

O USO DA MADEIRA LAMINADA COLADA NO BRASIL: PANORAMA E DESAFIOS

THE USE OF GLUED LAMINATED TIMBER IN BRAZIL: OVERVIEW AND CHALLENGES

Thaisa M. Leite ⁽¹⁾, **Pedro A. F. M. Santos** ⁽²⁾, **Ivan M. R. do Valle** ⁽³⁾

(1) MSc. Arquiteta pesquisadora, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasil

(2) Arquiteto pesquisador, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasil

(3) Dr. Prof., Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasil

Endereço de contato: thaisa.leite@gmail.com

Código de identificação: T7-20

Resumo

A inserção da madeira laminada colada (MLC) no Brasil data de meados do século XX. Porém, ainda hoje, a sua utilização na construção civil é tímida perante ao tempo de inserção e à expressiva vocação florestal que o país apresenta. Inúmeras são as vantagens de seu uso, como a produção de peças longas e em diversos formatos. Mas ainda encontra resistência na sua difusão seja pela falha de conhecimento técnico, pela baixa demanda ou pelo custo. Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo investigar a cadeia produtiva da Madeira Laminada Colada (MLC), caracterizando o seu processo produtivo e analisando a viabilidade técnico-econômica em produzir e implementar tal tecnologia no mercado brasileiro. A coleta de dados se pautará em revisão da literatura pertinente ao tema, abordando desde aspectos históricos ao processo produtivo atual; levantamento de dados sobre disponibilidade florestal e identificação do polo produtor de MLC; e entrevistas com os atores envolvidos no processo produtivo. Como resultado, espera-se apresentar um diagnóstico técnico e econômico desse setor de produção de peças industrializadas de madeira.

Palavras chave: madeira laminada colada; cadeia produtiva; construção civil; mercado brasileiro

Abstract

The insertion of glued laminated timber (GLT) in Brazil dates from the mid-twentieth century. However, even today, its use in civil construction is timid considering the time of insertion and the expressive forestry vocation that the country presents. Numerous are the advantages of its use, such as the production of long pieces and in various formats. But it still find resistance in its diffusion either by the lack of technical knowledge, the low demand or the costs. In face of the discussion above, this paper aims to investigate the production chain of the glued laminated timber (GLT), characterizing its production process and analyzing the economic and technical feasibility of producing and implementing such technology in the brazilian market. The collection of data will be based on literature review relevant to the topic, approaching from historical aspects to the current production process; data survey about forest availability and identification of GLT producing áreas; interviews with the actors involved in the production process; and photographic records of built works in Brazil. As a result, it is expected to present a technical and economic diagnosis of this sector of timber engineering pieces.

Keywords: glued laminated timber; productive chain; civil construction; Brazilian market

1. INTRODUÇÃO

As construções em madeira laminada colada datam do início do século XX, quando o mestre-carpinteiro Otto Hetzer patenteia pela primeira vez, em 1901, vigas retas compostas por lâminas de pequena espessura, unidas entre si por meio do uso da cola de caseína. Dessa forma, o novo sistema substituiria as cavilhas de madeira e as braçadeiras metálicas que uniam tábuas nos sistemas de cobertura presentes nas propostas de Phillibert De L'Orme, no período da renascença, e do Coronel Emy, no período da revolução industrial. [1]

Em 1906, Hetzer patenteia um sistema com vigas curvas. E a partir da exposição mundial de Bruxelas, em 1910, há uma difusão do sistema, provocando um desenvolvimento espetacular na Europa. Acredita-se que em 1920, existiam mais de 200 edifícios fabricados com a patente de Otto Hetzer.

Segundo Alvarez [1], durante a segunda guerra mundial, devido às restrições existentes no fornecimento de aço, a produção de MLC teve um crescimento considerável. Estima-se que em 1942, mais de 300.000 toneladas de aço foram substituídas pela construção em madeira. Naquela época, a evolução de adesivos sintéticos permitiu utilizar a madeira laminada em qualquer situação.

A tecnologia da madeira laminada colada (MLC) chega aos Estados Unidos por meio de seu sócio, Max Hannisch com o intuito de promover o uso desse novo produto industrializado. Em 1934, com o apoio do Laboratório de Produtos Florestais, inaugura sua primeira obra, um ginásio em Peshigo, no estado de Wisconsin, com pórticos de 19,5 metros de vão. Com o avanço das pesquisas patrocinadas pelo Laboratório comprovando a confiabilidade do material, várias indústrias iniciaram a sua produção e, na década de 60, se reuniram para produzir a primeira norma no sentido de disciplinar o processo produtivo [2].

