



FABIANA LOPES DE OLIVEIRA
GABRIELA LOTUFO OLIVEIRA
SÉRGIO BRAZOLIN

Organizadores

A MADEIRA INDUSTRIALIZADA NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA BRASILEIRA



São Paulo – SP
2023

INTRODUÇÃO

11

HÉLIO OLGA

PARTE 1: CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

01

O QUE É MADEIRA?

17

MARIA JOSÉ ANDRADE CASIMIRO MIRANDA
TAKASHI YOJO
CASSIANO DE OLIVEIRA SOUZA

02

PRODUÇÃO DA MADEIRA NO BRASIL

41

MARIA JOSÉ ANDRADE CASIMIRO MIRANDA
SÉRGIO BRAZOLIN

03

DURABILIDADE E PROTEÇÃO DA MADEIRA

57

SÉRGIO BRAZOLIN

04

SOBRE O FOGO E A MADEIRA NA ARQUITETURA

79

EDNA MOURA PINTO

05

ESTRUTURAS DE MADEIRA CONTEMPORÂNEAS

97

MARCELO AFLALO

PARTE 2: ESTRUTURAS DE MADEIRA INDUSTRIALIZADAS

- 06** ESTRUTURAS LAMELADAS PRODUZIDAS
NO BRASIL **129**
GABRIELA LOTUFO OLIVEIRA
FABIANA LOPES DE OLIVEIRA
- 07** MADEIRA LAMELADA COLADA CRUZADA (MLCC),
CROSS LAMINATED TIMBER (CLT),
DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL **153**
TAKASHI YOJO
SUELEM MAURÍCIO FONTES MACENA
FERNANDA BELIZARIO SILVA
- 08** DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS EM MADEIRA
LAMELADA COLADA **173**
RAMON VILELA
BRUNO FAZENDEIRO DONADON
NILSON TADEU MASCIA
- 09** ESTRUTURAS DE LIGHT WOOD FRAME **207**
RODRIGO VARGAS SOUZA
ÂNGELA DO VALLE
POLIANA DIAS DE MORAES

PARTE 3: A MADEIRA INDUSTRIALIZADA ALÉM DA ESTRUTURA

10

A MADEIRA ENGENHEIRADA NO DESIGN BRASILEIRO

229

TOMÁS QUEIROZ FERREIRA BARATA
CYNTIA SANTOS MALAGUTI DE SOUSA
RENATA DE OLIVEIRA CRUZ CARLASSARA
CONRADO RENAN DA SILVA

11

A INTRODUÇÃO DA MADEIRA INDUSTRIALIZADA NA FORMAÇÃO ACADÊMICA DO ESTUDANTE DE ARQUITETURA E URBANISMO

251

FABIANA LOPES DE OLIVEIRA
GABRIELA LOTUFO DE OLIVEIRA

12

O FUTURO DA MADEIRA ENGENHEIRADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: perspectivas e desafios do setor

273

CARLITO CALIL JUNIOR
CARLITO CALIL NETO

SOBRE OS AUTORES

299

ENTREVISTADOS

309

INTRODUÇÃO

HÉLIO OLGA

Engenheiros e arquitetos que trabalham com estruturas em madeira costumam dizer que ela é o material de construção do século XXI.

Materiais como aço e concreto, que são muito empregados na construção civil atualmente, sobretudo no Brasil, dependem de combustíveis fósseis para serem produzidos e são grandes emissores de gás carbônico, que é um dos principais causadores do efeito estufa e, portanto, das mudanças climáticas.

A madeira é uma matéria-prima renovável. No processo de crescimento a árvore, através da fotossíntese, combina o gás carbônico e a água para produzir compostos orgânicos, em grande parte material lenhoso.

Quando utilizamos madeira proveniente de manejos sustentados de florestas nativas ou de florestas plantadas na construção estamos na verdade estocando gás carbono que seria lançado novamente na atmosfera, promovendo um sequestro de carbono de ciclo longo.

Além disso, para ser industrializada a madeira requer pouca energia e muitas vezes ela é obtida com a utilização dos rejeitos do próprio processo de fabricação.

Como o impacto no meio ambiente e a energia aplicada na produção são determinantes nas decisões sobre qual material devemos usar para atender às necessidades da construção civil, podemos afirmar que o aumento da utilização da madeira é uma imposição dentro do quadro atual.

O mínimo que se espera de uma construção hoje é que ela seja neutra em termos de emissão de gás carbônico, ou seja, que o volume de madeira utilizado seja suficiente para compensar as emissões do cimento e do aço que compõem a edificação.

Não é só na questão ambiental que a madeira surpreende. Também seu comportamento sob incêndio é inesperado para leigos. Apesar de ser um material combustível o fogo cria uma camada de carvão na superfície da madeira. Por ser um bom isolante térmico ele protege o miolo da peça estrutural que permanece intacto e trabalhando. Ao contrário do aço, a madeira não escoa de repente, o que a torna mais previsível e segura em situações de incêndio.

Evidentemente, sendo um material natural, a madeira está sujeita a agentes físicos, químicos e biológicos que provocam sua degradação. A ação de insetos, como cupins, ou mesmo o apodrecimento de peças de madeira em contato direto com a umidade podem reduzir em muito a sua durabilidade. Podemos evitar esses problemas adotando métodos de preservação adequados para cada situação e, sobretudo, utilizando detalhes construtivos que ofereçam uma proteção adequada à madeira.

Atualmente há um grande incremento na produção de madeira engenheirada no Brasil. A utilização de matéria prima proveniente de florestas plantadas, próximas dos centros consumidores e com grande produtividade, aliada a processos automáticos de projeto, fabricação e usinagem, tornaram a madeira engenheirada competitiva em relação às estruturas metálicas e ao concreto armado.

Nas duas últimas décadas também foi possível observar uma grande mudança na postura dos arquitetos em relação à madeira como material de

construção. A princípio, ela estava muito associada a construções secundárias, como residências de campo ou praia em projetos que resgatavam uma arquitetura vernacular. Hoje a madeira é vista como um material contemporâneo em função, sobretudo dos edifícios de múltiplos pavimentos que estão sendo construídos ao redor do mundo e publicados em diversas revistas especializadas.

Nosso desafio agora é aumentar em muito a utilização da madeira em nossas construções que ainda é pequena se comparada aos países desenvolvidos. Infelizmente as escolas de engenharia e arquitetura, salvo algumas poucas exceções, continuam ignorando a madeira como material de construção. Este livro com certeza contribuirá para mudar esse cenário.

O QUE É MADEIRA?

MARIA JOSÉ ANDRADE CASIMIRO MIRANDA

TAKASHI YOJO

CASSIANO DE OLIVEIRA SOUZA

1 INTRODUÇÃO

A utilização da madeira pelo homem acompanha a sua história tendo registros desde os primórdios da civilização, como material para construção de habitações, confecção de objetos utilizados para proteção ou utensílios, além de outras aplicações. Tendo seus usos diversificados ao longo do tempo, é material de características únicas e múltiplas que lhe conferem as diversas possibilidades de uso pensadas pelo homem. Além deste aspecto, possui várias vantagens: é material renovável, sequestrador de carbono, de alto índice de resistência específica, de fácil trabalhabilidade, isolante térmico e acústico e de baixo consumo energético para seu processamento industrial quando comparada a outros materiais.

Para o correto uso da madeira, indispensável se faz conhecer suas características tecnológicas e a verificação de sua adequação aos requisitos de cada aplicação. Inclusive aqueles relacionados às operações de processamento (desdobro, desenrolamento, aplainamento, lixamento, torneamento, colagem, fixação), garantindo desta forma o alcance dos níveis de desempenho esperados quando em uso. Respeitar a sua natureza e entender seu comportamento trarão resultados satisfatórios.

De acordo com Zenid (2009), na construção civil a madeira é empregada principalmente em aplicações temporárias como instalação de canteiros de obra, andaimes, tapumes, escoramentos e fôrmas; em usos definitivos como estruturas de cobertura, esquadrias, pisos e acabamentos (forros, lambris e cordões) e em usos especiais, vem sendo aplicada em estruturas leves, novos métodos construtivos, vigas laminadas e outros painéis pré-fabricados estruturais.

2 CONHECIMENTOS BÁSICOS DA MADEIRA

As espécies de madeira apresentam variabilidade inter e intra específica em suas características anatômicas, composição química, propriedades físicas e mecânicas, características de processamento, secagem, tratabilidade, durabilidade e de trabalhabilidade. Estes conceitos serão apresentados resumidamente a seguir, visando trazer o entendimento necessário sobre a madeira, suas características e comportamentos.

2.1 Composição química da madeira

Quimicamente a madeira é constituída principalmente por polímeros orgânicos. Polímeros são moléculas compostas por monômeros, na sua grande maioria celulose, hemicelulose e lignina e em menor proporção substâncias denominadas de extrativos e materiais inorgânicos. A porcentagem de cada um dos componentes varia em cada madeira sendo de 60 a 75% para celulose e hemicelulose, de 20 a 30% para lignina, de 1 a 10% para extrativos (MADY, 2000; MARRA, 1992).

Todos estes elementos químicos têm sua importância na constituição da madeira e na sua aplicação, podendo afetar operações de transformação, como desdobro, beneficiamento, corte e usinagem. Exemplificando, se houver na madeira a presença de depósitos de sílica, pelo seu efeito abrasivo, a afiação das ferramentas e componentes de equipamentos será prejudicada podendo tornar antieconômica a operação e por consequência a utilização da madeira (BONDUELLE, 2003).

2.2 Partes da árvore

A árvore é um organismo vivo composto de diferentes tipos de células organizadas ao longo do tronco, galhos, folhas e raízes. As raízes absorvem água e sais minerais do solo que, circulando pelas células ao longo do tronco, deslocam-se até as folhas, constituindo a seiva bruta. O caule ou tronco serve de elemento de transporte destes compostos e suporte mecânico. Das folhas, em direção às raízes, circula a seiva elaborada, constituída de água e produtos elaborados na fotossíntese.

