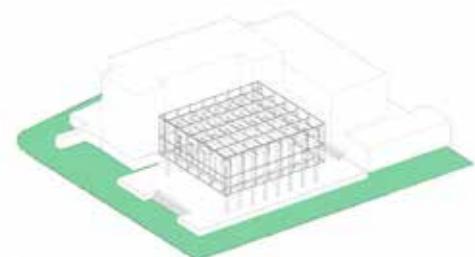
Construtora
Carpinteria e All'e Engenharia



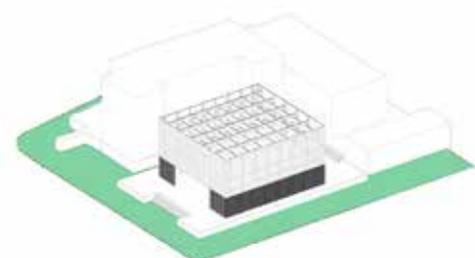
1



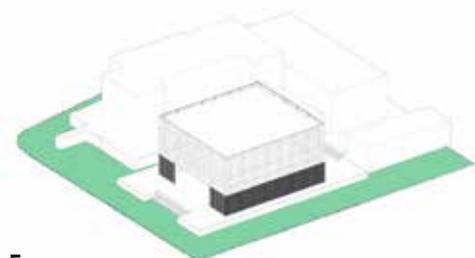
2



3



4



5

1. pórticos em sequência: formados pelos pilares e vigas duplas de amarração da própria estrutura, mas também de com propósito de sustentar a cobertura

2. as peças da subestrutura que tem como objetivo principal dar suporte as molduras de madeira onde vão ser presas as placas de p policarbonato translúcido. também servem para ajudar a estabilizar os pórticos

3. moldura que sustenta a fachada + as vigas de apoio da cobertura

4. placas de policarbonato translúcido na parte superior + chapa metálica branca na inferior

5. cobertura



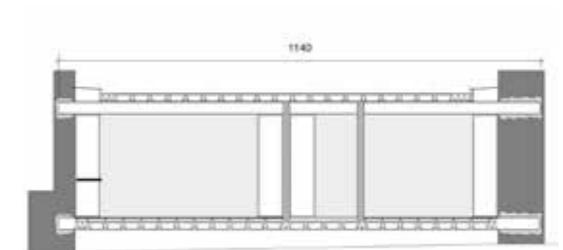
pórticos em sequência dando forma ao projeto | fernando guerra



pilar de canto com uma sucessão de encaixes e apoios | fernando guerra



conectores metálicos que ficam no interior da estrutura | foto da obra - carpinteria



1.corte da casa rio bonito
2.fotografia do encontro entre a viga de aço e o muro de pedra |
1.desenho elaborado pela arquiteta
2. nelson kon



MINIMOD CATUÇABA

Local: São Luis do Paraitinga, SP
Ano do projeto: 2014
Ano da construção: 2015
Área Construída: 42 m²

Cliente
Hotel Fazenda Catuçaba

Projeto de Arquitetura

Luciano Andrades
Matías Carballal
Rochelle Castro
Andrés Gobba
Mauricio López
Silvio Machado

Construtora
Crosslam

MINIMOD PONTAL

Local: Porto Alegre, RS
Ano do projeto: 2013
Ano da construção: 2013
Área Construída: 27 m²

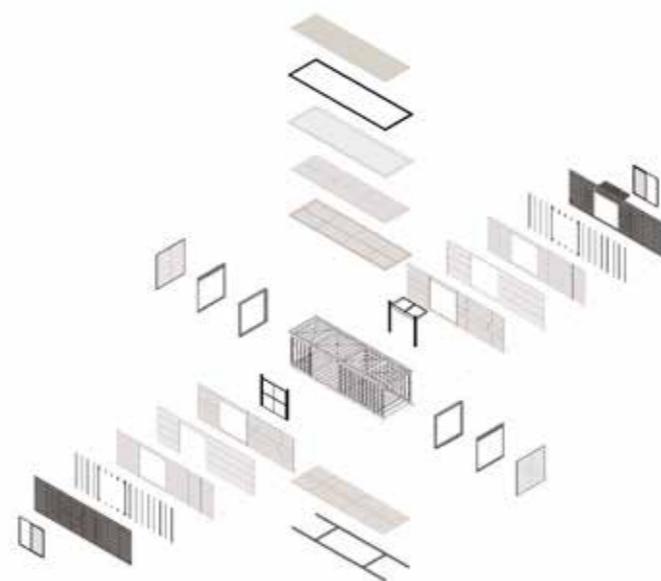
Cliente
-

Projeto de Arquitetura

Luciano Andrades
Matías Carballal
Rochelle Castro
Andrés Gobba
Mauricio López
Silvio Machado

