

Organizadoras

**AKEMI INO  
LUCIA SHIMBO**

# **PROJETAR E CONSTRUIR COM MADEIRA**



**Blucher**

Akemi Ino  
Lucia Shimbo

Organizadoras

## **PROJETAR E CONSTRUIR COM MADEIRA**

*Projetar e construir com madeira*

© 2024 Akemi Ino e Lucia Shimbo

Editora Edgard Blücher Ltda.

*Publisher* Edgard Blücher

*Editores* Eduardo Blücher e Jonatas Eliakim

*Coordenação editorial* Andressa Lira

*Produção editorial* Alessandra de Proença

*Preparação de texto* Amanda Fabbro

*Diagramação* Marcio Freitas

*Revisão de texto* Helena Miranda

*Capa* Laércio Flenic

*Imagem da capa* Tatiana de Oliveira Chiletto

(\*) As imagens utilizadas neste livro não caracterizam preferência por marca ou fabricante. Foram utilizadas devido à sua clareza e disponibilidade somente para ilustrar didaticamente os conceitos mencionados.

(\*\*) As imagens de equipamentos da marca Zaccaria estão sendo usadas com o consentimento da empresa aos autores.

# Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar  
04531-934 – São Paulo – SP – Brasil  
Tel.: 55 11 3078-5366  
contato@blucher.com.br  
www.blucher.com.br

Segundo o Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed.  
do Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa,  
Academia Brasileira de Letras, julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer  
meios sem autorização escrita da editora.

Todos os direitos reservados pela Editora  
Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Projetar e construir com madeira / Akemi  
Ino, Lucia Shimbo organizadoras. – São Paulo :  
Blucher, 2024.  
184 p. ; il.

Bibliografia  
ISBN 978-85-212-2194-4

1. Construções de madeira 2. Habitações  
– Projetos e construção 3. Madeiras de  
construção I. Ino, Akemi II. Shimbo, Lucia

23-4339

CDD 694

Índices para catálogo sistemático:  
1. Construção de madeira

# CONTEÚDO

<b>Apresentação</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>Breve histórico da construção em madeira no Brasil</b>	<b>17</b>
Das construções indígenas ao início do século xx	<b>21</b>
O século xx	<b>26</b>
Iniciativas de introdução de tecnologias construtivas industrializadas em madeira	<b>33</b>
Sistema Hauff	<b>33</b>
Madeira lamelada colada (MLC)	<b>37</b>
Wood frame	<b>38</b>
Tendência de aumento do uso da madeira no século XXI	<b>39</b>
Referências bibliográficas	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>45</b>
<b>Classificação, formação e características da madeira</b>	<b>45</b>
1.1 Classificação botânica da madeira	<b>48</b>
1.2 Formação e composição anatômica da madeira	<b>50</b>
1.3 Características da madeira para a construção	<b>56</b>
1.3.1 Durabilidade natural	<b>58</b>
1.3.2 Propriedade térmica	<b>58</b>
1.3.3 Propriedade acústica	<b>60</b>
1.3.4 Emissão e sorção de COVs	<b>63</b>
1.3.5 Propriedades sensoriais	<b>64</b>
Referências bibliográficas	<b>66</b>



<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>69</b>
<b>Propriedades físicas e mecânicas da madeira</b>	<b>69</b>
2.1 Propriedades físicas	71
2.1.1 Conteúdo de umidade	71
2.1.2 Retratabilidade ou contração	73
2.1.3 Densidade (massa específica da madeira)	76
2.2 Propriedades mecânicas	76
2.2.1 Compressão	77
2.2.2 Tração	78
2.2.3 Cisalhamento	78
2.2.4 Flexão simples	78
2.2.5 Dureza	80
2.2.6 Classe de resistência da madeira e seus valores	81
2.3 Resistência ao fogo	84
2.4 Fatores que influenciam as propriedades da madeira	85
2.4.1 Fatores anatômicos	85
2.4.2 Fatores de processamento	87
2.4.2.1 Desdobro da tora	87
2.4.2.2 Processo de secagem	88
2.4.2.3 Agentes degradadores e tratamento preservativo	91
2.4.2.4 Armazenagem da madeira seca	98
Referências bibliográficas	99
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>101</b>
<b>Produtos de madeira para construção</b>	<b>101</b>
3.1 Madeira maciça	105
3.1.1 Madeira roliça	106
3.1.2 Madeira serrada	108
3.2 Madeira engenheirada	109
3.2.1 À base de madeira serrada	110
3.2.1.1 Madeira lamelada colada (MLC)	110
3.2.1.2 Madeira lamelada pregada (NLT, na sigla em inglês)	111
3.2.1.3 Madeira lamelada cavilhada (DLT, na sigla em inglês)	112
3.2.1.4 Madeira lamelada colada cruzada (CLT, na sigla em inglês)	113
3.2.1.5 Madeira lamelada cavilhada cruzada (DCLT, na sigla em inglês)	115
3.2.2 À base de lâminas e tiras	116
3.2.2.1 <i>Laminated Veneer Lumber</i> (LVL)	116
3.2.2.2 <i>Parallel Strand Lumber</i> (PSL)	118

3.3 Derivados	118
3.3.1 Madeira compensada ( <i>plywood</i> )	119
3.3.2 Painel de tiras orientadas (osb)	120
3.3.3 Painel aglomerado ( <i>Chipboard</i> )	121
3.3.4 Painel de fibra de madeira	122
Referências bibliográficas	124
Websites para pesquisa e conhecimento de produtos	126
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>127</b>
<b>Projeto e construção de edifícios em madeira</b>	<b>127</b>
4.1 Concepções estrutural, construtiva e arquitetônica	130
4.1.1 Sistemas construtivos	131
4.1.2 Análise estrutural	132
4.1.3 Modulação	134
4.2 Processos de fabricação	136
4.3 Princípios básicos para projeto em madeira	139
Concepção arquitetônica	139
Detalhamento construtivo	141
Obra e uso/manutenção	141
4.4 Sistemas construtivos	148
4.4.1 Pilar-viga	151
4.4.2 Entramado	161
4.4.2.1 Enxaimel	161
4.4.2.2 <i>Balloon Frame</i>	162
4.4.2.3 Plataforma ( <i>wood frame</i> )	164
4.4.2.4 Panelizado	167
4.4.3 Parede maciça	167
4.4.3.1 Sobreposição de toras ( <i>log construction</i> )	167
4.4.3.2 Madeira engenheirada	170
Referências bibliográficas	175
<b>Sobre os autores</b>	<b>177</b>
<b>Sobre os ilustradores</b>	<b>181</b>