Na seção transversal de um tronco, observam-se do centro para a periferia as seguintes regiões: medula, cerne, alburno e casca (Figura 1). Entre a casca e o alburno há uma região denominada câmbio, visível somente ao microscópio; sua função é formar a casca para o exterior e o lenho para o interior. Em regiões com estações definidas, o câmbio tem atividade periódica originando as chamadas “camadas ou anéis de crescimento”.

A medula está localizada na região central do caule, sua função é armazenar substâncias nutritivas; devido a esta característica é uma região altamente suscetível ao ataque de fungos e insetos xilófagos.

O alburno ou brancal, branco ou borne é constituído de células vivas, responsáveis pela condução da seiva bruta composta de água e minerais, e onde ficam armazenadas substâncias nutritivas. É uma região permeável de fácil tratamento preservativo e também suscetível ao ataque de organismos xilófagos (cupins, brocas, fungos) devido à existência dos nutrientes armazenados (amido, açúcares, proteínas). Geralmente apresenta coloração mais clara.

PRODUÇÃO DA MADEIRA NO BRASIL

MARIA JOSÉ ANDRADE CASIMIRO MIRANDA

SÉRGIO BRAZOLIN

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Árvores (IBÁ, 2021), a indústria de base florestal apresentou um saldo de 10,3 bilhões na balança comercial em 2019, considerado o segundo melhor resultado dos últimos 10 anos, representando 1,3% do PIB do Brasil. As exportações do setor chegaram a US\$ 11,3 bilhões, ou seja, 4,3% do total exportado pelo país.

Dada à importância do setor é fundamental o conhecimento de aspectos apresentados a seguir, envolvendo o processo de transformação, produtos e usos, matéria-prima proveniente de florestas nativas ou plantadas, aspectos de sustentabilidade e certificação e por fim reuso, reciclagem e reaproveitamento em obras.

2 PRODUÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA MADEIRA

O processo de transformação da madeira em produtos possui várias etapas e envolve vários setores como serrarias, fábricas de painéis, laminadoras, fabricantes de compensados, entre outros (NAHUZ, 1997). Segundo Zenid (2009), as peças produzidas podem ter pouco ou nenhum processamento (madeira roliça) ou com vários graus de beneficiamento (madeira serrada e beneficiada, lâminas, painéis a base de madeira, madeira tratada com produtos preservativos), ilustrados esquematicamente na Figura 1.

A madeira roliça possui o menor grau de processamento sendo empregada em usos menos nobres onde nem a casca é retirada, como escoramentos de lajes e construção de andaimes; peças processadas (sem casca e secas) são usadas na área rural em estruturas de telhado ou construção de galpões, por exemplo.

A madeira serrada é produzida em serrarias a partir do processamento mecânico das toras, transformando-as de peças cilíndricas em peças quadrangulares ou retangulares de menor dimensão. As operações pelas quais a tora passa dependem dos produtos que serão produzidos, em geral, incluem desdobro, esquadreamento, destopo das peças e pré-tratamento contra o ataque de fungos e insetos, durante sua secagem (ZENID, 2009). É grande a diversidade de produtos, sendo, pranchas, pranchões, blocos, tábuas, caibros, vigas, vigotas, sarrafos, pontaletes, ripas, entre outros, cuja nomenclatura e dimensões podem ser consultadas na norma técnica ABNT NBR 7203 – Madeira serrada e beneficiada (ABNT, 1982).

A madeira beneficiada é obtida da usinagem das peças de madeira serradas agregando-se maior valor. São utilizados equipamentos providos de cabeças rotatórias com facas, fresas ou serras que usinam a madeira conferindo dimensões definitivas, forma e acabamento. Podem incluir as seguintes operações: aplainamento, molduramento, torneamento, desengrosso, desempenho, destopamento, recorte, furação respigado, ranhurado, entre outras. Dependendo do caso, uma só máquina pode executar na mesma peça várias operações simultaneamente (ZENID, 2009). As dimensões das principais peças

de madeira beneficiadas podem ser consultadas na ABNT NBR 7203 (ABNT, 1982).

As lâminas de madeira são produzidas por processo que se inicia com o cozimento da tora, seguido do seu corte em lâminas de forma torneada ou faqueada. As lâminas obtidas podem ser utilizadas para a fabricação de compensados/painéis ou ser aplicada sobre superfície para efeito decorativo, em geral, em divisórias, lambris ou móveis.

Os painéis de madeira foram constituídos para amenizar variações da madeira maciça, diminuir o custo e manter as propriedades térmicas, acústicas e isolantes. Além deste aspecto, constituem uma solução no sentido de ampliar as dimensões úteis para otimizar a aplicação.

Entre os painéis, pode-se citar: compensado, chapa de fibra (chapa dura), chapa de densidade média (MDF - *Medium Density Fiberboard*), chapa de partículas (MDP - *Medium Density Particleboard*), chapas de partículas orientadas (OSB - *Oriented Strand Board*) e painéis combinados, por exemplo sarrafos e lâminas de madeira coladas. Cada um com indicação de usos específicos devido a suas características inerentes (resistência mecânica, resistência à umidade, usinagem e durabilidade).

O desenvolvimento tecnológico trouxe novos produtos para o setor, atendendo à demanda por madeira “estrutural composta”, também conhecida como madeira engenheirada. Trata-se de produtos, produzidos com pinus ou eucalipto, com menor ou maior grau de sofisticação em sua produção que, dependendo da disposição das peças de madeira e da forma de colagem, ampliam suas dimensões, ou seja, comprimento, largura ou espessura. O processo também distribui aleatoriamente os defeitos físicos das madeiras (nós, rachaduras etc.), otimizando as propriedades mecânicas do produto (ZENID, 2009).

Madeira laminada colada cruzada (CLT - *Cross Laminated Timber*) e madeira laminada colada (LVL - *Laminated Veneer Lumber*) são exemplos de peças estruturais compostas e podem ser utilizadas em componentes de sistemas construtivos, paredes, pisos, forros, estruturas de telhados, vigas para estruturas especiais.

DURABILIDADE E PROTEÇÃO DA MADEIRA

SÉRGIO BRAZOLIN

1 INTRODUÇÃO

A madeira, como qualquer material utilizado na construção civil, sofre a ação de agentes deterioradores que podem comprometer sua durabilidade e desempenho. Os agentes deterioradores relacionados à madeira podem ser organizados em:

1. Agentes bióticos, como fungos e insetos, também chamados de organismos biodeterioradores ou xilófagos (xilo = madeira; fago = comer), pois reconhecem a madeira como um polímero natural orgânico (celulose) como fonte de alimento e possuem sistemas enzimáticos capazes de sua metabolização (LELIS *et al.*, 2001).

2. Agentes abióticos, de natureza física e química, que introduzem alterações na estrutura dos componentes poliméricos da madeira (OLIVEIRA et al., 1986).

2 AGENTES BIÓTICOS

A biodeterioração da madeira em edificações, causada por fungos e insetos, é a mais significativa em qualquer edificação, sendo responsável por grandes perdas econômicas e podendo causar a sua ruína. No Brasil, um país de clima predominantemente tropical, onde a média de temperatura é de 25° C com variados graus de umidades relativas dependendo da localização e grande biodiversidade de espécies, os processos naturais de biodeterioração da madeira podem ocorrer rapidamente. Portanto, a ocorrência destes processos pode implicar na necessidade de execução de tratamentos químicos com produtos preservativos que incrementem a sua durabilidade natural e na adoção de boas práticas de projeto e construção para garantir vida útil superior a outros materiais em condições bastante agressivas de exposição.

2.1 Fungos emboloradores e manchadores

Os fungos emboloradores e manchadores (Figura 1), pertencentes ao Filo Ascomycota, são responsáveis por uma importante alteração na superfície da madeira, conhecida popularmente como bolor ou mofo. Na realidade, o bolor resulta da enorme produção de esporos, que possuem cores variadas de acordo com a espécie de fungo. No caso dos fungos manchadores ainda há a formação de manchas irreversíveis na madeira. Devido à sua capacidade limitada de metabolização dos constituintes estruturais da madeira (celulose, hemicelulose e lignina), estes fungos não alteram drasticamente as suas propriedades mecânicas, mas podem causar prejuízos significativos de ordem estética (OLIVEIRA et al., 1986; LÉLIS et al., 2001).



Figura 1 – Fungo embolorador (esquerda) e manchador (direita). Parte das superfícies foram aplainadas para mostrar as manchas irreversíveis causadas pelos fungos manchadores

Fonte: LÉLIS *et al.*, 2001.

2.2 Fungos apodrecedores

Os fungos apodrecedores (Filo Basidiomycota) são responsáveis por profundas alterações nas propriedades físicas e mecânicas da madeira, devido à progressiva destruição da celulose, hemicelulose e lignina que constituem as paredes celulares; fenômeno conhecido como apodrecimento. Os grupos de fungos apodrecedores distinguem-se entre si pelo tipo de ataque à madeira, que se traduz em alterações em seu aspecto macroscópico (Figura 2), sendo: i). a **podridão branca**, cuja madeira perde seu aspecto lustroso e sua cor natural, tornando-se esbranquiçada e esponjosa; ii). a **podridão parda**, com coloração pardo-escuro e, quando seca, apresenta rachaduras paralelas e perpendiculares às fibras da madeira, adquirindo uma consistência quebradiça e friável; e iii). a **podridão mole**, que ocorre em condições de praticamente submersão da madeira em água, tornando-a superficialmente amolecida e com fissuras, quando seca.

SOBRE O FOGO E A MADEIRA NA ARQUITETURA

EDNA MOURA PINTO

As recentes inovações na arquitetura com o emprego da madeira se devem à madeira engenheirada. A verticalização, a ampliação de vãos e novas expressões formais associadas ao baixo consumo energético têm despertado cada vez mais o interesse por esse material construtivo. O entusiasmo com as potencialidades que surgem vem sendo estreitamente acompanhado pelo cuidado em se estabelecer bases cada vez mais seguras para o uso desse material construtivo frente sua combustibilidade. Todo projetista deve estar consciente de que as qualidades do projeto e não somente o comportamento do material irão proporcionar uma edificação segura sob esse aspecto.

Podemos dizer que a madeira e o fogo nem sempre tiveram uma convivência harmoniosa e que por vezes resultaram em prejuízo para vidas

humanas, edificações e até para as cidades. Mas não é sempre que o fogo pode ser tomado como danoso, só devendo ser assim considerado quando estiver fora de controle: o incêndio.