No Brasil, a inserção da MLC data de meados do século XX. Segundo Zangiácomo [3], a primeira fábrica de produção de MLC no país, iniciou seus trabalhos em 1934, no estado do Paraná, com a tecnologia trazida por imigrantes alemães. Na década de 60, instalou-se no estado de São Paulo a primeira fábrica da região sudeste e a espécie utilizada para a fabricação de peças de MLC era o pinho araucaria. Atualmente, existem 07 fábricas produtoras de MLC no país distribuídas entre os estados da região sul, sudeste e centro-oeste.

A madeira laminada colada apresenta algumas características que podem ser listadas a seguir: a possibilidade de fabricação de peças em diversos formatos e dimensões, incluindo a configuração curva e seções variáveis; a boa relação entre peso e resistência; elevada resistência ao fogo se comparada aos materiais como o aço e o concreto; capacidade para vencer grandes vãos. Mas, no Brasil, mesmo com tais qualidades, com disponibilidade florestal e de empresas produtoras, ainda se encontra resistência na sua difusão seja pela falta de conhecimento técnico, pela baixa demanda ou pelo custo final do produto.

Considerando as potencialidades no uso da MLC na construção civil brasileira e nos desafios encontrados para a difusão do material, o presente artigo tem como objetivo geral investigar a cadeia de produção da madeira laminada colada (MLC), no Brasil, caracterizando o seu processo produtivo e analisando a viabilidade técnico-econômica de implementação desta tecnologia no país. Para tal, serão avaliados a disponibilidade florestal, a qualidade da matéria-prima ofertada, o processo produtivo da MLC.

2. METODOLOGIA

Como suporte metodológico, o artigo se baseou em pesquisa bibliográfica como revisão de literatura específica ao tema, abordando os aspectos históricos; o processo produtivo de peças em MLC; a disponibilidade florestal, principalmente de espécies do gênero eucalipto e pinus. Como fonte de evidência foram utilizados relatórios e anuários florestais brasileiros; artigos, dissertações e teses que abordassem o assunto sobre produção de madeira laminada colada.

Para dar suporte a discussão sobre viabilidade técnico-econômica, realizaram-se entrevistas com 03 produtores de MLC, localizados nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, realizadas por meio eletrônico, em dezembro de 2016.

3. A CADEIA PRODUTIVA DA MADEIRA LAMINADA COLADA NO BRASIL

Entende-se por cadeia produtiva um conjunto de atividades e etapas consecutivas pelos quais os insumos passam, sofrendo transformações e sendo transferidos desde a pré-produção até o consumo final de um bem ou serviço.

Para os autores Polz et al [4], a cadeia produtiva da madeira reúne as atividades relativas à madeira e seus derivados. Caracteriza-se pelo conjunto de atividades que asseguram a produção, da colheita à transformação da madeira até estágio onde esta última, por associação de seus derivados a outras matérias, perde a característica de constituinte essencial do produto. Os autores ainda afirmam que o estudo da cadeia produtiva deve incluir a caracterização das empresas ou fabricantes, os seus processos internos e análises frente ao mercado.

Ao investigar a cadeia produtiva da madeira laminada colada (MLC) no Brasil foram analisados, conforme figura 1: (a) *disponibilidade florestal e identificação dos pólos de matéria-prima – eucalipto e pinus – para a produção de peças serradas; e (b) o proceso produtivo de peças de MLC, considerando a infraestrutura das empresas produtoras no Brasil.*



Figura 1: Síntese da cadeia produtiva de peças em madeira laminada colada mlc

3.1 Panorama da disponibilidade florestal brasileira

As florestas existentes no mundo somam cerca de 4 bilhões de hectares, cobrindo aproximadamente 30% da superfície terrestre do globo. Cinco países concentram mais da metade da área florestal total: Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China [5]. O Brasil é um país florestal com quase 500 milhões de hectares de florestas naturais e plantadas, representando a segunda maior área de floresta do mundo (ver tabela 1).