# **INTRODUÇÃO**

## **Breve histórico da construção em madeira no Brasil**

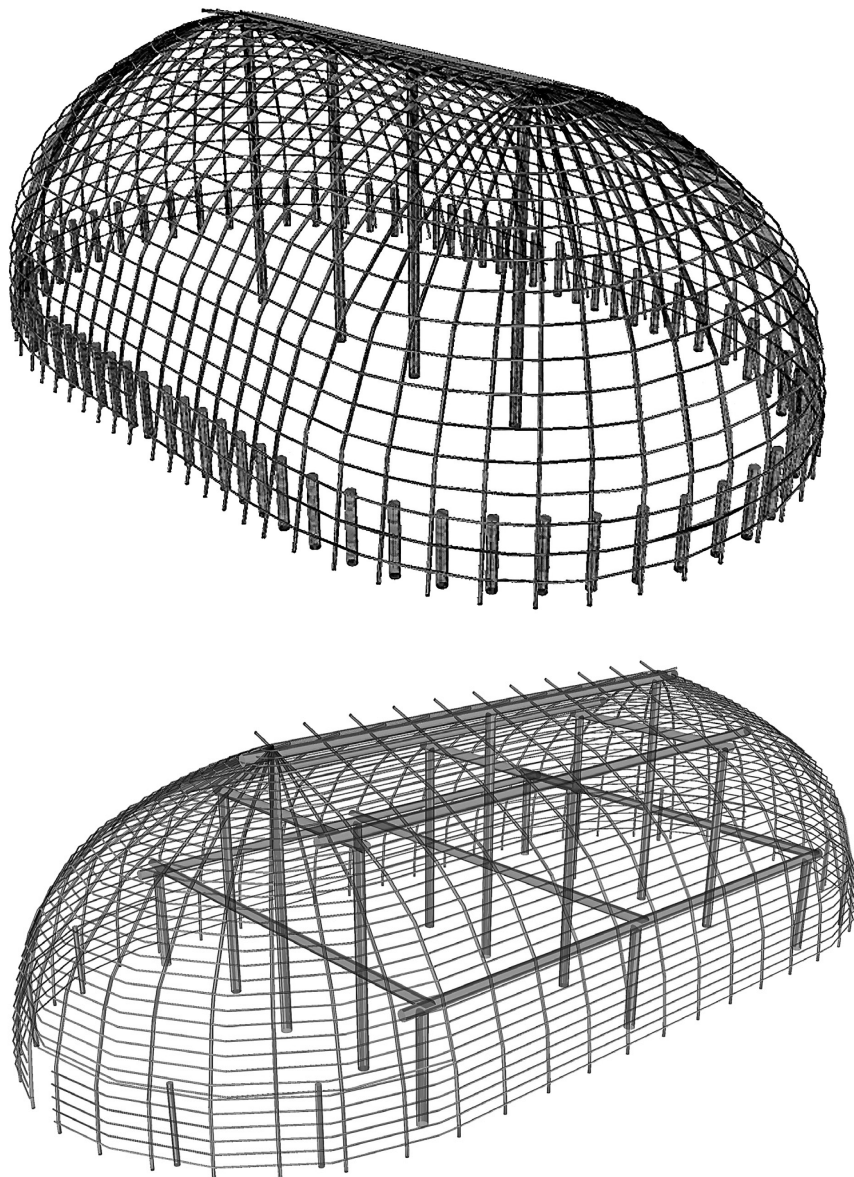
**Erich Kazuo Shigue**

Este capítulo é uma revisão e uma atualização de parte da dissertação do autor intitulada “Difusão da construção em madeira no Brasil: agentes, ações e produtos” (ver: SHIGUE, 2017).



O Brasil é um país florestal, onde cerca de 463 milhões de hectares, correspondendo à 54,4% de todo o território nacional, é coberto por florestas (MMA, 2012), o que nos coloca em segundo lugar entre os países com maior área florestal, atrás somente da Rússia (FAO, 2006). Existe, ainda, uma pequena parcela do total de áreas florestais, representando apenas cerca de 1,5% de sua área total, que é composta pelas chamadas florestas plantadas, que são aquelas criadas artificialmente por meio de prática da silvicultura, destinada à exploração de seus recursos. Apesar de ter uma área pouco representativa em comparação às florestas nativas, com cerca de 7,8 milhões de hectares distribuídos por diversos estados de norte a sul do país, as florestas plantadas são responsáveis por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no Brasil (IBÁ, 2016). Além disso, a produtividade do setor está em torno de 40 a 41 m<sup>3</sup>/ha. ano, o que coloca as florestas plantadas brasileiras entre as mais produtivas do mundo, inclusive acima de países com tradição no setor florestal, como a Finlândia (PUNHAGI, 2014). Ainda, apesar de ter uma produção significativamente inferior, em parte em virtude de pressões para a redução do desmatamento, as florestas nativas também são exploradas, sendo o Brasil um dos maiores produtores, bem como um dos maiores consumidores de madeira tropical do mundo (ITTO, 2014).

Diante desse cenário de abundância de recursos florestais com elevadas taxas de produtividade, aliado a uma indústria de base florestal que explora tais recursos, o Brasil faz pouco uso da madeira como material construtivo e, apesar do setor da construção civil ser um grande consumidor desse recurso, ela é usada principalmente para fins de caráter provisório, como andaimes, formas de moldagem e estruturas de escoramento para o concreto. Outro uso comum da madeira é na forma de móveis, esquadrias e produtos de acabamento, como pisos e forros.



**FIGURA 0.1**

Perspectiva de duas estruturas em madeira produzida por tribos indígenas. Na figura no alto, a casa Paresí; na figura acima, a casa Bakairi.

Crédito: acervo pessoal Portocarrero (2018).

Porém, sua utilização ainda é pouco comum na composição de estrutura principal ou vedação das edificações. Para compreender as motivações por trás dessa aparente incoerência, se faz necessário um apanhado histórico do contexto brasileiro da construção civil, com foco no uso da madeira.

## **Das construções indígenas ao início do século xx**

Originalmente, a maior parte da extensão territorial brasileira era coberta por florestas. Assim, a madeira, abundante, resistente e renovável foi naturalmente o principal material utilizado nas construções das diversas etnias indígenas espalhadas ao longo do território nacional. Embora haja uma escassez acerca de registro e informações a respeito, sabe-se que em razão da imensa diversidade de comunidades indígenas (e, conseqüentemente, dos seus modos de vida), além da variedade de ecossistemas e climas, foram desenvolvidas inúmeras tipologias construtivas. Há, inclusive, estruturas de madeira de grande porte, capazes de abrigar dezenas de pessoas, além de formas e tamanhos plurais de construções, como ilustram a Figura 0.1.

Com a chegada dos portugueses e o início do processo de colonização, houve a implantação de um novo modo de construir. O sistema construtivo usado passou a ser composto por fundação de pedras, paredes de alvenaria e vedação da cobertura em telhas cerâmicas, com a madeira utilizada de forma secundária, em esquadrias, barroteamento, assoalhos, forros e estrutura de telhado. As construções desse período foram marcadas pelos baixos rigores técnico e construtivo, em geral empregando mão de obra escrava. Em todo o país, de norte a sul, onde houve a ocupação de colonos portugueses, foram adotadas tecnologias construtivas semelhantes (REIS FILHO, 2006).

Nesse período, o que diferenciava as classes sociais eram os materiais utilizados e a tipologia das edificações. As residências térreas eram destinadas à população de renda inferior, enquanto os sobrados eram destinados aos mais abastados. Nestes, o piso térreo era em terra batida, ao passo que o piso superior era assoalhado, de modo que, além da função estética, a madeira servia como solução estrutural para a laje entre o térreo e o primeiro pavimento.