1 A DÁDIVA DE PROMETEU

Ao proibir o acesso do fogo ao homem, Zeus expõe a importância e o receio de que, vindo a dominar esse elemento, a humanidade se sobrepusesse ao Olimpo. Porém, ainda que proibido, o titã Prometeu furtivamente o toma e presenteia ao homem, um ato de generosidade motivado pelo apreço e reconhecimento da importância desse elemento para a digna e libertária vida humana na terra.

A apreciação pelo fogo e sua importância também é narrada no “Tratado sobre Arquitetura” de Marcos Vitruvius Polião (VITRÚVIO, 2009), que no desencadear de um breve processo evolutivo coloca a descoberta do fogo como catalizador da linguagem, sociedade e da própria arquitetura que num primeiro momento era mimética à natureza, mas que se desdobrou em um vasto repertório de soluções construtivas graças à inventividade humana. *“Tendo, pois, assim nascido (...), a reunião e a sociedade entre os homens (...) e tendo naturalmente a vantagem de andarem eretos (...) começaram uns nesse ajuntamento a construir habitações cobertas de folhagens, outros a cavar cavernas (...) imitando ninhos de andorinha (...) A fazer moradas com lama e pequenos ramos (...).”* (VITRÚVIO, 2009, p 11) .

No campo arqueológico reconhece-se que as habilidades e técnicas que acompanharam a prática da agricultura, o pastoreio e a criação de animais nos primórdios da sedentarização humana conduziram à especialização de um agente que trabalhava os materiais de forma bastante habilidosa, detendo saberes que culminaram na origem da carpintaria. *“Os primeiros agricultores também foram os primeiros carpinteiros* (TEGEL et al., 2012, p.6). Curiosamente, nessa tarefa de trabalhar a madeira diversos expedientes com uso do fogo foram empregados. Descoberto por volta de 7.000 a.C., ele foi usado em auxílio ao corte feito por enxós e machados na tarefa de abrir concavidades,

orifícios e acabamentos de superfície de objetos de madeira, bem como a derubada de árvores. Em alguns casos, a presença de carvão nas fundações de pilares engastados é considerada como provável proteção contra a podridão desses elementos devido ao contato com o solo (THOMAS, 2006).

Com a gradativa expansão da vida em sociedade, nucleação de aldeias, vilas e cidades, foi inevitável a convivência com frequentes conflagrações de incêndios em escala urbana. Sendo os incêndios descritos desde épocas remotas, permeando séculos, se estendendo pela idade média até os dias atuais. É facilmente compreensível o porquê das proporções catastróficas destes incidentes em determinados períodos, considerando que à exceção dos templos, palácios e residências aristocráticas, a maioria das habitações eram feitas com materiais combustíveis em condições de distribuição espacial precária, associados à fontes de energia e iluminação baseadas na queima de madeira, carvão, cera e gordura animal, o que facilitava o princípio de um incêndio. A mudança nesse cenário somente ocorreu no fim do século XIX, quando os incêndios passaram a ser controlados por medidas de planejamento urbano, desenvolvimento de técnicas e equipamentos de combate e regulamentações construtivas e mais recentemente pela abordagem científica proporcionada pela Segurança Contra Incêndio.

2 O QUE ESPERAR DO COMPORTAMENTO DA MADEIRA

As inovações tecnológicas que rondam a madeira nas últimas décadas têm influenciado sobremaneira a arquitetura contemporânea, principalmente rumo à efetiva verticalização com uso desse material. Componentes estruturais de madeira engenheirada tal como a MADEIRA LAMELADA COLADA CRUZADA, conhecida pela sigla (CLT – *Cross Laminated Timber*), a MADEIRA MICROLAMINADA COLADA (LVL – *Laminated Veneer Lumber*) e a MADEIRA LAMELADA COLADA, MLC ou Glulam (*Glue Laminated Wood*), têm emancipado a criatividade tanto de arquitetos, quanto de engenheiros na busca por edificações com alturas e formas nunca antes praticadas com a madeira. A sustentabilidade, renovalibilidade, leveza e a rapidez construtiva

ESTRUTURAS DE MADEIRA CONTEMPORÂNEAS

MARCELO AFLALO

MLC, MLCC, CLT, DLT, LVL, NLT, PSL, LSL, OSL, CNLT e ICLT, são algumas das siglas que compõe o universo das madeiras engenheiradas. Essa assustadora e sempre crescente lista de siglas demonstra a velocidade com que a tecnologia desenvolvida nos últimos 200 anos, principalmente nas últimas três décadas, evolui continuamente e cria inúmeras possibilidades de composição estrutural e associação com outros produtos. Essas siglas também retratam processos industriais extremamente velozes e sustentáveis, transformando os processos de criação, desenho, fabricação e montagem. Como acompanhar e quais as decisões ao longo do processo precisam ser antecipadas e avaliadas?

Como se não bastassem as siglas de produtos engenheirados, temos outros inúmeros produtos industrializados de madeira que atuam como coadjuvantes e às vezes, como produtos estruturais como: OSB, MDF, HDF, MDP,

compensados, *Blockboard*, *Laminated board*, painéis laminados de 3 e 5 camadas, LSL e outras variações de chapas com siglas que identificam o sentido e o tipo das fibras no processo de colagem.

Existe ainda uma outra categoria, a dos painéis compostos, ou *composites*, que combinam outros materiais para formar componentes que atuam ora como fechamento, ora como estrutura ou a combinação dos dois, e ora como lajes de piso e de forro. Nessa categoria temos os SIP, os painéis tipo *light wood frame* com variações sobre o tema e produtos inovadores pré-fabricados.

Nem todos estão disponíveis no Brasil, mas tem como origem, processos de fabricação viáveis localmente, demonstrando o vasto espaço de crescimento de produtos e sistemas industriais no país. O que une todas essas siglas e nomenclaturas é um enorme guarda-chuva que abriga diferentes processos industriais que indicam uma crescente demanda por sistemas construtivos de baixo impacto ambiental, com menor emissão de CO₂, menor desperdício de energia, menor geração de resíduos, maior eficiência, desempenho e acessibilidade econômica e social. A aferição desses índices exige novas ferramentas que abrangem os processos desde o nascimento até o reaproveitamento ao final do ciclo de vida, ou análise de ciclo de vida, o ACV.

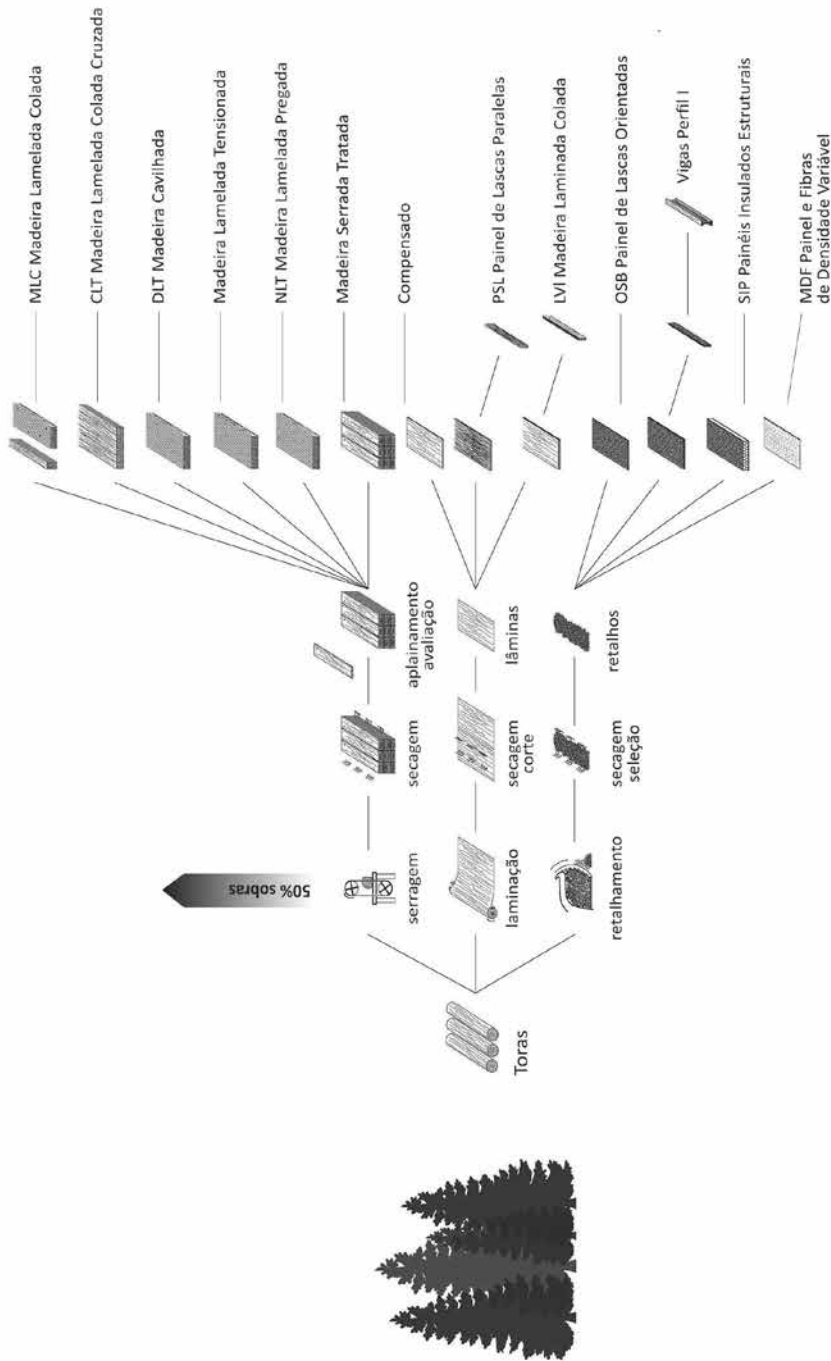


Figura 1 – Produtos Industrializados de Madeira.

Fonte: FLEMING, P. H. – presente em “The Wood from the Trees: .