Tabela 1: Áreas estimadas de florestas no Brasil, em 2015. [6]

Tipo de Floresta	Área total (ha)	% das Florestas	% da área do Brasil
Florestas Naturais	485,8 milhões	98,5%	57,09%
Florestas Plantadas	7,7 milhões	1,5%	0,91%
Total	493,5 milhões	100%	58%

Em relação aos plantios florestais, o Brasil possui 7,7 milhões de hectares, principalmente com plantios das espécies de eucalipto e pinus. Segundo os dados da Indústria Brasileira de Árvores [7], os estados brasileiros com maior porcentagem de área de florestas plantadas são: Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina, Bahia e Rio Grande do Sul (ver figura 2).

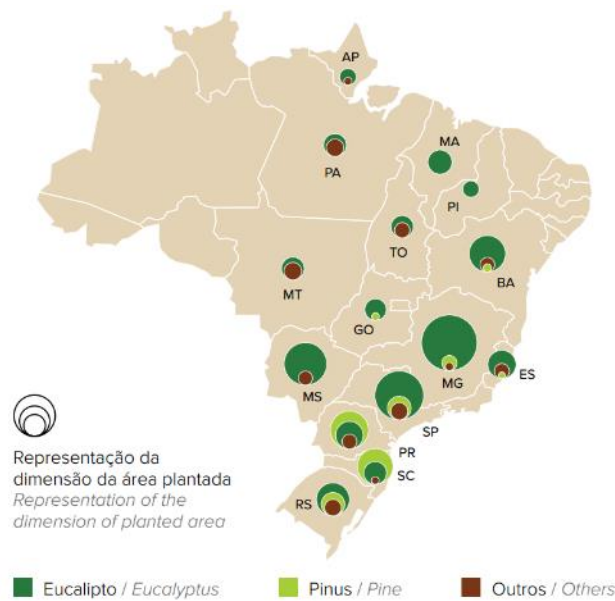


Figura 2: Estados brasileiros com áreas de plantios florestais, em 2015. [7]

Os plantios de eucalipto ocupam cerca de 5,6 milhões de hectares e estão localizados nos seguintes estados: Minas Gerais com 24%; São Paulo com 17%; Mato Grosso do Sul com 15%; Bahia com 11%; Rio Grande do Sul com 6% e Paraná com 5%. Já os plantios de pinus ocupam área de aproximadamente 1,6 milhão de hectares e concentram-se, principalmente, nos estados do Paraná com 42%; Santa Catarina com 34%; Rio Grande do Sul com 12%; e São Paulo com 8% (ver figura 3).

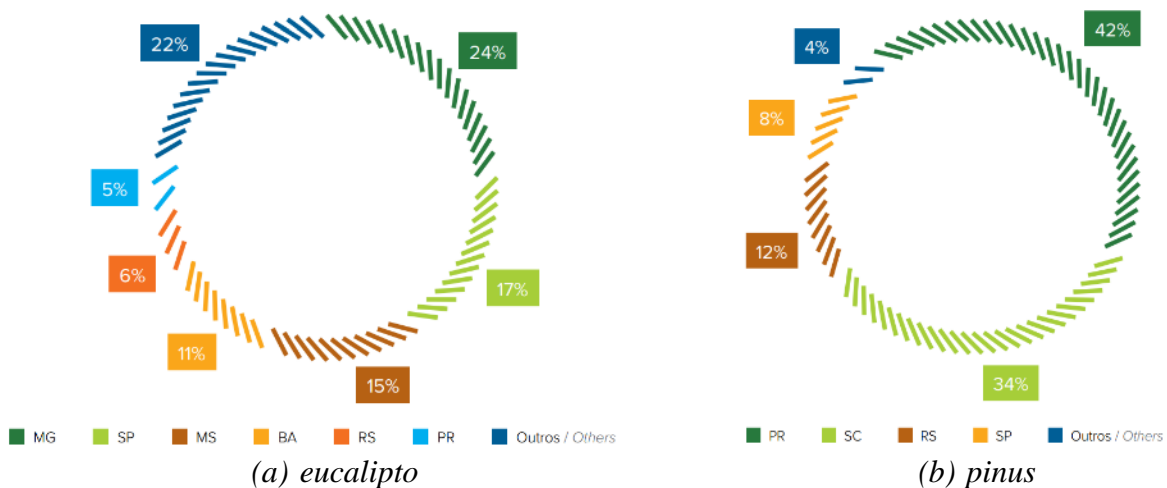


Figura 3: distribuição de áreas plantadas de eucalipto e pinus, em 2015. [7]