No que se refere ao sistema de vedação vertical, a terra crua empregada nas paredes de adobe e taipa de mão eram destinadas às edificações mais simples, enquanto as mais elaboradas faziam uso de pedra e terra ou, ainda, em casos mais raros, de tijolos ou pedra e cal (REIS FILHO, 2006). Neste caso, a madeira utilizada era associada às classes sociais inferiores, uma vez que compunham as paredes de taipa de mão. Embora o material não fosse empregado de forma aparente,

o sistema estrutural desse tipo de parede é composto por madeira e terra crua, conformando paredes portantes. Segundo Mello (2007), as construções que utilizam taipa de mão podem ser consideradas como vertentes da arquitetura em madeira no Brasil.

A partir da metade do século XIX, houve significativas mudanças socioeconômicas no cenário nacional, causando transformações no modo de construir, influenciadas pelo início da implantação das linhas ferroviárias e pela importação de equipamentos pesados como máquinas a vapor e serras. Tais instrumentos propiciaram a fabricação de componentes construtivos que até então eram importados, aumentando sua produtividade e sua qualidade, e permitiu a expansão dos territórios explorados (REIS FILHO, 2006). E é nesse período que começam a chegar ao Brasil os primeiros imigrantes não portugueses, que substituiriam a mão de obra escrava utilizada até então. Entre esses novos trabalhadores estrangeiros, estavam pessoas altamente qualificadas, que trouxeram consigo a experiência e o conhecimento do modo de construir de seus respectivos países de origem.

Nesse período, o setor da construção civil foi marcado por uma grande demanda para a construção de edificações (habitacionais, institucionais, comerciais) e a infraestrutura urbana, resultado do aumento populacional e do crescimento das cidades, além de infraestrutura para a exploração de novas áreas e para o escoamento da produção. Consequentemente, há o surgimento das primeiras construtoras, que utilizam, em sua grande maioria, a mão de obra imigrante (IPT,<sup>1</sup> 1987, *apud* CESAR, 1991).

O desenvolvimento econômico do período fomentado pelo ciclo do café, a introdução de maquinários e a utilização da mão de obra imigrante qualificada permitiu a construção de grandes obras de infraestrutura entre portos, ferrovias e redes de saneamento, além de novas edificações, com a ampliação da quantidade de casas construídas com tijolos e telhas cerâmicas do tipo marselha, materiais construtivos industrializados. No início do século XX, no estado de São Paulo, a maioria das construções já era feita com esses componentes, substituindo as construções em terra, o que demonstra a popularização dos tijolos, que inicialmente eram reservados somente às classes sociais mais ricas (SANTOS, 2008).

Concomitantemente, com a importação de equipamentos vindos principalmente da Europa, surgiram as primeiras serrarias, que, por sua vez, possibilitaram novos usos à madeira. A madeira serrada com tais equipamentos tinha melhor acabamento e precisão, o que permitiu a produção de esquadrias de maior qua-

<sup>1</sup> Obra original – Constituição e desenvolvimento da indústria da construção civil no Brasil. In: IPT *Relatório nº 25464* – Diagnóstico da indústria da construção-civil – Fase I – Relatório final, ago. 1987. p. 5-34.



lidade, assoalhos encerados com junções de melhor acabamento e uniformidade, em substituição às tábuas largas e imperfeitas e ao desenvolvimento de elementos de ornamentação com maior grau de complexidade, além da confecção de móveis finos (REIS FILHO, 2006).

O final do século XIX marca o início da ocupação na região oeste do estado do Paraná, feita por imigrantes provenientes de diferentes países europeus (Alemanha, Polônia, Ucrânia, Rússia). A atividade econômica inicial foi a exploração da erva-mate. Em virtude da infraestrutura instalada para escoar a produção e da grande abundância de árvores de grande porte, com destaque para o pinho-do-paraná, ou araucária e a peroba-rosa, foram instaladas rapidamente diversas serrarias na região, que exportavam a maior parte de seus produtos para os Estados Unidos e para a Europa (SILVA, 2010). Paralelamente à exploração da madeira para exportação, os imigrantes também foram responsáveis pela construção de diversas vilas e cidades, utilizando a madeira como o principal material construtivo. Com a instalação das serrarias, houve a padronização dos componentes construtivos em madeira, sendo este um dos fatores que permitiu a difusão do material na arquitetura popular da região Sul, além da disponibilidade de matéria-prima e mão de obra qualificada (ZANI, 2013).

A produção das edificações em madeira no período foi bastante diversificada, conforme ilustrado na Figura 0.2, desde o enxaimel trazido pelos alemães, amplamente utilizado, em especial no estado de Santa Catarina, pelos poloneses, que construíram por meio da sobreposição de troncos de árvores dispostos horizontalmente, casas marcadas pela presença de sótão e pelo uso de lambrequins como elemento de composição da fachada, conhecida popularmente como “casa de polaco”.

## O século XX

Em continuidade ao período anterior, segue o intenso processo de urbanização das cidades brasileiras, sucedido pelo aumento populacional. O setor da construção civil continua em alta, com uma grande demanda tanto no setor de edificações quanto de infraestrutura. O crescimento e o adensamento das cidades marca o início do processo de verticalização dos centros urbanos, o que foi possível por meio do emprego do concreto. Além disso, houve a introdução de novos materiais, entre eles os tijolos de seis e oito furos, em 1935, usados para a vedação dos edifícios de múltiplos pavimentos; as lajes mistas, compostas por vigotas de concreto e lajotas cerâmicas; as louças sanitárias, em 1936; e as telhas de fibrocimento, em 1937. Houve, também, a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) constituindo a base da indústria nacional do aço, em 1934, e a







**FIGURA 0.2**

Exemplos de edificações construídas pelos primeiros imigrantes da região sul do país, sendo (esquerda) enxaimel; (direita) sobreposição de troncos.

Créditos: (esquerda) acervo pessoal Shigue (2017); (direita) – Wikimedia Commons.

criação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 1940, assim como a regularização das profissões de arquiteto e engenheiro, em 1966 (IPT, 1987, *apud* CESAR, 1991).

Esse período foi marcado, ainda, pela instauração e consolidação da cultura do concreto no Brasil, atingindo o seu auge nos anos 1960 com a construção de Brasília (SANTOS, 2008). Foram diversos os motivos que levaram a essa consolidação, entre eles a grande demanda do setor da construção civil, a organização profissional, a fabricação da matéria-prima em escala industrial e o desenvolvimento da arquitetura moderna. O concreto era versátil e podia ser usado tanto em obras de infraestrutura quanto em edificações, dentre as quais algumas só poderiam ser feitas em concreto armado, tais como barragens e edifícios de múltiplos pavimentos, o que o fez ganhar popularidade entre arquitetos e engenheiros (TELLES, 1993). Outro ponto é que, nesse período, a arquitetura moderna ganhava notoriedade por todo o mundo, assim como no Brasil. Conforme afirma Santos (2008), a arquitetura moderna e o concreto armado agiram como catalisadores um do outro. A própria ABNT foi concretizada a partir dos esforços para a normatização do concreto no país.