The Use of Timber in Construction” Ilus. Autor.

ESTRUTURAS LAMELADAS PRODUZIDAS NO BRASIL

GABRIELA LOTUFO OLIVEIRA

FABIANA LOPES DE OLIVEIRA

1 INTRODUÇÃO

O uso da madeira como elemento estrutural na construção civil tem crescido significativamente nos últimos anos. Tal ascensão é fortemente associada à característica sustentável e renovável da matéria-prima madeira. No entanto, provavelmente, esse cenário não seria possível sem o desenvolvimento de tecnologias industrializadas que possibilitaram novas aplicações, maior precisão e produção em larga escala das estruturas de madeira. Dentre essas tecnologias, relativamente recentes na história da humanidade, encontram-se os elementos estruturais lamelados, os quais possivelmente podem ser considerados como os grandes protagonistas da nova era da construção em madeira.

É possível afirmar que as estruturas lameladas se baseiam em três grandes princípios: a industrialização, a madeira e a capacidade estrutural. Consistem tanto em elementos de MCL, ou Madeira Lamelada Colada, como de CLT, ou *Cross Laminated Timber*, os quais, frequentemente, são compreendidos como a mesma tecnologia. De fato, ambas possuem muitas semelhanças entre si, por tratarem de produtos de madeira baseados no princípio da colagem de lamelas para sua fabricação. No entanto, são, na verdade, estruturas distintas, cada uma com suas próprias particularidades e singularidades.

No caso de MLC, denominado internacionalmente de *Glued Laminated Timber* (GLT) ou *Glulam*, três ou mais lamelas de madeira maciça são coladas de forma paralela. Já nos painéis de CLT (*Cross Laminated Timber*), também conhecidos como X-Lam, ou Madeira Lamelada Colada Cruzada (MLCC), em português, as camadas de madeira maciça são coladas em sentido ortogonal, perpendiculares entre si.

Para elementos de MLC, a colagem paralela das lamelas resulta em elementos lineares, que possuem maior capacidade à compressão e aos esforços verticais e, dessa forma, atuam estruturalmente apenas em uma direção. Consequentemente, podem ser utilizados como vigas, arcos, pórticos ou pilares. Nos painéis de CLT, em contrapartida, a configuração cruzada das lamelas possibilita a distribuição de cargas de forma bidimensional, atingindo elevadas capacidades de resistência e rigidez. Desse modo, podem ser empregados como lajes, de piso ou cobertura, ou vedações com função estrutural.

Esse conceito de união de lamelas já é antigo, sendo aplicado pela humanidade há mais de um século. Originou-se na Europa Central, na região da Suíça e Alemanha, quando a escassez de árvores com grandes dimensões empregadas para uso estrutural levou à conexão de peças menores por meio de ligações metálicas. As lamelas eram empilhadas umas sobre as outras, formando elementos estruturais maiores e mais rígidos. No final do século XIX e início do século XX, a ligação metálica foi então substituída por cola, executada à base de uma proteína encontrada no leite (adesivo à base de caseína) (PEREIRA, 2014).

A primeira estrutura em MLC da qual se tem conhecimento, como apresentam MOODY e HERNANDEZ (1997), consiste em um auditório localizado

em Basel, na Suíça, e construído em 1893. Posteriormente, sua adoção como elemento estrutural se ampliou de forma bastante significativa. Nos dias atuais, o Brasil, especificamente, possui pouco menos de dez fabricantes de MLC, distribuídos entre as regiões Sul e Sudeste, além de um fabricante localizado em Goiás. Como uma das estruturas mais icônicas presentes no país, podem ser mencionadas as Moradas Infantis Canuanã da Fundação Bradesco (Figura 01), concluídas em 2016 e localizadas em Formoso do Araguaia (TO). A área total da construção, composta por pilares e vigas de MLC de eucalipto, produzidos nacionalmente pela empresa ITA, é de cerca de 25.000 m².



Figura 1 – Moradas Infantis Canuanã localizadas em Tocantins.

Fonte: <https://rosenbaum.com.br/escritorio/projetos/moradias-infantis-canuanã/>, acesso em setembro de 2021.

Já os painéis de CLT começam a ser desenvolvidos inicialmente na Suíça, durante o início da década de 1990. Porém, a tecnologia, como se conhece atualmente, é resultado de um projeto de pesquisa iniciado em 1990 na Áustria e proveniente de uma parceria entre a indústria e a universidade (CRESPELL; GAGNON, 2010).

No Brasil, a produção do CLT se iniciou há cerca de 10 anos, no ano de 2012, pela empresa Crosslam, localizada na cidade de Suzano (SP), que até o momento permanece como a única fabricante nacional da tecnologia. A primeira edificação construída no país com painéis de CLT foi instalada na cidade de Tiradentes (MG), no ano de 2012 (Figura 02).

MADEIRA LAMELADA
COLADA CRUZADA (MLCC),
CROSS LAMINATED TIMBER
(CLT), DIMENSIONAMENTO
ESTRUTURAL

TAKASHI YOJO

SUELEM MAURÍCIO FONTES MACENA

FERNANDA BELIZARIO SILVA

1 INTRODUÇÃO

A Madeira Lamelada Colada Cruzada (MLCC), ou *Cross Laminated Timber* (CLT) em inglês, consiste em painéis formados por camadas compostas por tábuas de madeira maciça (as chamadas “lamelas”) dispostas lateralmente entre si, sendo que as camadas são ortogonais umas às outras e unidas por meio de adesivos específicos para uso estrutural. As lamelas podem ou não ser coladas lateralmente. As camadas externas de painéis de MLCC possuem obrigatoriamente lamelas na mesma direção. A Figura 1 ilustra um painel de MLCC.

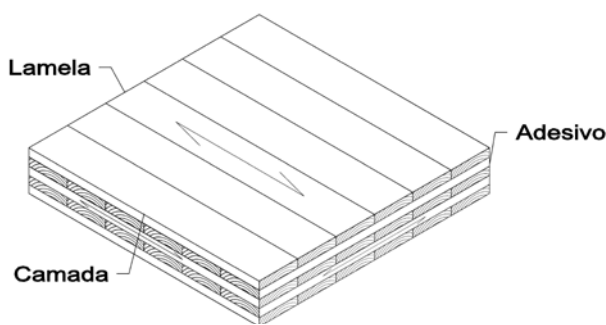


Figura 1 – Representação esquemática de um painel de MLCC, com camadas alternadas ortogonalmente entre si e coladas com adesivo estrutural.

Devido ao arranjo ortogonal de camadas, há lamelas de madeira atuando em ambas as direções, o que compensa a anisotropia da madeira (diferença das propriedades físicas conforme a direção, em função da orientação das fibras e dos anéis de crescimento da madeira) e resulta em um comportamento estrutural mais homogêneo para o painel. Além disso, as camadas ortogonais apresentam um efeito de travamento entre si, o que reduz a movimentação higroscópica e confere uma maior estabilidade dimensional ao painel. Por isso, é também empregado o termo “madeira engenheirada”, pois a composição desses elementos de madeira tem como objetivo aproveitar as características mecânicas da madeira em cada direção da forma mais favorável.

Os painéis de MLCC podem ser utilizados como paredes ou pisos (lajes) com função estrutural. Eles podem ser combinados com outros elementos de madeira, tais como vigas e pilares, sejam de madeira ou de outros materiais.

Além dos painéis de MLCC, as ligações também integram o sistema estrutural, tais como placas metálicas, cantoneiras, parafusos, entre outros.

2 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Devido à configuração usual de camadas dos painéis de MLCC (em número ímpar), haverá mais camadas atuando em uma direção do que na outra, o que determina a orientação do painel. Painéis de parede, por exemplo, devem ter as lamelas da camada superficial posicionadas na direção vertical, exceto quando os painéis atuam como vigas-parede, situação na qual se recomenda que as lamelas superficiais estejam na direção horizontal. Para os painéis de piso, em geral recomenda-se que as lamelas da camada externa estejam orientadas paralelamente ao menor vão, para que incida menos carga sobre as paredes (Figura 2).

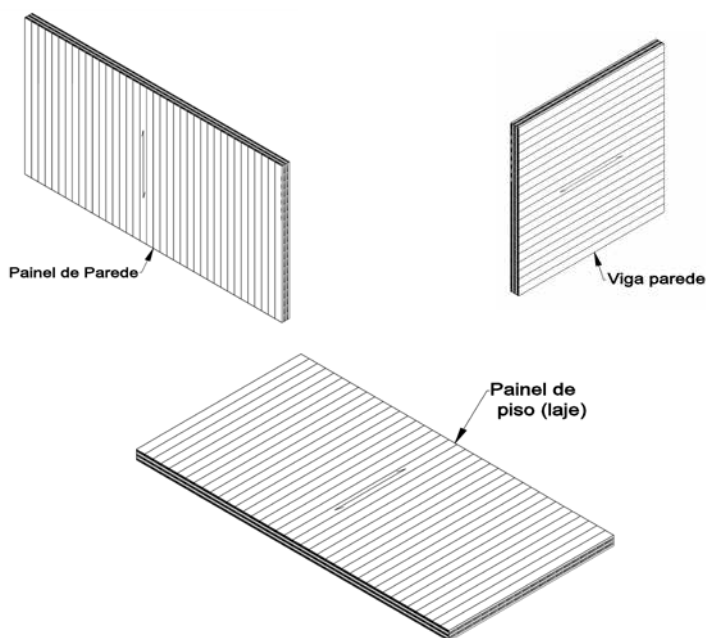


Figura 2 – Posicionamento típico de painéis de MLCC.

DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS EM MADEIRA LAMELADA COLADA

RAMON VILELA

BRUNO FAZENDEIRO DONADON

NILSON TADEU MASCIA

1 INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais construtivos mais antigos utilizados pela humanidade. Suas propriedades mecânicas elevadas lhe conferem uma alta aplicabilidade para diferentes situações construtivas. Apesar das vantagens de seu emprego, a madeira em sua forma serrada está sujeita a defeitos naturais, como os nós e alteração nas direções das fibras, que reduzem os valores de suas propriedades mecânicas. Peças de madeira serrada também apresentam

limitações em suas dimensões comerciais, acarretando com isso restrições em suas aplicações na construção civil.