Fabricantes
Ecotelhado, Adal Home Systems, Enovare,
Sistema Steel House

módulos + as suas possibilidades |
desenhos elaborados pelo MAPA



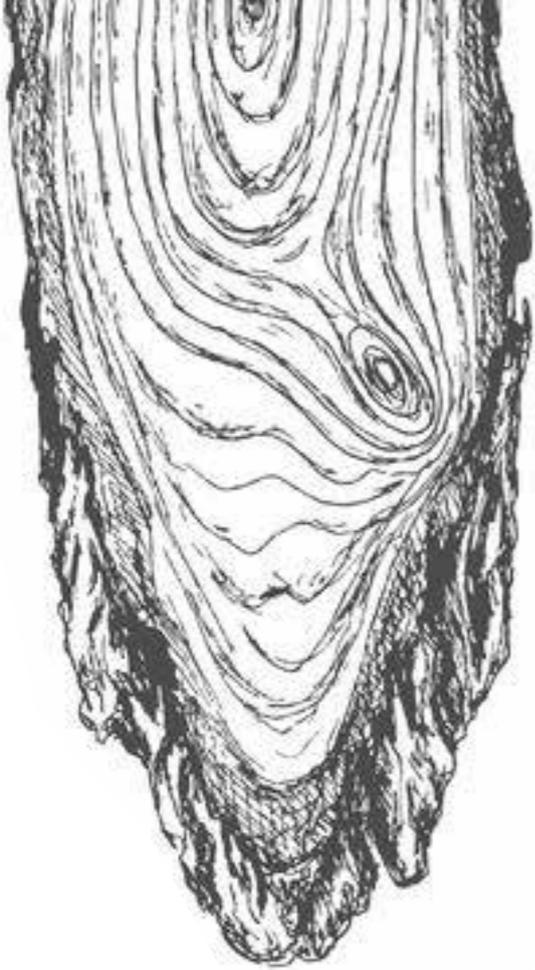
as diversas camadas que os primeiros projetos do MINIMOD tinham para atender ao conforto térmico e acústico, além de comportar as instalações elétricas e hidrosanitárias e ser uma estrutura autoportante |
desenhos do MINIMOD Pontal elaborados pelo MAPA



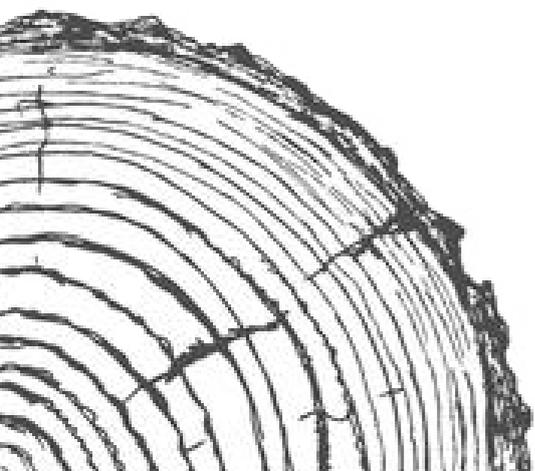
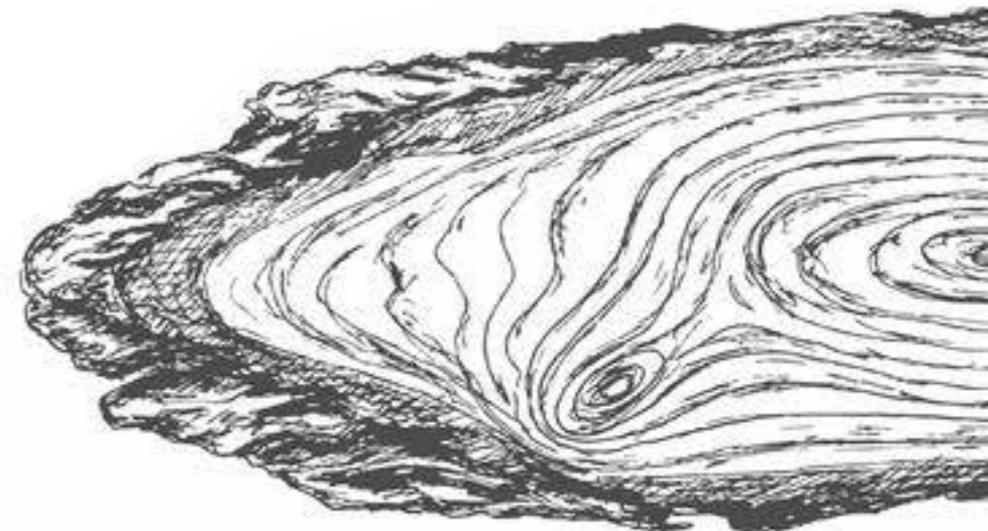
processo de montagem em fábrica dos módulos de CLT dos MINIMODs |
fotografias do mapa



“brincadeira” de montagem de possibilidades de layout para os módulos dos MINIMODS |
fotografia disponível no site do MAPA



CONSIDERAÇÕES ■ FINAIS



Título | Madeira Engenheirada na Arquitetura Brasileira: Uma Abordagem Tectônica

Ano/Semestre | 2020.2-R

Tema | Aplicações de madeira engenheirada em quatro projetos contemporâneos brasileiros, focando na abordagem projetual tectônica.

Aluno | Thomas Ilg Gavinho

Orientador | Flavia Oliveira

Resumo | Este trabalho tem a intenção de fomentar a discussão sobre tectônica no campo da arquitetura. Com o crescimento do interesse pela madeira, e a ampliação de novas tecnologias com o material no Brasil, como as madeiras engenheiradas, constatamos que na última década surgiu uma diversidade maior de projetos em madeira do que o Brasil havia apresentado nas décadas anteriores. São nesses projetos que nos apoiamos para fazermos análises sobre a concepção projetual tectônica.

Os quatro projetos analisados nos apresentam uma ilustração de um panorama do que vem sendo feito no Brasil, e nos ajudam a jogar luz sobre algumas questões pertinentes a relação da madeira com a arquitetura. Temas como processo construtivo, o uso do material como publicidade, atectônica, pré-fabricação e industrialização são representados por esses projetos. No entanto, a sua contribuição mais pertinente à abordagem tectônica desse trabalho tem relação com uma das definições de Kenneth Frampton para a arquitetura no sentido que expressa o que é a tectônica: o ato de criar e revelar.

Palavras-chave | madeira engenheirada; tectônica; análise