Diferente de outras tecnologias construtivas, como as de madeira utilizadas na época, as construções em concreto armado dispensavam a necessidade de mão de obra especializada (SANTOS, 2008), o que permitiu incorporar o grande contingente populacional que se deslocava do campo para a cidade. Outros fatores que também contribuíram para a sua consolidação foram a disponibilidade de matéria-prima no Brasil, evitando a necessidade de importação, como acontecia com o aço, e ainda a facilidade de transporte, realizada em sacos.

Paralelamente, na região sul, em especial no Paraná, ocorre o período auge das construções em madeira. No final da década de 1920, visando à exploração da madeira e ao aumento da fronteira agrícola, a Companhia de Terras do Norte do Paraná, de origem inglesa<sup>2</sup>, dá continuidade à colonização da região mediante a implantação de cidades planejadas. Os pioneiros dessa ocupação são compostos por imigrantes vindos da Alemanha, da Itália e do Japão, mas também por brasileiros vindos de São Paulo, de Minas Gerais e da região Nordeste (ZANI, 2013).

Com a decadência da exportação da erva-mate, a partir de 1930, intensificase a exploração da madeira. Nesse contexto, grandes empresas se instalam na região, com destaque para a Southern Brazil Lumber and Colonization Company (Lumber Co.), que na década de 1940 se tornaria a maior serraria da América do

<sup>2</sup>. Anos depois, a companhia foi vendida a empresários brasileiros e passou a ser chamada Companhia Melhoramentos do Norte do Paraná.

Sul, explorando os estados do Paraná e de Santa Catarina (SILVA, 2010). Outra grande empresa da época foi a Industrial Madeireira Colonizadora Rio Paraná (MARIPÁ), com atuação na região oeste do Paraná entre 1940 e 1960. Grande parte de sua produção foi destinada à construção de Brasília, fator que impulsionou a economia da região (GUTIERREZ, 2008).

Já na década de 1930, é constatada a preocupação com o desmatamento desenfreado e a eventual escassez das áreas florestais, principalmente de araucária no Paraná. Dessa maneira, em 1934, é aprovado o primeiro Código Florestal, que estabelece limites para a utilização dos recursos florestais, além de prever a sua reposição. Apesar disso, por conflitar com interesses econômicos e políticos do momento, sua implantação não foi efetivada (SILVA, 2010).

Por outro lado, em 1906, o plantio do eucalipto foi introduzido no Brasil como solução ao esgotamento das reservas florestais do estado de São Paulo. O objetivo foi plantar espécies de rápido crescimento para suprir a demanda das ferrovias, tanto no que se refere à produção de dormentes quanto à de carvão utilizado como combustível das locomotivas (SNIF, 2017). No Paraná, o processo de plantio para fins comerciais se iniciou somente a partir da década de 1940, quando foi constatado o iminente esgotamento florestal. Em 1943, foi introduzido o plantio do eucalipto e da araucária e, em 1951, do pinus, havendo a expansão dessas reservas florestais plantadas nas décadas seguintes (SILVA, 2010).

Esse processo de exploração madeireira na região Sul proporcionou o desenvolvimento de uma singular arquitetura em madeira, que atingiu seu auge entre 1940 e 1960, período chamado de Eldorado (ZANI, 2013). Marcado por uma arquitetura rica e diversificada, com várias tipologias construtivas, formas e tamanhos, a madeira era utilizada como material predominante, compondo tanto a estrutura quanto a vedação das edificações. Não somente casas, mas construções públicas e de grande porte, entre igrejas, hospitais, clubes e edificações comerciais foram construídas em madeira, marcando a paisagem local (ZANI, 2013).

As primeiras construções das novas colônias eram bastante simples, pois tinham, em geral, um caráter provisório, em função da urgência da ocupação territorial. Já as construções subsequentes possuíam uma qualidade e um nível de acabamento muito superiores, consolidando um sistema construtivo único e predominante, composto por vedação mata-junta com as tábuas dispostas na vertical, embora também tenha havido construções com tábuas dispostas na horizontal. Nesse sistema composto por estrutura do tipo pilar-viga, as tábuas mata-junta, além de vedação, também tinham como função estabilizar todo o conjunto, visto que as construções contavam com vigas e pilares de pequena seção (ZANI, 2013). Construídas a partir da década de 1940, essas edificações





**FIGURA 0.3**

Exemplo de edificações construídas em madeira no Paraná.

Crédito: acervo pessoal Zani (2013).

eram feitas com elevada qualidade construtiva e estética (Figura 0.3). Na época, a mão de obra, a demanda e a matéria-prima eram tão abundantes e disponíveis que havia corporações de carpinteiros capazes de construir pequenas casas em um único dia.

Em determinadas regiões do estado de São Paulo também houve, no mesmo período, o desenvolvimento de construções em madeira, como em Presidente Prudente e outras cidades da região do extremo oeste do estado (BITTENCOURT, 1995), assim como em algumas cidades do centro, como Assis, Marília e Bauru, embora em menor escala do que no sul (ZANI, 2013). Tal fator é decorrente, provavelmente, da disponibilidade de matéria-prima na região, além da proximidade com empresas fornecedoras de madeira.

Apesar do período compreender o auge do desenvolvimento das construções em madeira, na região Sul, no estado do Paraná, contrariamente, houve nessa mesma época, a instauração de leis que proibiam ou limitavam a construção de edificações em madeira nas áreas urbanas em Curitiba, Londrina e todas as cidades de médio porte na região. A exemplo disso, em 1951, no município de Londrina, foi implantado o Código de Obras que proibia a construção de novas edificações em madeira em determinado quadrilátero na região central, embora naquele momento tal área já estivesse repleta de edificações em madeira. De acordo com Zani (2013), tais medidas tinham como objetivo impedir a construção de novas edificações com o material, uma vez que o uso da material era considerado um símbolo de atraso, visto que no mesmo período houve a consolidação do concreto como principal material construtivo, representativo do movimento moderno e do progresso da arquitetura brasileira.

As florestas nativas de Santa Catarina e do Paraná vinham sendo exploradas extensivamente, tanto para produção local, quanto para exportação, havendo quase nenhuma preocupação com a sua reposição. Na década de 1960, foi novamente constatada a forma insustentável dessa exploração, gerando a previsão de uma futura escassez dos recursos. Com a intenção de frear o desmatamento, foi implantado, em 1965, o 2º Código Florestal, incapaz de evitar a crise que já havia sido antecipada e que veio a se concretizar na década seguinte (SILVA, 2010). A partir de 1970, as construções já apresentam simplificação volumétrica, ausência de elementos decorativos e emprego de novos materiais construtivos, como telhas de fibrocimento e esquadrias metálicas, o que configurou uma completa descaracterização da arquitetura em madeira produzida no período anterior.

Além da elevação do custo da matéria-prima, outro fator relevante na decadência das construções em madeira foi a falta de mão de obra. Inicialmente abundante, com a chegada dos imigrantes ao Brasil, o ofício da carpintaria que

tradicionalmente era passado entre gerações da mesma família foi progressivamente descontinuado, tornando-se escasso. Mesmo no período de auge das construções em madeira não houve a implantação de escolas e centros de capacitação, principalmente em nível técnico, para a atuação no beneficiamento e industrialização dessa matéria-prima (SILVA, 2010).