Essas questões podem ser contornadas utilizando sistemas com peças serradas coladas, permitindo selecionar as melhores partes (ou regiões) de uma peça serrada, minimizando assim os defeitos e compondo um novo elemento estrutural por meio da união das peças por adesivos.

No final do século XIX, na Alemanha, teve origem a técnica de laminar peças de madeira de pequenas dimensões para se obter grandes peças estruturais. Tal produto foi denominado de Madeira Lamelada Colada (MLC). Essa técnica, patenteada por Hetzer, segundo Smulski (1997), somente teve grande utilização na Europa a partir de 1913, quando se iniciou o emprego desse tipo de material em estruturas de ponte, cobertura de escolas e fábricas. Já nos Estados Unidos o sistema de MLC vem sendo utilizado em edifícios desde 1935 e em construções de pontes, de 6 a 25 metros. Essa técnica se consolidou e se tornou comum a partir de 1940. No Brasil esse sistema construtivo tem conquistado muito espaço, devido ao país ser um grande produtor de matéria prima.

Nesse contexto, a Madeira Lamelada Colada (MLC) pode ser definida como um produto de madeira engenheirada e uma evolução tecnológica em relação à madeira serrada. A Figura 1, mostra uma peça de Madeira Lamelada Colada (MLC), constituída por lamelas emendadas por finger joints e adesivo entre as camadas dessas lamelas.

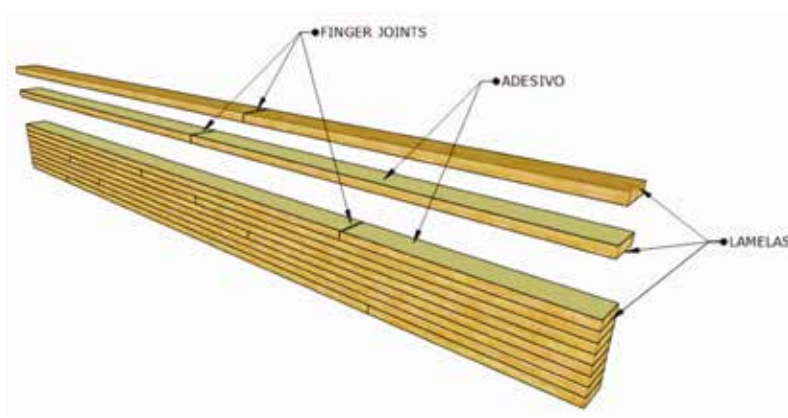


Figura 1 – Exemplo de formação da Madeira Lamelada Colada (MLC).

Fonte: AUTORES, 2022.

De um modo geral, produtos de madeira tem suas seções transversais vinculadas à disponibilidade de material utilizável na seção transversal de troncos de árvores. Isso acarreta com frequência limitações geométricas em seções de peças de madeira serrada por serem compostas de um único recorte, ao passo que para peças de MLC tais limitações são mitigadas devido às seções serem compostas por várias lamelas. Entretanto, como o MLC é um produto industrial, é pertinente serem adotadas algumas padronizações geométricas para uma melhor otimização da matéria prima. Por esse motivo, é comum que em peças comerciais de seção retangular de MLC, os valores nominais das alturas e larguras sejam definidos como sendo múltiplos das alturas e larguras das lamelas disponíveis para a confecção dessas peças. Tais padronizações não são homogêneas em todas as empresas que fabricam peças em MLC, pois dependem diretamente da disponibilidade da matéria prima existente na ocasião de sua aquisição.

A escolha de peças de MLC num projeto possibilita intervenções estratégicas com vistas a um melhor aproveitamento das propriedades mecânicas da madeira através de uma disposição geométrica apropriada das lamelas que perfazem uma peça de MLC. Essas intervenções podem auferir ao elemento em MLC um desempenho estrutural mais efetivo, consoante com as capacidades de resistência e de rigidez associadas à madeira.

Sinteticamente, pode-se listar as seguintes características vantajosas das peças em MLC em relação às peças convencionais serradas:

- Dimensões: podem ser compostas por várias camadas de madeiras com dimensões variadas, proporcionando a confecção de grandes estruturas;
- Arquitetura: possibilidade de se criar diversos tipos de peças estruturais, sejam retas, curvas e ainda outras mais complexas;
- Qualidade das peças: além da diminuição considerável de defeitos, pode-se combinar espécies de madeiras de diferentes resistências e homogeneizar a montagem das peças. Nesse sentido, pode-se também utilizar peças de madeiras de menor qualificação física e mecânica;

ESTRUTURAS DE LIGHT WOOD FRAME

RODRIGO VARGAS SOUZA

ÂNGELA DO VALLE

POLIANA DIAS DE MORAES

1 TIPOS DE CONSTRUÇÃO EM FUNÇÃO DA SUA INDUSTRIALIZAÇÃO E PRINCÍPIOS BÁSICOS

Uma das formas mais comuns de emprego da madeira é a confecção de uma estrutura que serve de suporte para os mais diversos materiais de vedação. O *Light Wood Frame* (LWF), também conhecido como Plataforma (*Platform frame*), segue esta lógica, pois é um sistema construtivo estruturado em perfis de madeira, de floresta plantada tratada. É usual no Brasil usar espécies de coníferas *Pinus elliottii* ou *Pinus taeda*, originárias da América do Norte. Os painéis de pisos, paredes e telhado, formados com esses perfis de madeira

serrada e chapas de OSB (*Oriented Strand Board* ou chapas de lascas orientadas) ou de compensado, são combinados ou revestidos com outros materiais, com a finalidade de aumentar o conforto térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e da ação do fogo. A estrutura pode ser dividida em subsistemas: piso, parede, entrepiso e cobertura, conforme Figura 1.

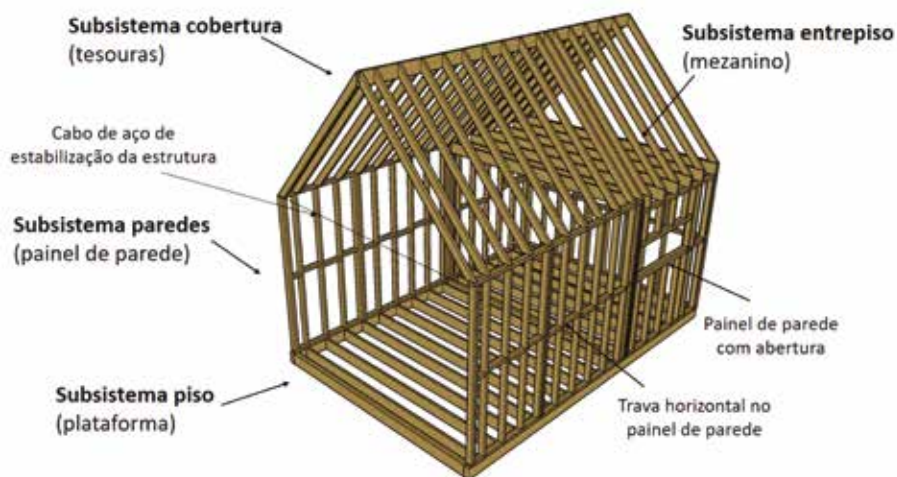


Figura 1 – Perspectiva da ossatura em LWF pensando na lógica do sistema plataforma.

Fonte: Autores (2021).

O projeto da primeira norma brasileira NBR 16.936: Edificações em *light wood frame* foi submetido à consulta nacional pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 2021 e 2022 (Projeto de norma NBR 16936, 2022). O projeto de norma apresentado pela Comissão Brasileira estabelece diretrizes para sistemas construtivos LWF, abrangendo as condições de projeto e execução. Também estabelece o método de avaliação do desempenho do sistema construtivo e as condições mínimas adequadas de recebimento, pelo cliente final, e a manutenção, de forma a garantir o desempenho exigível pelo sistema. Para projeto e execução do LWF, também pode ser usada a norma europeia Eurocode 5 (2004).

Para o sistema construtivo LWF, há diferentes métodos de montagem, que se diferenciam por serem mais ou menos industrializados (O'BRIEN, 2000;

BENOÎT e PARADIS, 2007; ESPÍNDOLA, 2010; WEINSCHENCK, 2012), os quais influenciam, principalmente, o espaço e o local necessários para a montagem e o tempo de execução da obra. Os principais métodos de montagem do LWF são: o método não industrializado (artesanal), o método semi-industrializado (ou dos painéis) (Figura 2A) e o método modular (Figura 2B).



(A)



(B)

Figura 2 – Painel parede em execução (A) e um módulo residencial sendo transportado da fábrica para o canteiro (B).

Fonte: Autores (2021).

No método não industrializado de construção, os painéis de piso, parede e telhado são montados no canteiro de obras. Ele se caracteriza pela baixa escala de produção e pela baixa produtividade. Essa técnica pode ser usada em locais onde o uso de sistemas pré-fabricados não é viável. Apesar da baixa produtividade, o método artesanal é uma alternativa de autoconstrução.

No método semi-industrializado de construção, os painéis, as lajes e as tesouras podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local. Alguns materiais de fechamento dos painéis podem ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção *in loco* (ESPÍNDOLA, 2017). Os painéis e os subsistemas são conectados no local, usando técnicas convencionais (parafusos autobrocantes e autoatarrachantes). Este vem sendo o método mais utilizado nos últimos anos no Brasil para a construção.

No método industrializado, as construções modulares são unidades completamente industrializadas e produzidas na fábrica (WEINSCHENCK, 2012;

A MADEIRA ENGENHEIRADA NO DESIGN BRASILEIRO

TOMÁS QUEIROZ FERREIRA BARATA

CYNTIA SANTOS MALAGUTI DE SOUSA

RENATA DE OLIVEIRA CRUZ CARLASSARA

CONRADO RENAN DA SILVA

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o emprego da madeira engenheirada no campo do design sob uma perspectiva histórica e tecnológica, retrata os desafios e o pioneirismo de empresas no cenário nacional e os designers e arquitetos que se notabilizaram pelo seu uso. O texto procura traçar um paralelo entre um olhar histórico sobre o design a partir do início do século XX no país e a evolução dos processos produtivos e tecnológicos, especificamente na indústria moveleira

nacional. Busca responder aos aspectos funcionais, simbólicos e culturais, além das questões relacionadas à cadeia produtiva dos produtos engenheirados de base florestal.