Apesar da expressiva vocação florestal, do crescimento percentual da produtividade média de plantios florestais, o país ainda apresenta alguns desafios quando o assunto é a utilização da madeira na construção civil. O consumo da madeira para fins industriais ainda é voltado na sua maior parte para a produção de papel e celulose. Segundo dados apresentados pelo Indústria Brasileira de Árvores [7], em 2015, 34% do consumo de madeira foi voltado para produção de papel e celulose; 29% para produção de madeira in natura (toras) por produtores independentes; 14% para carvão vegetal e siderurgia; 6% para painéis de madeira e pisos laminados; 4% para produtos sólidos ou madeira

serrada e 3% para outros tipos de produção. Houve uma queda no consumo de madeira serrada, de 8,0 milhões de m³ em 2014, caiu para 7,2 milhões de m³, em 2015.

Outro aspecto importante diz respeito à qualidade da matéria-prima ofertada. Para o setor de celulose e papel, maior consumidor de toras em madeira, há a utilização de florestas de curta rotação, pois a produção de celulose requer plantios de ciclos mais curtos, com árvores jovens, em torno de 8 anos. Em relação ao setor de carvão e lenha, percebe-se uma ausência de qualquer tipo de planejamento e manejo das florestas, pois esse segmento não requer classificação rigorosa. [5]

Como boa parte das florestas plantadas pertencem as empresas do setor de produção de celulose e papel, a matéria-prima adquirida pelo segmento da madeira serrada não apresenta característica apropriadas para gerar peças ou componentes voltados para a construção civil. As que apresentam essas características, muitas vezes direcionam a comercialização para o mercado externo, pois esse exige qualidade, certificação das peças serradas e oferecem melhor preço.

O melhor cenário, para o setor de madeira serrada, seria obter espécies provenientes de florestas de longa rotação, acima de 15 anos, cuja matéria-prima, ainda em forma de tora nas serrarias, apresentaria melhor estabilidade dimensional, diminuindo possíveis defeitos nas etapas de desdobro e processamento das peças. Gerar demanda por produtos (madeira serrada, painéis e chapas), de maior qualidade para a construção civil, pode incentivar a mudança desse cenário de subutilização da madeira de plantios florestais para fins industriais.

3.2 Processo Produtivo da Madeira Laminada Colada

Segundo a revisão da norma NBR 7190 [8], ainda em estudo, entende-se que o conceito de madeira laminada colada para fins estruturais é o seguinte: peças de madeiras provenientes do processo industrializado de fabricação, a qual são compostas por tábuas de dimensões reduzidas comparativamente às dimensões da peça final, coladas entre si e dispostas de tal forma que a orientação das fibras sejam paralelas ao eixo longitudinal da peça final.

A seguir, serão apresentadas algumas das recomendações apresentadas pela revisão da norma:

- Evitar a composição da peça MLC com espécies diferentes. Devem ser empregadas tábuas com densidade aparente entre 0,40 e 0,75g/cm³, considerando um teor de umidade de 12%;
- Tanto as tábuas empregadas quanto o produto final devem passar por tratamento preservativo de forma a garantir a durabilidade e proteção biológica;
- As tábuas empregadas no processo produtivo devem estar seca. Na etapa de colagem, o teor de umidade poderá atingir no máximo de 18%;
- Antes de iniciar o processo produtivo em si, as tábuas deverão passar pelo processo de classificações visual (nós e grã) e do módulo de elasticidade;
- A união entre as tábuas será do tipo emenda dentável ou *finger joint*;
- Os adesivos empregados devem ser do tipo estrutural e apresentar propriedades compatíveis às condições ambientais a que os elementos estruturais estarão submetidos durante toda a sua vida útil.

A qualidade do produto final dependerá de várias etapas do processo de fabricação, que serão apresentadas adiante, devendo as características de resistência e rigidez dos elementos de MLC ser garantidas pelos fabricantes através do controle de qualidade de cada componente do processo.

O processo produtivo de peças de MLC pode ser dividido nas seguintes etapas (ver figura 4): (a) *recebimento e estocagem dos lotes de madeira, com verificação do teor de umidade e classificação da madeira*; (b) *desengrosso das peças e eliminação dos defeitos encontrados*; (c) *execução e colagem das emendas do tipo finger joint*; (d) *laminação das tábuas (aparelhamento, colagem das faces e prensagem)*; e (e) *fabricação das peças de MLC (aparelhamento, usinagem, acabamento final, estocagem das peças)* [10].