Após o esgotamento das reservas florestais nativas na região Sul, houve duas ações distintas visando a amenizar a crise do setor. Uma delas foi a introdução dos plantios florestais, principalmente na região Sul e no estado de São Paulo, e a outra foi o incentivo à transferência da indústria madeireira para a região norte, visando à exploração da floresta Amazônica. Esta última compunha o Plano de Valorização da Amazônia, colocado em prática a partir de 1966 por intermédio de subsídios, como incentivo a essa migração (SILVA, 2010).

No Paraná e em Santa Catarina, apesar de iniciados os plantios florestais na década de 1940, essas ações inicialmente não geraram muita repercussão. Somente nas décadas de 1960 e 1980, quando houve incentivos por parte do governo federal para o reflorestamento da região, por meio de três programas que contaram com um subsídio na forma de doação de recursos tanto financeiros quanto materiais, é que houve o aumento das áreas de florestas plantadas. Ambos os estados tiveram também programas estaduais de incentivo aos plantios florestais, dada a importância econômica da atividade na região (BACHA, 2008; SILVA, 2010).

No entanto, a substituição das madeiras oriundas de florestas nativas pelas plantadas careceu de um desenvolvimento orientado. Apesar de ter havido o aumento das áreas plantadas, não foi previsto um direcionamento da matéria-prima, o que, conforme aponta Silva (2010), fez com que fosse perdida a oportunidade de se estabelecer uma conexão entre o setor produtor de base com o setor de transformação e industrialização, impactando, conseqüentemente, a relação do produtor de madeira com a outra ponta da cadeia produtiva no setor da construção civil. O autor ainda aponta que os principais beneficiados pelos programas de reflorestamento foram as fábricas de celulose e o setor de siderurgia, que são as prevaletentes proprietárias das florestas plantadas atualmente.

Na região Sul, em razão do clima mais frio, foram plantadas espécies predominantemente do gênero pinus, que se adaptou bem às condições climáticas locais, apresentando taxas de crescimento, inclusive, superiores às de sua região de origem. Com a disponibilidade dessa nova matéria-prima, seu baixo custo e alta demanda por moradias na região, a madeira de pinus foi utilizada na construção de edificações habitacionais, destinadas principalmente à população de baixa renda. São muito comuns na região Sul os *kits* de peças pré-cortadas, que



**FIGURA 0.4**

Moradia em madeira produzida a partir de kit pré-fabricado em pinus.

Fonte: acervo pessoal Oliveira (2003).



solucionam a questão de moradias econômicas de rápida montagem e de custo acessível no Brasil, ilustrado na Figura 0.4.

Esse modelo de construção teve origem nas serrarias que comercializavam um conjunto de componentes construtivos, como kit de edificação residencial a ser montado, em grande parte, por autoconstrução. Esse tipo de edificação quase sempre era visto como uma moradia provisória (BENEVENTE, 1995). Sua popularização foi resultado de seu baixo custo e da alta demanda por habitação.

Em função da desconexão dos plantadores de florestas com o setor da construção civil em madeira, não houve a aplicação de práticas que pudessem aumentar a qualidade da madeira, tal como o desbaste (que consiste na retirada de algumas árvores para permitir que as remanescentes tenham melhor desenvolvimento) ou a derrama (quando são cortados os galhos inferiores, visando a evitar a formação de nós que reduzem a resistência mecânica da madeira). No que se refere aos projetos, eles raramente foram pensados e detalhados ponderando a utilização da madeira, contribuindo para a exposição do material a condições desfavoráveis ao seu melhor desempenho. Como consequência desse conjunto de fatores, essas construções resultantes de *kits* de casas pré-fabricadas com madeira de pinus possuíam uma qualidade muito ruim, com baixos isolamentos térmico e acústico, além de baixa durabilidade, constituindo-se em habitações precárias. Embora esse tipo de sistema construtivo tenha contribuído em determinado momento histórico para suprir a demanda por habitação destinada à população de baixa renda, também foi um dos fatores responsáveis por associar a madeira a construções de má qualidade (OLIVEIRA, 2003).

Cabe ressaltar, no entanto, que a produção de edificações habitacionais em madeira não se restringiu somente a essa tipologia construtiva, nesse momento histórico. Havia empresas que atuavam com produtos de qualidade superior, destinados a famílias de classes média a alta, que se diferiam principalmente no sistema construtivo utilizado. Enquanto as habitações de baixo custo faziam uso do sistema mata-junta, as de custo mais elevado eram feitas no sistema de encaixe em montantes.

## **Iniciativas de introdução de tecnologias construtivas industrializadas em madeira**

Além do protagonismo da madeira na formação das primeiras colônias e cidades na região Sul, algumas personalidades e tecnologias também se destacaram em períodos específicos ao longo do século XX, sendo válido inserir sua contribuição neste relato histórico. Assim, serão citados três sistemas construtivos indus-

trializados em madeira significativos que foram introduzidos em momentos distintos: o sistema Hauff, a madeira lamelada colada (MLC) e o *wood frame*.

## Sistema Hauff

O sistema Hauff teve importante contribuição para o uso da madeira para estruturas, sendo introduzido no Brasil pelo engenheiro austríaco Erwin Hauff. Após concluir o curso de engenharia civil na Escola Politécnica de Munique em 1920, ele se mudou com sua família para o Brasil. Hauff passou a atuar no desenvolvimento e na construção de estruturas treliçadas em madeira desde a sua chegada ao país, inicialmente como profissional autônomo e, em 1929, por meio da empresa Hauff. Sua contribuição tecnológica se deu no emprego de cavilhas nas ligações das treliças, permitindo a construção de vãos maiores do que eram até então feitos na época (CESAR, 1991).

O auge do sistema Hauff ocorreu durante a década de 1930, quando suas estruturas tiveram repercussão tanto nacional quanto internacional. Destacam-se em sua carreira obras de grandes dimensões, como o hangar da antiga empresa Varig no aeroporto de Congonhas na capital paulista, com uma cobertura com vão de 70 metros, e arcos para cimbres de ponte rodoviária de 78 metros para uma ponte na Estrada Santos-Cubatão (CESAR, 1991). Seu sucesso ocorreu em consequência de um conjunto de fatores, entre os quais a disponibilidade de mão de obra qualificada e o contexto histórico. Inicialmente, a empresa Hauff utilizava predominantemente mão de obra imigrante, que durante seus primeiros anos era abundante e qualificada. A empresa contava com um contingente de mestres carpinteiros de origem predominantemente europeia, entre alemães, austríacos, italianos, espanhóis, portugueses e lituanos. Além disso, quando a Hauff foi criada, o concreto e a siderurgia ainda estavam em processo de desenvolvimento no país, o que colocava a madeira como solução mais adequada, capaz de resolver a maior parte das estruturas necessárias na época.