O uso da madeira engenheirada no design brasileiro está associado a diferentes iniciativas de inovação, impulsionadas por diversas forças motrizes e expressas tanto nos ambientes residenciais como nos espaços corporativos, e também na esfera institucional e pública. Tratando do tema em relação ao design de produtos em geral, Bonsiepe (2011) observa que, quanto às forças motrizes que impulsionam a inovação, elas podem ser baseadas no surgimento de novas tecnologias ou inventos, em movimentos de arte ou em críticas e na emergência de novos valores, comportamentos ou estilos de vida. Ainda segundo o autor, o processo de inovação também pode ter como referência a observação de necessidades e demandas de grupos de usuários com características específicas, a abundância ou escassez de determinados recursos, a pesquisa de tradições culturais e produtivas locais ou a adaptação de modelos estrangeiros, entre outros fatores. Quanto à materialização de tais inovações, elas se expressam em configurações, componentes, processos de fabricação, distribuição, comercialização e muito intensamente, no emprego de materiais.

Este é o foco central deste capítulo em que se observará como – ora por meio da combinação, ora pela alternância de algumas dessas forças motrizes e formas de manifestação- historicamente, ao longo do século XX e início do século XXI, o emprego da madeira no design brasileiro, em especial no setor do mobiliário, foi se diversificando. Valendo-se, inicialmente, apenas da madeira maciça proveniente de florestas nativas, designers, arquitetos e empresas foram agregando, progressivamente, tanto materiais originários de outras fontes, quanto diferentes técnicas produtivas, a partir de processos de intensa experimentação, consolidando o emprego da “madeira engenheirada” no design de móveis em nosso país.

2 O MOBILIÁRIO BRASILEIRO E A EVOLUÇÃO DOS SEUS PROCESSOS PRODUTIVOS

O design brasileiro, desde a colonização, recebeu influências diretas e indiretas de diversas culturas, principalmente as de origem europeia. A principal influência, como já era de se esperar, veio dos portugueses, que trouxeram as primeiras referências de mobiliário que os brasileiros viriam a conhecer (COSTA, 1939). As peças trazidas ao Brasil eram de característica rústica e de construção improvisada, precárias de técnicas formais e planejamento. Por séculos, foi possível observar a influência europeia direta nessa produção, que lentamente adequou-se às necessidades brasileiras (SANTI, 2013; SANTOS, 2017). Incorporaram-se mudanças nas formas e traços e também nos materiais e processos produtivos, como a substituição dos estofados quentes de veludo, pelas frescas palhinhas indianas (COSTA, 1939).

No começo do século XIX, com a abertura dos portos e novos tratados comerciais assinados, o mobiliário que chegava ao Brasil passou a ser mais diversificado, importado de países como Inglaterra, França e Áustria, aumentando o repertório do artesão local. Entretanto, foi apenas no final desse século, com o início do processo da industrialização, que o Brasil começou a vivenciar mudanças mais substanciais no modo de pensar, projetar e produzir o mobiliário (SANTOS, 2017). De acordo com Santi (2013, p. 107), as demandas inéditas da população, somadas às novidades trazidas do exterior, favoreceram o cenário para a criação das primeiras fábricas de mobiliário nacional. Além disso, a população menos abastada necessitava do incremento da produção, pela dificuldade de acesso às peças importadas.

Esse pequeno avanço industrial, deu-se anteriormente à Primeira Guerra Mundial – período em que o Brasil importou quantidades significativas de maquinário a vapor e instrumentos para equipar suas fábricas e indústrias embrionárias (SANTI, 2013). No começo do século XX, durante a Primeira Guerra, houve um salto ainda maior da produção industrializada devido ao fechamento dos portos. Esta situação forçou a elite brasileira, consumidora de mobiliário importado, a recorrer ao mercado nacional, o que impulsionou novamente a indústria local.

A INTRODUÇÃO DA MADEIRA INDUSTRIALIZADA NA FORMAÇÃO ACADÊMICA DO ESTUDANTE DE ARQUITETURA E URBANISMO

FABIANA LOPES DE OLIVEIRA

GABRIELA LOTUFO OLIVEIRA

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas foi possível observar uma grande mudança na postura dos arquitetos em relação à madeira como material de construção. A princípio,

a madeira estava muito associada a construções secundárias, além de existir um grande preconceito quanto ao material em si. No entanto, pode-se afirmar que hoje esse cenário mudou. A madeira passou a ser vista como o material do futuro, que pode, inclusive, ser utilizada nas grandes cidades e para a construção de edifícios de múltiplos pavimentos.

Naturalmente, com o crescimento do setor, aumenta também a necessidade de se abordar o material de forma mais enfática e específica na formação acadêmica do estudante de Arquitetura e Urbanismo. Considerando essa realidade, optou-se por “conversar” com alguns docentes de graduação de Arquitetura e Urbanismo, de modo a compreender de que maneira é introduzida a matéria-prima madeira, e especificamente estruturas de madeira industrializada, em instituições de ensino brasileiras, tendo como foco os cursos de Arquitetura e Urbanismo.

Compilaram-se as entrevistas realizadas com 6 docentes de diferentes Instituições de Ensino Superior – IES do país e que, de alguma forma, tomaram a iniciativa de ampliarem a temática de estruturas e construções de madeira em suas instituições de ensino. Enfatiza-se que o fato de alguns nomes de docentes não estarem presentes neste capítulo, não significa que também não exerceram esse papel. A participação dos professores não se pautou em importância acadêmica, pois há no país inúmeros docentes com contribuições de extrema relevância para o assunto. A intenção do presente capítulo é apenas compreender um panorama geral, embora exíguo, sobre o ensino da madeira nas escolas de arquitetura, chamando atenção para uma lacuna que deve ser urgentemente preenchida e, quem sabe, promover uma discussão maior sobre o assunto: a introdução da madeira industrializada na formação acadêmica dos estudantes de arquitetura.

Sabe-se que essa amostragem é pequena para representar um cenário tão grande e diverso de IES no país, logo é uma iniciativa despretensiosa em buscar uma solução para adequar a madeira na formação de futuros profissionais. A madeira, como material, elemento e sistema construtivo, deve urgentemente ocupar o espaço que realmente merece nos currículos acadêmicos, contribuindo para concepção de bons projetos de sistemas de madeira aliando qualidades tecnológicas, plásticas e estruturais.

Participaram das entrevistas o Prof. Dr. Marcelo Aflalo, da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), a Prof. Dra. Albenise Laverde, da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), a Prof. Dra. Edna Moura, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), o Prof. Dr. Jorge Daniel de Melo Moura, da Universidade Estadual de Londrina (UEL), o Prof. Dr. Ivan do Valle, da Universidade de Brasília (UnB) e o Prof. Gonzalo Melgar da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que suas “falas” fossem aqui descritas e tornadas públicas. Além disso, adicionou-se às informações reunidas, as considerações de uma das autoras deste capítulo, a Prof. Dra. Fabiana Oliveira, docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).

Visando apresentar as percepções dos docentes de maneira organizada, o capítulo se divide em três partes. A primeira delas tem como foco a inserção da madeira na estrutura curricular dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, apresentando, assim, as visões dos docentes sobre os cursos nos quais lecionam e os interesses dos alunos sobre o tema estruturas de madeira. A segunda busca entender a opinião dos docentes sobre a atuação dos futuros profissionais (recém-formados) no desenvolvimento de projetos que empreguem estruturas de madeira industrializadas. Por fim, a terceira parte apresenta algumas ideias pontuadas pelos entrevistados para incrementar e aperfeiçoar o ensino de estruturas de madeira na graduação.

2 ESTRUTURA CURRICULAR

De modo a compreender a maneira como é abordado o material aqui estudado nas diferentes instituições de ensino, verificando as diferenças e semelhanças nas estruturas curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, inicialmente, os docentes foram questionados sobre de que forma é introduzida a madeira na formação do estudante de graduação em suas instituições de ensino.

De maneira unânime os professores entrevistados apontaram que não há uma disciplina específica para estruturas de madeira na grade curricular do

O FUTURO DA MADEIRA ENGENHEIRADA NO BRASIL: perspectivas e desafios do setor

CARLITO CALIL JUNIOR

CARLITO CALIL NETO

1 A HISTÓRIA DAS ESTRUTURAS DE MADEIRA NO BRASIL

Não se pode falar sobre a utilização de estruturas de madeira na construção civil do Brasil sem antes citar a Empresa Hauff. Erwin Hauff o fundador da empresa HAUFF nasceu em Viena (Áustria) e formou-se em engenharia civil

pela Escola Politécnica de Munique, concluindo seu curso em 1920. Ao final da Primeira Grande Guerra Mundial, o engenheiro fixou-se no Brasil e se viu atraído pelo estudo das espécies florestais brasileiras, a partir da observação das características físicas da madeira. Para tanto, colhia amostras das mais variadas espécies, observando o seu comportamento em relação à secagem, aos defeitos decorrentes da mesma como rachaduras e empenamentos e à trabalhabilidade. Todas estas observações eram feitas por meio de ensaios de caráter empírico.

Construiu diversos sistemas estruturais de coberturas para armazéns, depósitos, pontes, cimbramentos para várias estruturas de concreto entre muitas outras obras em São Paulo, onde na década de vinte, em 1929, fundou a firma “Hauff”. Por meio dessa firma, projetou e construiu estruturas de madeira treliçadas com ligações cavilhadas, o que lhe proporcionou reconhecimento em nível nacional e internacional. Seu prestígio internacional veio através da Escola Politécnica de Munique, que lhe atribuiu o título de professor catedrático daquela instituição por sua produção na área de estruturas de madeira construídas no Brasil. Devido à sua experiência no ramo das estruturas de madeira e de seu conhecimento relativo à tecnologia desse material, Erwin Hauff também contribuiu para a elaboração da primeira norma brasileira de projeto de estruturas de madeira, a NB-11/51. A Hauff foi a empresa introdutora de tecnologias em estruturas de madeira e também responsável pela formação da mão-de-obra ligada à produção de estruturas de madeira, trazendo mestres em carpintaria, desenhistas e projetistas do exterior, sendo um exemplo para a bagagem técnica de muitos engenheiros nacionais.