(a) *Recepção e estocagem dos lotes de madeira*



(b) *Desengrosso e eliminação dos defeitos*



(c) *Execução e colagem das emendas do tipo finger joint*



(d) *Laminação das tábuas, colagem das faces e prensagem das tábuas*



(e) *Fabricação das peças de MLC - aparelhamento*



(e) *Fabricação das peças de MLC - usinagem manual*



(e) *Fabricação das peças de MLC - usinagem com máquina CNC*



(e) *Fabricação das peças de MLC - inserção de peças metálicas*



(e) *Fabricação das peças de MLC – estocagem e embalagem das peças de MLC*

Figura 4: Etapas do processo produtivo de peças de MLC. [9], [10] e [11]

No Brasil, segundo levantamentos realizados pelos autores atualmente encontram-se 07 empresas produtoras de peças em madeira laminada colada: 01 no estado de Goiás, com utilização da espécie pinus; 02 no estado de São Paulo, com a utilização de pinus e eucalipto; 02 no estado do Paraná, com a utilização de pinus e eucalipto; 01 no estado de Santa Catarina, com a utilização da espécie pinus; e 01 no estado do Rio Grande do Sul, com a utilização de eucalipto [12] [13]. Para este artigo, foram entrevistadas 03 empresas produtoras presentes nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, por apresentarem representativo volume de produção de MLC, em 2016.

4. O CENÁRIO DA MLC NO BRASIL

Para compreender melhor o cenário atual da cadeia produtiva da madeira laminada colada no Brasil, realizaram-se entrevistas com os representantes de 03 empresas produtoras de MLC, localizadas nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. As entrevistas foram realizadas por meio de aplicação de fichas, em dezembro de 2016.

As perguntas permearam questões como: (a) *caracterização das empresas produtoras de MLC (localização, ano de fundação, espécies utilizadas, maquinários utilizados, capacidade de produção, entre outros)*; (b) *desafios encontrados na produção e difusão de MLC (disponibilidade florestal, qualidade da matéria-prima, qualificação da mão de obra, infraestrutura disponível, normas técnicas, conhecimento técnico-acadêmico, etc)*; e (c) *oportunidades que possam aprimorar a cadeia produtiva e incentivar o aumento da demanda*.

A empresa mais antiga do país (Empresa A) foi fundada em 1954 e em meados da década de 60 começou a produzir peças de MLC para a construção de depósito de adubos. Segundo proprietário, mais de mil obras construídas, sendo duas delas no exterior, uma no Uruguai e outra em Angola. Dispõe de área de produção de 10.000m², e maquinário de fabricação própria (serras, plainas, desempenadeira e estrutura de colagem), responsáveis pela produção anual de 60m³ a 360m³ de MLC, com capacidade para produzir até 420m³. As espécies mais utilizadas por esta empresa são eucalipto e cedro mara, provenientes do estado do Rio Grande do Sul, já tendo sido utilizadas pinho araucária e imbuia. O preço de MLC comercializado é de R\$5.500/m³ a R\$6.000/m³, sendo que o preço da matéria-prima é em torno de R\$550/m³. O proprietário da empresa afirma não haver perspectiva de expansão da produção no momento atual.

No estado de São Paulo, encontram-se as duas outras fábricas com produção mais expressiva no mercado brasileiro. A mais antiga dentre as duas (Empresa B) foi fundada em 1980, estando, portanto, há 36 anos no mercado. Em 2009, começou a produzir peças de MLC. Dispõe de uma área de produção de 2.500m². O maquinário disponível inclui tupia e prensa para emenda dentada (finger joint), plaina de 4 faces para as lamelas, prensas horizontal e vertical, plaina duas faces para as vigas, fresa CNC Hundegger K2 (importada) e máquinas manuais. A espécie utilizada é o eucalipto

urograndis, proveniente dos estados da Bahia e Santa Catarina, a um custo de R\$1.800/m³ a R\$2.200/m³. A produção anual é de 1.200m³, com capacidade para produzir até 1.800m³, a um preço de R\$12.000/m³ a R\$15.000/m³ considerando as peças completamente processadas e montadas na obra. O proprietário relata um aumento na demanda pelo material e expectativas de aumento na produção equivalente nos próximos anos.