No entanto, após um período de auge, a partir de 1950 a empresa passou por crises em diversos setores. Apesar da Hauff atuar na formação de funcionários, por meio da troca de conhecimentos de forma empírica entre os carpinteiros, houve a escassez de mão de obra, o que levou Hauff a recrutar carpinteiros na Alemanha, medida que, mesmo tendo algum resultado, foi insuficiente. Além disso, houve uma grande redução na demanda de trabalho, uma vez que neste momento a madeira competia com o aço e, principalmente, com o concreto, que já estabelecia sua hegemonia. Aliado a isso, anos mais tarde, houve o esgotamento das florestas nativas no sul do país, causando o aumento no valor da matéria-







**FIGURA 0.5**

Obras de infraestrutura construídas com o sistema Hauff.

Fonte: acervo pessoal Cesar (1991).

-prima. Em consequência de todas essas mudanças, a Hauff, que inicialmente trabalhava somente com madeira, passou a realizar estruturas pré-moldadas de concreto, a partir de 1957, e, posteriormente, estruturas em aço, no final da década de 1960, fato que ocorreu após o falecimento de Erwin Hauff em 1960. Nesses períodos finais, a madeira era utilizada somente em situações em que o aço não poderia substituí-la.

Segundo Cesar (1991), entre os principais legados deixados por Hauff estão as suas obras, que serviram de inspiração para outros profissionais da época, e a formação de mão de obra, servindo de escola para muitos funcionários que passaram pela empresa, entre mestres carpinteiros, desenhistas e projetistas. Inclusive, alguns funcionários que se especializaram no desenvolvimento de estruturas de madeira na Hauff saíram da empresa para abrir suas próprias empresas. No entanto, o mesmo autor afirma que a participação dos profissionais no processo de projeto das estruturas de madeira se fazia de forma limitada, em que a concepção de cada projeto ficava sob a responsabilidade do próprio Erwin Hauff, assessorado apenas por sua equipe de engenheiros, não envolvendo, portanto, os profissionais de nível técnico que efetivamente realizavam a construção das estruturas. Erwin Hauff teve ainda participação na elaboração da norma NB 11:1951, a primeira norma sobre estruturas de madeira no país, que foi substituída somente em 1997 e novamente atualizada em 2022, a atual norma NBR 7190.

### **Madeira lamelada colada (MLC)**

Outra tecnologia que teve uma atuação pontual, porém significativa, na história do uso da madeira na construção civil brasileira foi a MLC, responsável pela construção de grandes estruturas de madeira, predominantemente na região Sul do país. A tecnologia MLC possui mais de um século de existência, originando-se em 1901, quando o mestre-carpinteiro alemão Otto Hetzer realizou o patenteamento de vigas retas e, em 1906, de vigas curvas, ambas compostas por lâminas de pequena espessura unidas por um adesivo à base de caseína. Inicialmente difundido entre os países europeus vizinhos, o sistema Hetzer, como ficou conhecido, recebeu prêmios por demonstrar a viabilidade de construção de grandes vãos (BONO, 1996).

No Brasil, a primeira indústria a trazer a tecnologia e fabricar vigas de MLC foi a Esmara Estruturas de Madeira Ltda, em 1934, fundada no município de Curitiba (PR), por dois irmãos imigrantes de origem alemã. Anos depois eles se separaram, dando origem a duas empresas, sendo que uma delas permaneceu chamada Esmara Estruturas de Madeira Ltda, inaugurada em 1954 em Viamão, no Rio Grande do Sul. De acordo com Bono (1996), a atuação das duas empresas foi mar-

cante na região Sul do país, tendo sido executadas entre 1.500 e 2.000 obras, informação que a autora obteve a partir de sua pesquisa de campo junto às empresas, embora comente no mesmo trabalho que não houve o registro dessas experiências. Posteriormente, outras empresas também passaram a atuar com a tecnologia, entre elas a Laminarco Madeira Industrial, fundada em São Paulo, capital, na década de 1960; a Pré-Montal Estruturas de Madeira, localizada em Curitiba (PR), fundada em 1977; e a Emadel Estruturas de Madeira, localizada em Araucária, também no estado do Paraná, em 1981. São, portanto, todas posteriores ao período auge das estruturas Hauff. A empresa Battistella Indústria e Comércio também chegou a fabricar vigas de MLC para as estruturas das casas pré-fabricadas comercializadas pela empresa. Devido ao período em que foram fundadas, as empresas mencionadas já faziam uso de madeiras provenientes de florestas plantadas, utilizando espécies dos gêneros pinus e eucalipto.

Ainda segundo Bono (1996), a tecnologia MLC teve o auge de sua demanda nas décadas de 1970 e 1980, mas posteriormente não houve continuidade no seu desenvolvimento. De acordo com a autora, tal resultado foi consequência do momento econômico e da falta de divulgação da tecnologia entre os profissionais da construção civil. No momento em que a sua pesquisa foi apresentada, em 1996, a empresa Pré-Montal executava somente 20% das obras em MLC, enquanto a Emadel havia paralisado sua produção. Atualmente, com exceção da Esmara Estruturas de Madeira, nenhuma delas está ativa no mercado. Embora em 1958 tenham surgido pesquisas no IPT a respeito da MLC pelo engenheiro químico Vinício Walter Callia (que poucos anos depois viria a fundar a empresa Laminarco), e, mesmo após décadas de utilização da tecnologia no Brasil, não houve o desenvolvimento de uma norma específica, provavelmente por terem sido iniciativas pontuais que não tiveram muita repercussão em nível nacional.

### **Wood frame**

O *wood frame* foi introduzido no Brasil, provavelmente, no final da década de 1970, embora, conforme menciona Espíndola (2017), seja difícil datar com precisão quando ocorreu a primeira construção empregando tal sistema. Entre os pioneiros responsáveis pela introdução da tecnologia no país estão a Epotec Paraná Indústria e Comércio de Casas Pré-Fabricadas; a Battistella Indústria e Comércio; a Madezatti; e a Construtora Malacon. A empresa Madezatti afirma ter desenvolvido casas industrializadas a partir de 1967, e viu o auge de seu desenvolvimento entre as décadas de 1970 e 1980, quando foi considerada a maior empresa de pré-fabricados da América Latina, tendo construído mais de 5 milhões de metros qua-

drados em obras de caráter provisório destinadas a abrigar os trabalhadores que atuaram na construção de hidrelétricas pelo país, entre elas Itaipu (PR), Tucuruí (PA), Porto Primavera (SP), Caldas Novas e Minaçu (GO) (MADEZATTI, 2017). As empresas Epotec e Battistella também atuaram, inicialmente, na construção de vilas e alojamentos de caráter provisório para grandes obras de infraestrutura.

Na década de 1990, a empresa Battistella chegou a atuar na produção de habitações destinada a populações de faixa de renda mais elevada e a Construtora Malacon, com a produção de *kits* de casas pré-fabricadas, utilizando a tecnologia *wood frame* no início dos anos 2000. No entanto, após esse período, há dificuldades em encontrar registros sobre atividades envolvendo o sistema construtivo *wood frame*. Assim como ocorreu com as empresas pioneiras no uso da MLC, as quatro empresas que foram pioneiras na utilização do *wood frame* fecharam ou mudaram de atividade. A Battistella, que é a mesma que também empregou a tecnologia MLC, deixou de atuar no ramo de construção civil, dedicando-se apenas ao setor de base florestal. A Epotec passou a atuar exclusivamente com o *steel frame*, enquanto a empresa Madezatti focou a produção de componentes construtivos. Não foram encontradas mais informações sobre a Construtora Malacon (ESPINDOLA, 2017). Assim, pode-se concluir que o primeiro contato com a tecnologia *wood frame* foi pontual, havendo poucos registros da atuação das empresas no período, além da ausência de detalhamento técnico das construções.