Um exemplo significativo de ponte de madeira executado no período é a estrutura em arco tri articulado construído sobre o rio Tietê na capital de São Paulo. Essa ponte tinha um vão livre de 38 metros, sendo seu comprimento total de 48 metros. A figura 1 apresenta um aspecto parcial dessa ponte.



Figura 1 – Ponte sobre o Rio Tietê, 38 m.

Fonte: E. Hauff & Cia. Fonte CT (2).

2 A NORMALIZAÇÃO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

A primeira Norma Brasileira para o projeto de Estruturas de Madeira foi publicada pela ABNT em 1951 com o título NB-11 Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira. Foi uma norma composta por uma Comissão de Estudos formada pelos Professores e Profissionais da época, onde se pode constatar os nomes de Antônio Moliterno, Antônio Luiz Ippolito, Stephan Prokofievitch Timoshenko, Antônio Alves Noronha e o famoso Erwin Hauff autor de grandes projetos e obras em estruturas de madeira no país. Esta norma foi baseada na Norma Alemã DIN 1052 – Parte 1, que tinha como método de segurança o Método das Tensões Admissíveis. A norma era composta de 16 páginas sem qualquer anexo, com os critérios de dimensionamento das Tensões Admissíveis onde se observa no final da norma (página 15), uma tabela com valores das tensões admissíveis de sete espécies de madeiras sendo 6 folhosas (Aroeira,

ÂNGELA DO VALLE



Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, cursou graduação em Engenharia Civil pela PUC-RS, concluiu mestrado (1994) e doutorado (2000) em Engenharia Civil, ambos pela POLI-USP. Atua na área de Estruturas de Madeiras, principalmente nos seguintes temas: projeto e tecnologia de estruturas de madeira, durabilidade, patrimônio cultural edificado, diagnóstico e reforço de madeiras. É membro do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) da UFSC desde 1996. Ministra disciplinas para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo e atua no Programa de Pós-graduação PósARQ da UFSC. É membro das Comissões de Estudo da ABNT de Sistemas Construtivos Wood Frame (ABNT/CE-02:126.11), de Projeto de Estruturas de Madeiras (ABNT/CE-02:126.10) e de Desempenho de Edificações (ABNT/CB-002:136.001). Ocupou a Presidência do Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira (IBRAMEM) nas Gestões 2018-2020 e 2020-2022.

BRUNO F. DONADON



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (2012). Mestrado em engenharia civil na área de estruturas e geotécnica com ênfase em estruturas de madeira pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP (2016).

CARLITO CALIL JUNIOR



Engenheiro Civil (1975), Mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade de São Paulo (1978), Doutorado em ENGENHARIA INDUSTRIAL pela Universidade Politécnica de Catalunya (1982) e pós-doutorado em estruturas de armazenamento pelas Universidades de Twente-Holanda e Karlsruhe – Alemanha (1988) e em estruturas de madeira pelo Forest Products Laboratory – USA (2001). Membro Fundador e ex-presidente do IBRAMEM, Coordenador de Comissão de Normalização de Estruturas de Madeira da ABNT e Professor Sênior da Universidade de São Paulo. Suas atividades principais estão ligadas a docência, pesquisa e prestação de serviços a comunidade na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas de Madeiras e de Armazenamento de produtos, atuando principalmente nos seguintes temas: classificação e caracterização de espécies de madeira, pontes de madeira, estruturas de cobertura em madeira, normalização brasileira, e industrialização de estruturas de madeira. Formou 44 mestres e 33 doutores. Publicou vários livros e capítulos de livros na área de estruturas de madeiras e na área de silos, pressões e fluxo de produtos armazenados. Faz parte de várias comissões da ABNT, comitês científicos e associações internacionais.

CARLITO CALIL NETO



Engenheiro industrial madeireiro pela universidade estadual paulista julio de mesquita filho Unesp (2008) com especialização no processo de produção de madeira laminada colada. Mestre em engenharia dos materiais (2011) pela Universidade de São Paulo, no estudo de madeira laminada colada analisando a combinação madeira-adesivo-tratamento preservativo. Doutor em engenharia civil (2014) pela Universidade de São Paulo, no estudo de ligações com parafusos auto-atarraxantes sem pré-furação para uso em estruturas de madeira com parceria da empresa italiana Rothoblass. Sócio da empresa Rewood (2014) localizada em Taboão da Serra onde teve a oportunidade de realizar vários trabalhos envolvendo projeto/fabricação e montagem de estruturas de madeira utilizando produtos industrializados de madeira e dentre eles o primeiro prédio de massive timber do brasil localizado em São Paulo.

CASSIANO DE OLIVEIRA SOUZA



Engenheiro de Produção pela Universidade Virtual do Estado de São Paulo – UNIVESP e Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo – USP. Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT desde 2014, atua na execução de ensaios físicos e mecânicos para caracterização de madeira, na inspeção e avaliação de estruturas de madeira, principalmente em prédios de valor histórico e em sistemas construtivos em madeira.

CONRADO RENAN DA SILVA



Mestre em Design (2021) pelo PPG em Design da FAAC-Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação; UNESP-Universidade Estadual Paulista de Bauru/SP. Especialista em Docência do Ensino Técnico e Superior (2018) e especialista em Design de Interiores (2015), pelo Centro Universitário Toledo de Araçatuba/SP. Graduado em Bacharel em Desenho Industrial (2013) pela Faculdade de Ciências e Tecnologia de Birigui/SP. Possui experiência na área de design, atuando desde 2008 no desenvolvimento de projetos

de produtos e gráficos, nos últimos anos meu foco tem sido principalmente no ensino e na pesquisa em design.

CYNTIA SANTOS MALAGUTI DE SOUSA



Desenhista industrial pela Escola Superior de Desenho Industrial da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1980) e doutora em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é professor – pesquisador da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, junto ao curso de graduação em design e ao Programa de Pós-Graduação em Design. É coordenadora científica do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura, do Urbanismo e do Design – NUTAU/USP. Tem experiência

profissional na área de Desenho Industrial e desenvolve pesquisas relacionadas aos seguintes temas: design para sustentabilidade, gestão do design e cultura material.

EDNA MOURA PINTO



Arquiteta e Urbanista formada na UNESP/Bauru, Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais e Mestre em Tecnologia do Ambiente Construído, ambas pela Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos. É professora e pesquisadora do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com interesse na área de tecnologia da arquitetura. Suas pesquisas incluem as relações científica e técnica envolvidas no projeto arquitetônico e sua materialização envolvendo os processos e sistemas construtivos, técnicas e práticas com base no emprego da madeira e produtos derivados e a Segurança Contra Incêndio.

FABIANA LOPES DE OLIVEIRA



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão, mestrado e doutorado em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos e pós-doutorado (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo. Realizou estágios supervisionados na University of Illinois at Urbana-Champaign e foi professora visitante: no Centro Experimental de la Vivienda Económica (Córdoba - 2012) pelo programa Escala Docente da Asociación de Universidades do Grupo Montevideo, na Università Degli Studi Di Roma La Sapienza (Roma - 2016) pelo Programa Be Mundus e na Oregon State University - OSU (2022), pelo Programa Fulbright. Atualmente é professora Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, do Departamento de Tecnologia da Arquitetura. É pesquisadora na área de Construção Civil com ênfase em manutenção preventiva e manifestações patológicas que venham a diminuir a durabilidade do ambiente construído. Além disso, atua também em projetos de pesquisa cujo objetivo é analisar o desempenho de sistemas construtivos inovadores.”

FERNANDA BELIZARIO SILVA



Possui graduação em Engenharia Civil (2008) e Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana (2012) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Pesquisadora do Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência em Engenharia Civil, com ênfase em avaliação de desempenho de componentes e sistemas construtivos inovadores e na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicada à construção.

GABRIELA LOTUFO OLIVEIRA



Arquiteta especializada em projetos arquitetônicos em madeira engenheirada, graduada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2015). Mestre em Tecnologia da Arquitetura pela mesma instituição (2018), resultando na dissertação intitulada “Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho”. Atualmente, também desenvolve seu Doutorado na FAUUSP com enfoque em projetos arquitetônicos em CLT. Desde 2016, atua na Crosslam na concepção, desenvolvimento, consultoria e gerenciamento de projetos em CLT e MLC, sendo, atualmente, responsável pelo setor de projetos da empresa.

HÉLIO OLGA



São Paulo – SP (1955).

Engenheiro civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – 1978.

Em 1980, com seu pai, fundou a empresa Ita Construtora Ltda.

Nesses 41 anos a Ita construiu cerca de 1.700 edificações com estrutura em madeira, totalizando mais de 350.000 m².

MARCELO AFLALO



Arquiteto graduado em 1978 pela FAUUSP, mestre em Artes e Comunicação Visual pela The School of The Art Institute of Chicago, em 1985 e Doutor pelo IAUUSP, em 2020. Fundador do Núcleo da Madeira e presidente entre 2017 e 2021, coordenador da Pós Graduação em arquitetura em Madeira do Núcleo da Madeira/IPT e professor na FAAP. Dirige a UniversDesign, escritório de arquitetura e design desde 1989 e a Editora Paralaxe, especializada em arquitetura e artes em geral.

MARIA JOSÉ ANDRADE CASIMIRO MIRANDA



Possui Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras pela Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) 1997. Atualmente é Pesquisadora II do Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos da Unidade de Negócios Habitação e Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. É também professora convidada da disciplina de Sistemas Construtivos para Habitação, Inovação e Desempenho no Curso de Mestrado Profissionalizante:

Habitação, Inovação e Desempenho do IPT. Tem experiência na área de Tecnologia de Produtos Florestais com foco nas áreas de anatomia e identificação de madeiras, propriedades físicas e mecânicas de madeiras/aplicações bem como em secagem e processamento mecânico.