A empresa mais recente do mercado brasileiro (Empresa C), começou a operar em 2010, estando a apenas 6 anos no mercado, em torno de 150 obras realizadas. Dispõe de uma área de produção de 5.000m², produzindo anualmente 1.080m³ com capacidade para até 1440m³. Possui maquinário importado do Japão e nacional, contando com 5 prensas e capacidade de produzir vigas de até 25m, incluindo peças com curvatura em 2 planos distintos. As espécies empregadas são o pinus sp, proveniente da Região Sul, e o eucalipto, proveniente do estado da Bahia. A MLC é comercializada no valor aproximado de R\$6.000/m³. A expectativa de crescimento da produção da Empresa C é de 90m³/mês para 120m³/mês para o ano de 2017, ou seja, a fábrica pretende operar na sua máxima capacidade produtiva.

Na tabela 2, é apresentada uma síntese das características das empresas entrevistadas como o ano de fundação e o ano de início da produção de peças de MLC, quais são as espécies utilizadas, a capacidade de produção e o preço de comercialização.

Tabela 2: Caracterização das empresas produtoras de MLC, em 2016.

Empresas	Ano de Fundação	Início da produção de peças MLC	Espécies utilizadas	Capacidade de produção (m³/ano)	Preço de comercialização (R\$/m³)
Empresa A (RS)	1954	Meados da década de 60	Eucalipto grandis e Cedro (RS)	360	5.500 a 6.000 (produção)
Empresa B (SP)	1980	2009	Eucalipto urograndis (BA/SC)	1200	12.000 a 15.000 (projeto, produção e montagem)
Empresa C (SP)	2010	2010	Pinus sp (PR) e Eucalipto (BA)	1080	6.000 (produção)

4.1 Capacidade produtiva

Percebe-se que embora a Empresa A possua a maior área de produção e esteja a cinco décadas no mercado, sua capacidade produtiva é aproximadamente quatro vezes menor do que a da Empresa B, que dispõe da maior capacidade produtiva entre as três. Esse fato se deve provavelmente ao menor número de funcionários e possivelmente ao maquinário mais moderno da Empresa B. Pode-se constatar também que a Empresa C, apesar de ser a mais recente dentre as três, possui uma capacidade produtiva equiparável à da Empresa B.

4.2 Obtenção de madeira serrada

As três empresas pesquisadas empregam o eucalipto na produção de suas peças, sendo os polos florestais localizados no Rio Grande do Sul e na Bahia. Constata-se assim que, no caso das empresas localizadas no estado de São Paulo, a matéria-prima precisa ser transportada por longas distâncias até chegar às fábricas. Já a Empresa C, afirmou conseguir eucalipto dentro do próprio estado, com facilidade e oferta abundante, o que pode explicar o preço de aquisição da matéria-prima ser muito

inferior ao praticado pelas outras duas empresas, o que tem efeito direto no custo final da peça. A Empresa B relatou dificuldades de se adquirir matéria-prima de qualidade, algo fundamental na produção de MLC, mesmo que proveniente de florestas plantadas.

4.3 Outros insumos

Duas das empresas relataram problemas ocasionados pela necessidade de importação da cola para a fabricação do MLC, pois o Brasil ainda não possui um produto nacional com qualidade competitiva. Greves da Receita Federal já ocasionaram atrasos em obras, segundo a Empresa C, risco esse também mencionado pela Empresa A. Quanto as ligações metálicas, a Empresa A afirma que a baixa demanda nacional por MLC inviabiliza que estas peças sejam produzidas no Brasil, tendo assim que serem importadas, aumentando os custos e igualmente implicando a possibilidade de atrasos nas obras.

4.4 Mão de obra

A Empresa B realiza treinamento da mão de obra dentro da própria fábrica e, portanto, não tem tido problemas nesse aspecto. Situação contrária foi relatada pela Empresa A, que afirmou ser difícil a obtenção de mão de obra qualificada. Outras queixas relatadas, comuns às três empresas, foi a deficiência na formação de profissionais e estudantes da construção civil (arquitetos, engenheiros e construtores) sobre o produto e suas características e também a falta de divulgação do material, algo que tem melhorado progressivamente nos anos mais recentes. Essas deficiências podem acarretar em falhas de projetos que geram patologias, e também em dificuldades na compatibilização com projetos complementares.

4.5 Maquinário

As empresas B e C relataram possuir maquinário moderno e importado, cuja capacidade de produção é equiparável, no quesito qualidade, à de países onde a tecnologia de MLC já está bem desenvolvida. No entanto, o volume de produção ainda não está no mesmo nível devido à falta de automatização do processo produtivo, algo que só será viabilizado uma vez que houver aumento na demanda pelo produto. Atualmente, a produção de MLC ainda envolve alguns procedimentos manuais, principalmente na carpintaria das peças para acomodação das ligações.