## **Tendência de aumento do uso da madeira no século XXI**

Desde o início do processo de colonização do território brasileiro, apesar da abundância de madeira, o material não foi utilizado de forma predominante nas edificações, que tiveram como base o uso de pedra, terra e tijolo empregados por meio de técnicas construtivas trazidas pelos portugueses. Apesar disso, a madeira esteve sempre presente nas construções, seja na composição das paredes de taipa de mão, seja na forma de esquadrias, assoalhos e estruturas de cobertura. Somente no sul do país, principalmente no estado do Paraná, a partir da metade do século XIX, ocorre um movimento singular de desenvolvimento de uma cultura construtiva em madeira que perdurou até a década de 1970. Essa particularidade ocorreu, principalmente, em razão da pressa dos pioneiros em se instalar na região, gerando uma grande demanda para a construção, em conjunto com a disponibilidade de matéria-prima, o seu baixo custo e a disponibilidade de mão de obra qualificada de origem estrangeira (ZANI, 2013).

Por ter sido o principal material construtivo utilizado nas construções da região Sul durante décadas, verifica-se que houve o desenvolvimento de uma linguagem arquitetônica própria, de grande qualidade e diversidade, o que revela que o uso da madeira não foi provisório (GUTIERREZ, 2008; ZANI, 2013). Apesar disso, após um período de auge entre as décadas de 1940 e 1960, não houve a evolução e nem a continuidade dessa cultura construtiva, ocasionada pelo esgotamento das florestas e da consequente escassez de matéria-prima, o que levou ao aumento dos preços, à escassez de mão de obra qualificada que outrora fora abundante e à consolidação do concreto como principal material construtivo, que, associado à arquitetura moderna, passou a ser visto como um símbolo de progresso e avanço.

Com o esgotamento das reservas florestais naturais na região Sul, sucedeu, por um lado, a migração de empresas para a região Norte do país, visando à exploração madeireira da floresta Amazônica e, por outro, o plantio florestal, principalmente no Paraná e em Santa Catarina, visando a substituir as florestas nativas. Ambas as movimentações resultaram na produção de novas edificações em madeira, porém com qualidade muito inferior à produção do período anterior, sendo destinadas principalmente a fins provisórios e à população de baixa renda (OLIVEIRA, 2003; ZANI, 2005). Além disso, diante da concepção do concreto como material superior, mesmo as construções em madeira erguidas com caráter permanente foram gradativamente desaparecendo, tanto por deterioração resultante da falta de manutenção, como também pela demolição como parte de um processo de modernização, o que ocorreu de forma mais intensa a partir da década de 1970 (BOGO, 2017; ZANI, 2013; GUTIERREZ, 2008).

Apesar de ter havido iniciativas ao longo do tempo visando a introduzir tecnologias para a utilização da madeira como material construtivo, elas se mostraram pontuais e incapazes de ganhar impulso suficiente para se perpetuar e estabelecer a madeira como uma matéria-prima comum no cenário da construção civil brasileira. Aliado a isso, a utilização inadequada do material fez com que fosse reforçada e repercutida a imagem pejorativa associada à madeira, promovendo a descrença na sua utilização tanto pelo público leigo quanto por profissionais, o que, consequentemente, levou à falta de demanda no mercado e de interesse dos profissionais. Conforme levantado por Punhagui (2014), com base em dados levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nas últimas quatro décadas houve uma redução significativa na porcentagem de habitações em madeira no Brasil, de 20,2% a apenas 6,8% das construções. Tal redução ocorreu em todas as faixas de renda da população, havendo uma forte correlação entre o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) nacional e a diminuição da quantidade de construções em madeira, o que sugere a sua relação com as moradias populares provisórias, já que,



assim que a família atinge uma condição econômica mais favorável, adquire uma habitação em alvenaria, ou casa “de material”.

Apesar desse cenário, há indícios recentes do que pode ser entendido como o início de uma mudança para o uso desse material. A partir de 2007, houve o crescimento do mercado imobiliário, estimulado por diversas medidas governamentais, em especial, os lançamentos do Programa Minha Casa Minha Vida e do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Diante de um cenário de alta demanda e disponibilidade de crédito imobiliário, foi criado pelo Ministério das Cidades, em 2007, o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (Sinat), vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), cujo principal objetivo foi estimular e garantir a implementação de produtos inovadores no setor da construção civil (AMANCIO *et al.*, 2015).

Em 2009, foi montada a Comissão Casa Inteligente, resultado da parceria entre instituições do setor florestal, empresas e a Federação das Indústrias do Paraná (Fiep), destinada ao desenvolvimento e disseminação da tecnologia *wood frame* no Brasil. Sua atuação resultou, em 2011, na publicação da diretriz Sinat 005 “Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (sistemas leves tipo *Light Wood Framing*)” e, em 2012, da Datec 020 “Sistema de vedação vertical leve em madeira”. Tal fato permitiu que esse sistema construtivo em madeira fosse passível de financiamento, o que resultou no crescimento tanto no número de empresas atuantes utilizando a tecnologia quanto de obras. A maior empresa fabricante de *wood frame* no Brasil já possui mais de 85 mil m<sup>2</sup> construídos. Em 2014, foi entregue o primeiro condomínio do Programa Minha Casa Minha Vida construído com o sistema *wood frame* e no final do ano de 2016 foi construído o primeiro edifício de três pavimentos utilizando a tecnologia, feito inédito no país, até então. Paralelamente, outras empresas atuando com componentes e sistemas construtivos em madeira vêm surgindo, com destaque para as tecnologias em madeira engenheirada<sup>3</sup>, entre elas o *laminated veneer lumber* (LVL), a madeira lamelada colada (MLC) e o *cross-laminated timber* (CLT). Tais tecnologias, embora ainda pouco conhecidas e difundidas no mercado brasileiro, vêm atraindo a atenção tanto de profissionais da construção civil quanto de empresários do setor de base florestal, impulsionados fortemente pelo cenário internacional, no qual periodicamente têm sido lançados projetos de edifícios altos em madeira.

<sup>3</sup> Do original em inglês *engineered wood product* em tradução livre, com base no verbo do inglês *to engineer* definido como: projetar ou criar usando técnicas ou métodos de engenharia. Apesar do termo *engenheirado* não existir no vocabulário português, ele foi utilizado neste livro tendo em vista que, em função do termo em inglês, ele é comumente utilizado por agentes do setor.

De acordo com o Ministry of Foreign Affairs (2010), da Finlândia, para se promover a construção adequada em madeira, com a qualidade e a durabilidade desejadas, é fundamental rever toda a cadeia produtiva do material, desde a sua produção e extração, passando pelo seu beneficiamento e pela sua industrialização, até as fases de projeto e construção. Por um lado, é preciso instruir o mercado consumidor sobre os benefícios e as qualidades das construções em madeira, por meio de ações de promoção do material e de exemplos de bons projetos. Por outro, é necessário o treinamento de profissionais da cadeia produtiva para propiciar o melhor aproveitamento do material e a redução de desperdício, a exploração da potencialidade de cada espécie extraída e o desenvolvimento de projetos de qualidade que atendam às necessidades de seus clientes.