NILSON T. MASCIA



Possui graduação em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (1981), mestrado (1985) e doutorado em Engenharia de Estruturas (1991) pela Universidade de São Paulo, livre-docência na área de Resistência dos Materiais pela Universidade Estadual de Campinas (1997). Docente da Universidade Estadual de Campinas desde 1988 e professor titular em 2011. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Mecânica das Estruturas, em Estruturas de Madeira e Análise

Experimental de Estruturas. Realizou estágios de pós-doutorados na State University

of Wisconsin-Madison ,WI- Estados Unidos (1998); Forest Products Laboratory-Madison-WI, Estados Unidos (2015) e no CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), Ivalsa (Istituto per Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree), Florença-Itália (2015-2016). É bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq.Faz parte do comitê da ABNT para revisão da norma de Estruturas de Madeira.

POLIANA DIAS DE MORAES



Possui graduação em Engenharia Civil (1987) e mestrado em Engenharia Mecânica (1983) pela Universidade Federal de Santa Catarina e doutorado em Ciências da Madeira pela Université Henri Poincaré Nancy I (2003), França. Atualmente, é Professor Associado IV e membro do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), atuando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) desde de 2004. É vice-presidente do Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira (IBRAMEM) das gestões 2018-2020 e 2020-2022 e 1ª Secretária da Associação Luso-Brasileira para Segurança contra Incêndio (ALBRASCI). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em comportamento mecânico de estruturas em situação normal e de incêndio. Atua em linhas de pesquisa sobre o comportamento mecânico da madeira e de ligações de estruturas em madeiras.

RAMON VILELA



Bacharel em engenharia civil pelas FIMI, especialista em estruturas de concreto e fundações pelo INBEC, mestre e doutorando em engenharia civil na área de estruturas e geotécnica pela FEC-UNICAMP. Tem experiência na área de estruturas de concreto pré-fabricados e contribuições científicas na área de estruturas de Cross Laminated Timber e Madeira Lamelada Colada. Atualmente desenvolve sua pesquisa de doutorado em análise numérica e experimental de placas híbridas de CLT-Concreto em parceria com a Crosslam.

RENATA DE OLIVEIRA CRUZ CARLASSARA



Mestranda em Design de Produto com foco em Design, Território e Identidade, pelo Programa de Pós Graduação da FAAC/UNESP. Graduada em Design de Produto pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (2018), pesquisa e projeto de conclusão de curso em História do Design e Mobiliário Brasileiro e Memória Afetiva. Membro do Grupo de Pesquisa em Design, Tecnologia e Sustentabilidade (CNPq/UNESP). Tem experiência na área de Desenho de Produto, com ênfase em Design de Mobiliário e Design Brasileiro.

RODRIGO VARGAS SOUZA



Arquiteto e sócio-fundador do escritório A+R arquitetura. Desde 2003 atua com sistemas construtivos industrializados: Light Wood Frame e Light Steel Frame. Também atua como professor ministrando disciplinas de projeto arquitetônico, sustentabilidade e sistemas construtivos inovadores. cursou graduação em arquitetura e urbanismo (2000 – 2007), concluiu mestrado em Engenharia Civil (2013) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo (2020), ambos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foi membro do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) e do grupo de pesquisa Virtuhab.

SÉRGIO BRAZOLIN



Biólogo, formado no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo – SP, mestre em ciência e tecnologia de madeiras e doutor em recursos florestais pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – USP. Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT há 35 anos, desenvolvendo projetos de pesquisa e prestando serviços especializados com biodeterioração e proteção da madeira em habitações e com produtos derivados deste material. Atualmente, envolvido com a área de biomecânica de árvores e resíduos das florestas urbanas, auxiliando o poder público na definição de políticas públicas e programas de manejo das árvores.

SUELEM MAURÍCIO FONTES MACENA



Possui graduação em Tecnologia em Construção de Edifícios pela Faculdade de Tecnologia do Tatuapé – FATEC Tatuapé (2014). Foi estagiária do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) no Laboratório de Árvores, Madeiras e Móveis na área de ensaios físicos e mecânicos de madeira e produtos derivados de madeira (2014). Atualmente é assistente de pesquisa no Laboratório de Tecnologia e Desempenho de Sistemas Construtivos (LTDC) atuando no Sistema de Gestão da Qualidade e em ensaios físicos e mecânicos, identificação botânica de madeiras e produtos derivados.

TAKASHI YOJO



Possui graduação em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1977), mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo (1988) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (1993). Atualmente é pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Materiais e Componentes de Construção, atuando principalmente nos seguintes temas: análise estrutural, construção em madeira, patrimônio histórico, biodeterioração, sanidade biológica, caracterização das propriedades físicas e mecânicas.

TOMÁS QUEIROZ FERREIRA BARATA



Professor do Departamento de Tecnologia da Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP e professor no Programa de Pós-Graduação em Design da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – FAAC – UNESP, campus de Bauru. Doutor em arquitetura e construção pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (2008), mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração em tecnologia do ambiente construído pela Universidade de São Paulo (2001), graduação em Arquitetura e Urbanismo

pela Universidade de São Paulo (1993), campus USP – São Carlos. Tem experiência na elaboração de projetos de arquitetura e design de produtos sustentáveis, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de projeto e produção de mobiliários, equipamentos urbanos, componentes e sistemas construtivos pré-fabricados em madeira e materiais de fontes renováveis.

ALBENISE LAVERDE



Albenise Laverde é arquiteta formada pela Universidade Estadual de Londrina – UEL (2001), mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – EESC-USP (2007) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP (2017). Atua como docente desde 2007 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia – FAUeD-UFU. Tem experiência na área da Tecnologia do Ambiente Construído com ênfase nos seguintes temas: Construções em Madeira, Ensino da Tecnologia da Construção, Experimentação construtiva como metodologia projetual, Projeto arquitetônico & Sustentabilidade.

EDNA MOURA PINTO



Arquiteta e Urbanista formada na UNESP/Bauru, Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais e Mestre em Tecnologia do Ambiente Construído, ambas pela Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos. É professora e pesquisadora do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com interesse na área de tecnologia da arquitetura. Suas pesquisas incluem as relações científica e técnica envolvidas no projeto arquitetônico e sua materialização envolvendo os processos e sistemas construtivos, técnicas e práticas com base no emprego da madeira e produtos derivados e a Segurança Contra Incêndio.

FABIANA LOPES DE OLIVEIRA



Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão, mestrado e doutorado em Engenharia de Estruturas pela Escola de Engenharia de São Carlos e pós-doutorado (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo. Realizou estágios supervisionados na University of Illinois at Urbana-Champaign e foi professora visitante: no Centro Experimental de la Vivienda Económica (Córdoba - 2012) pelo programa Escala Docente da Asociación de Universidades do Grupo Montevideo, na Università Degli Studi Di Roma La Sapienza (Roma - 2016) pelo Programa Be Mundus e na Oregon State University - OSU (2022), pelo Programa Fulbright. Atualmente é professora Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, do Departamento de Tecnologia da Arquitetura. É pesquisadora na área de Construção Civil com ênfase em manutenção preventiva e manifestações patológicas que venham a diminuir a durabilidade do ambiente construído. Além disso, atua também em projetos de pesquisa cujo objetivo é analisar o desempenho de sistemas construtivos inovadores.”

GONZALO RENATO NÚÑEZ MELGAR



Arquiteto, Docente Universitário Universidade Federal do Amazonas, Escola de Arquitetura e Urbanismo, Mestre em Ciências Humanas (Teoria, História e Crítica da Cultura) com estudos em Arquitetura e Urbanismo no espaço amazônico, possui título profissional de Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal de Pelotas RS. (2005) e bacharelado em Arquitetura y Urbanismo – Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú (2002). Desenvolve pesquisa sobre os modos de produção do espaço na Amazônia e vincula esta experiência no âmbito do projetual arquitetônico e do planejamento urbano.

IVAN MANOEL REZENDE DO VALLE



Graduação em Arquitetura e Urbanismo FAU/UnB (1988), Mestrado em Construções em Madeira – Institute du Bois – École Polytechnique Fédérale de Lausanne – Suíça (1992) e Doutorado na Escola de Engenharia de São Carlos/USP (2011). Professor Associado da FAU/UnB, onde atua desde 1995. Pesquisador colaborador do Grupo Habis IAU/USP desde 2005 e do CPAB/UnB – Centro de Pesquisa e Aplicação de Bambu e Fibras Naturais, desde 2016. Coordenador do Laboratório de Modelos Reduzidos da FAU/UnB, desde 1995. Pesquisador da obra de José Zanine Caldas; experiência adquirida pela convivência e colaboração de 1985 a 1991 e depois em 1994 e 1995. Colaborador dos professores Wolfgang Winter e Julius Natterer em 1991 e 1992 (Suíça). Expertise em projetos de sistemas construtivos e estruturais do edifício e da cobertura, atuando principalmente nos seguintes temas: modelos reduzidos, construções gerais estruturadas em madeira, grandes vãos com madeira engenheirada (MLC e CLT)

JORGE DANIEL DE MELO MOURA



Professor Associado da Universidade Estadual de Londrina. É professor do programa de mestrado e doutorado em Arquitetura e Urbanismo do departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina. É avaliador do sistema SINAES do Ministério da Educação e Cultura e do Sistema de avaliação de Ensino Superior do estado do Paraná. Faz parte do corpo de avaliadores para acreditação de cursos de graduação para o MERCOSUL-ARCUSUR. É colaborador dos periódicos americanos *Forest Products Journal* e *Journal of Materials in Civil Engineering*, assim como dos periódicos nacionais *Ambiente Construído* e *Tecnologia e Gestão de projetos*. É consultor ad hoc da Fundação Araucária de Apoio e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Construção Em Madeira, nos seguintes temas: habitação social, sistemas construtivos e construções em madeira, materiais lignocelulósicos.

MARCELO AFLALO



Arquiteto graduado em 1978 pela FAUUSP, mestre em Artes e Comunicação Visual pela The School of The Art Institute of Chicago, em 1985 e Doutor pelo IAUUSP, em 2020. Fundador do Núcleo da Madeira e presidente entre 2017 e 2021, coordenador da Pós Graduação em arquitetura em Madeira do Núcleo da Madeira/IPT e professor na FAAP. Dirige o escritório de arquitetura e design desde 1989 e a Editora Parallaxe, especializada em arquitetura e artes em geral.