4.6 Competitividade com outros materiais construtivos

As empresas, de forma geral, relataram que a competitividade da MLC com outros materiais construtivos já foi pior em tempos onde havia pouca ou quase nenhuma divulgação sobre o produto, algo que tem melhorado em tempos recentes. A estrutura em MLC ainda fica, via de regra, de 10% a 15% mais cara do que em concreto e aço, mas pode ser mais barata do que o aço no caso de uma obra de grande porte, sendo o concreto ainda a opção mais barata na maioria dos casos. Contudo, fatores como estética, conforto e principalmente a sustentabilidade pesam muito na escolha pelo uso da MLC na construção.

4.7 Fatores de incentivo à cadeia produtiva de MLC no Brasil

No mundo existe um progressivo aumento no consumo da madeira na construção civil. De acordo com as entrevistas realizadas, a cadeia produtiva de MLC no Brasil pode ser impulsionada pelo aumento da demanda pelo produto, o que envolve investimentos maiores na formação dos profissionais do setor da construção civil a respeito do produto, qualificação da mão de obra tanto de fabricação das peças quanto de montagem das estruturas, aperfeiçoamento de normas nacionais, pesquisa sobre o material, e também a divulgação do produto. Uma vez que essa demanda aumenta, viabiliza-se o investimento no processo de automatização da produção, fundamental para a produção em larga escala de MLC no Brasil. O aumento na demanda por MLC também traz consigo a

necessidade de outros insumos mais baratos e de produção nacional, como, por exemplo, as peças de conexão e adesivos.

5. CONCLUSÕES

As construções estruturadas em madeira vêm ocupando um espaço cada vez maior na indústria da construção civil brasileira, impulsionados principalmente por suas características de sustentabilidade, quais sejam: 1) material natural e renovável; 2) de baixo consumo energético; 3) de baixa emissão de carbono no seu processo de produção; 4) nenhum impacto em seu manejo florestal; 5) sequestra gases poluentes – carbono – e troca por oxigênio durante a fotossíntese; 6) geração de muitos empregos ao longo de sua cadeia de produção.

Consequentemente ao emprego da madeira, o uso do MLC também ocupará um espaço cada vez maior. Por agregar maior tecnologia em seu processo produtivo e no controle de produção, sua aplicação em obras de maior apelo tecnológico é uma consequência natural, haja vista o crescimento do seu emprego em shopping centers, escolas, ginásios, dentre outros. O MLC permite aplicações em construções de grandes vãos e em situações que apenas a madeira serrada maciça não alcançaria, principalmente àquelas em que se necessitaria de seções de peças de madeira maiores que 40 cm. O seu forte apelo de sustentabilidade, tal qual a madeira, o coloca em vantagem frente aos materiais convencionais, como o concreto e o aço.

Porém, no mercado brasileiro a indústria da construção é dominada pelo emprego dos materiais derivados do cimento (concreto) e dos metálicos (aço). Esse forte consumo torna o emprego da madeira e seus derivados mais difícil e complicado, justificada por uma cadeia de produção consolidada e forjada ao longo de muitos anos. Entretanto, vê-se como grande as possibilidades para um maior emprego do MLC dada as suas características tecnológicas do material e às possibilidades de aplicação em edificações de grande porte e com maior apelo de inovação.

Ao longo desse trabalho foram encontrados vários fatores que podem explicar as dificuldades para a consolidação de um mercado (espaço) para a MLC, listadas abaixo:

- a) **Indústrias de base do setor madeireiro.** Os produtores de madeiras serradas (matéria prima ainda nas serrarias) continuam a oferecer produtos com alto valor e baixo controle de qualidade (secagem, densidade e defeitos). A competitividade externa já bate às portas da indústria nacional afetando diretamente as licitações nacionais. As associações dos produtores dos demais materiais de construção são bastante organizados o que poderia servir como exemplo para o setor madeireiro e seus derivados;
- b) **Indústria química.** A indústria química brasileira não tem um adesivo competitivo para a produção do MLC e nem previsão de tê-lo tão cedo; o preço do adesivo internacional é muito alto e seu custo afeta diretamente o preço do produto final; pode ser citado também o baixo investimento em pesquisas na área;
- c) **Legislação trabalhista.** A legislação trabalhista brasileira apresenta vários aspectos que desequilibram a relação empresário/empregado, dificultando maior investimento em qualificação e contratação;
- d) **Formação de mão de obra.** A formação de mão de obra especializada para o setor das construções estruturadas em madeira no Brasil perdeu há muitos anos a tradição de formar mão de obra especializada. Pouquíssimas são as escolas superiores brasileiras que formam profissionais que calculam estruturas em madeira. O espaço que essas reservam para a formação de arquitetos em engenheiros em madeira, frente ao tempo que dedicam aos demais materiais, é ínfimo. Precisamos voltar a formar carpinteiros, mestres de obras, técnicos, engenheiros e arquitetos, em escolas de ofícios, centros de tecnologia e universidades;
- e) **Política Pública para o setor madeireiro.** Não existe uma Política Pública, ou legislação semelhante, em nenhum nível governamental (federal, estadual e/ou municipal) que incentive