E é exatamente nesse sentido que instituições têm atuado e iniciativas têm sido criadas no Brasil, desenvolvendo pesquisas que resultam em publicações de livros e artigos, promovendo eventos e reuniões para a troca de informações e estabelecimento de comunicação entre os agentes atuantes nos diversos setores da cadeia produtiva, além da promoção do uso da madeira junto a profissionais e ao mercado consumidor. Destacam-se entre essas iniciativas o Programa Madeira é Legal, fruto de parcerias entre instituições e órgãos com representantes do governo, do setor florestal, da construção civil e da sociedade civil. Criado em 2009 para combater a exploração predatória e ilegal de madeira oriunda da floresta Amazônica, por meio da promoção do uso de madeira legal e certificada, o programa possui um significativo acervo de publicações, abordando temas como manejo florestal e uso sustentável de madeira na construção civil.

Outro destaque foi a união de associações e empresas ligadas ao setor madeireiro que promoveram a Semana Internacional da Madeira, cuja primeira edição foi realizada em março de 2016 em Curitiba. Com sete eventos simultâneos distribuídos ao longo de cinco dias, a semana uniu congressos científicos, feiras de negócios e encontros de empresários do setor, como o xv Ebramem (principal encontro científico sobre pesquisas em madeira do país), a segunda edição da Expo Madeira & Construção (feira de negócios com as principais empresas que atuam no setor de construção em madeira) e o Wood Trade Brazil (com palestras de profissionais e empresários atuantes no setor).

Com base nesses dados, verifica-se que há iniciativas nos âmbitos tecnológico, econômico e político em andamento, visando ao aumento do uso da madeira na construção civil. Por um lado, há o desenvolvimento de tecnologias em componentes e sistemas construtivos, e, por outro, há a articulação entre diversos atores, principalmente do setor florestal e da construção civil, nas diversas etapas da cadeia produtiva da construção civil em madeira, com iniciativas de promoção

ao uso do material, por meio de eventos, publicações e pesquisas que promovam a discussão das possibilidades de uso e de produção do material que demonstram as qualidades das tecnologias disponíveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANCIO, R. C. A.; FABRIO, M. M.; MITTIDERI FILHO, C. V. *et al.* O sistema brasileiro de avaliação técnica de produtos inovadores para a construção civil. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R. (org.). *Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários*. Porto Alegre: Antac, 2015, p. 5-12.
- BACHA, C. J. C. Análise da evolução do reflorestamento no Brasil. *Revista de Economia Agrícola*. São Paulo, v.55, n.2, p.5-24, jul/dez. 2008.
- BENEVENTE, V. A. *Durabilidade em construções de madeira: uma questão de projeto*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.
- BITTENCOURT, R. M. *Concepção arquitetônica da habitação em madeira*. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BOGO, A. J. Arquitetura em madeira em Santa Catarina. *Vitruvius. Arqutextos*, ano 18, set. 2017. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arqutextos/18.208/6717>>. Acesso em: 1 maio de 2018.
- BONO, T. C. *Madeira laminada colada na arquitetura: sistematização de obras executadas no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996.
- CESAR, S. F. *As estruturas Hauff de madeira no Brasil*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Planejamento. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.
- ESPINDOLA, L. R. *O wood frame na produção de habitação social no Brasil*. Tese (Doutorado) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Global forest resources assessment 2005*. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008/ao400e/ao400e00.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- GUTIERREZ, R. M. *Casas móveis: experiência na região oeste do Paraná*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). *Relatório Anual 2016*. 2016. Disponível em: [https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf). Acesso em: 23 jul. 2023.

- INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO). *Biennial review and assessment of the world timber situation*. 2014. Disponível em: <[http://www.itto.int/annual\\_review/](http://www.itto.int/annual_review/)>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- MELLO, R. L. *Projetar em madeira: uma nova abordagem*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, Brasília. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Florestas do Brasil em Resumo 2012*. Brasília, 2012.
- MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS. *The international promotion of wood construction as a part of climate policy*. 2010. Disponível em: <<http://formin.finland.fi/public/download.aspx?ID=73389&GUID=%7B4A54694C-4244-4D67-8909-EDB-5724153C6%7D>>. Acesso em: 13 abr. 2016.
- OLIVEIRA, C. F. *Autoconstrução em madeira estudo de caso: Florianópolis-sc*. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- PORTOCARRERO, J. A. B. *Tecnologia indígena em Mato Grosso: habitação*. 2. ed. Cuiabá: Entrelinhas, 2018.
- PUNHAGUI, K. R. G. *Potencial de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de la energía incorporada en la construcción de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera*. Universidad Politécnica de Cataluña e Universidade de São Paulo, Barcelona, 2014.
- REIS FILHO, N. G. *Quadro da arquitetura no Brasil*. 11. ed. São Paulo: Perspectiva. 2006.
- SANTOS, R. E. *A armação do concreto no Brasil: história da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- SHIGUE, E. K. *Difusão da construção em madeira no Brasil: agentes, ações e produtos*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.
- SILVA, R. D. *Plantando casas: estudo da cadeia produtiva para implantação de habitação de interesse social em madeira de Pinus spp no Paraná – Brasil*. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (Sinat). *Diretriz Sinat nº 005: sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”)*. 2011.
- SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (Sinat). *DATec no 020-A Sistema de vedação vertical leve em madeira*. 2015.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. *Produção florestal*. 2017. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/consumo>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- TELLES, P. C. da Silva. *História da engenharia no Brasil: séculos XVI a XIX*. Rio de Janeiro, Clavero, 1993.
- ZANI, A. C. *Arquitetura em madeira*. [livro eletrônico] Eduel. Londrina, 2013.

**A madeira é utilizada na construção do habitat desde os primórdios da humanidade, perpassando civilizações e culturas. No século XXI, mundialmente, a estrutura de madeira está entre as cinco mais empregadas para a construção de edifícios, junto com a de concreto, aço, alvenaria e as estruturas compostas (International Energy Agency, 2019).**

Esta obra busca difundir a construção em madeira no Brasil e contribuir para uma mudança de paradigma no setor da construção no país, que ainda se concentra no uso do concreto, na contramão da tendência internacional.

Essa mudança se torna urgente diante da emergência climática e do grande impacto ambiental causado pela construção civil. Ao contrário de outros materiais construtivos, a madeira armazena dióxido de carbono ao longo da vida útil do edifício. O ciclo de regeneração das florestas torna a madeira uma fonte inesgotável de recursos, desde que seja utilizada de forma sustentável e dentro da capacidade de suporte do planeta Terra.



[www.blucher.com.br](http://www.blucher.com.br)

**Blucher**



Clique aqui e:

[VEJA NA LOJA](#)

## Projetar e construir com madeira

---

Akemi Ino, Lucia Shimbo

ISBN: 9788521221944

Páginas: 184

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2023

---