o emprego de produtos naturais, renováveis e com baixa emissão de carbono na indústria da construção. Incentivar o uso da madeira contribui para a preservação de nossos mananciais hídricos, para o equilíbrio do regime de chuvas, para a conservação dos reservatórios de água. Além de preservar nossas matas nativas, aumenta a área de florestas plantadas com o manejo florestal. Entidades governamentais precisariam compreender os grandes benefícios que uma maior atenção à esse setor traria para toda a sociedade brasileira. Outros países já aplicaram esses incentivos e tiveram resultados muito rapidamente. A indústria da madeira carece de estímulos para o seu desenvolvimento. Isenções fiscais seria um primeiro começo para a modernização do parque fabril e a melhoria das condições para uma competitividade mais justa com produtos importados;

- f) **Propaganda e marketing.** A divulgação dos resultados de projetos de edificações estruturadas com MLC é um começo. Campanhas educativas poderiam ser financiadas tanto por agências governamentais como pelas associações de produtores, escritórios de arquitetura e engenharia, dentre outros. O público leigo precisa tomar consciência da importância e das vantagens para toda a sociedade do emprego e estímulo à cultura construtiva em madeira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos 03 engenheiros civis, proprietários das empresas A, B e C (RS e SP) que gentilmente colaboraram respondendo ao questionário e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília pelo apoio institucional.

REFERÊNCIAS

- [1] Alvarez, R. A., 'Uniones: un reto para construir con madera', Real Academia de Ingenieria, (Madrid, 2010)
- [2] Miotto, J. L., 'Estruturas mistas de madeira-concreto: avaliação das vigas de madeira laminada colada reforçadas com fibras de vidro', Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, (São Carlos, 2009).
- [3] Zangiaco, A. L., 'Emprego de espécies tropicais alternativas para produção de elementos estruturais de madeira laminada colada', Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (São Carlos, 2003).
- [4] Polzl, W. et al, 'Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira: segmento da madeira serrada no Estado do Paraná', Revista Floresta, 33 (2) (Curitiba, 2003) 127-134.
- [5] Leite, T. M. 'Análise da viabilidade técnica e econômica da produção de janelas de madeira de eucalipto em uma marcenaria coletiva autogestionária para projetos de habitação social rural'. Dissertação de Mestrado, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos (São Carlos, 2009).
- [6] Serviço Florestal Brasileiro (SFB), 'Boletim de recursos florestais', Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) (1) (Brasília, 2016).
- [7] Indústria Brasileira de Árvores (IBA), 'Relatório Iba 2016', (Brasília, 2016).
- [8] Associação Brasileira de Norma Técnica, 'NBR 7190: projeto de estruturas de madeira', Revisão da norma, (Rio de Janeiro, 2012).
- [9] Olga, H., Fernandes, D. 'Wooden structures in Brazil: present situation and perspectives.', World Conference on Timber Engineering, WCTE 2014, (Canadá, 2014).
- [10] Ita Construtora Ltda. 'Experiência brasileira na fabricação de laminado colado de eucalipto', Apresentação de slides (São Paulo, 2012).
- [11] Granato, A. F. 'Aspectos tecnológicos da fabricação de elementos estruturais de madeira laminada colada' Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos (São Carlos, 2011).

- [12] Calil Neto, C., Fujii, R., Takata, A. 'Madeira laminada colada no Brasil: situação atual e perspectivas', Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, XV Ebramem, (Curitiba, 2016).
- [13] Calil Neto, C., Fujii, R., Takata, R. 'Glued laminated timber in Brazil: past, presente and future', World Conference on Timber Engineering, WCTE 2016, (Viena, 2016).