O USO SUSTENTÁVEL DO *PINUS ELLIOTTII* PARA A FABRICAÇÃO DO MLC – MADEIRA LAMINADA COLADA

DEPIERI, Rafael[1]
Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
de.pieri@hotmail.com

SANTOS, Andressa Carolina Elvino[2]
Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
andressa_elvino@hotmail.com

COSTA, Odilon Antônio Leme da[3]
Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI
odiloncosta@gmail.com

RESUMO

A Madeira Laminada Colada (MLC) é um produto da engenharia com muitas qualidades, dentre elas a alta capacidade de carga, a sustentabilidade, e a leveza quando comparado com aço e concreto de mesma massa. A fabricação da madeira laminada colada é feita pela união de várias lâminas ou tábuas de madeira, que são unidas pela aplicação de colas ou resinas. Essas são colocadas nas prensas para que com a união de cada tábua ou lâmina ao final do processo forme uma única estrutura. A utilização da madeira da espécie *Pinus elliottii* como alternativa sustentável, possui características que favorecem sua utilização, como o crescimento rápido, fibras longas, resistência a pragas e seu baixo consumo de água durante seu período de crescimento. Atualmente a sustentabilidade é muito discutida, a utilização de materiais renováveis e a ideia de um planeta sustentável trazem mais força e confiança neste setor da madeira engenheirada. Foram coletadas informações de diversos artigos científicos, teses sobre a madeira, além de sites especializados e da leitura de normas

[1] Engenheiro Civil em 2016 pela FIMI. Seguiu carreira na construção civil com elaboração de projetos e execução de instalação de gás residenciais e comerciais de médio e pequeno porte. Atualmente mora na Nova Zelândia. Trabalhou como carpinteiro para vivenciar o uso MLC. Conquistou a aprovação do orgão responsável por águas, gás e drenagem (PGBD - Plumbers, Gasfitter and Drainlayers Board) e segue nesta área de atuação.

[2] Engenheira Civil em 2016 pela instituição de ensino FIMI. Trabalhou em laudos técnicos de bombeiro por um ano. Atualmente mora na Nova Zelândia onde o uso do MLC na construção Civil é mais presente e por ser uma ótima oportunidade na carreira profissional e crescimento pessoal. Trabalha na construção civil e não está atuando como engenheira.

[3] Engenheiro Civil (USP), especialista em sensoriamento remoto (UFPB), doutor em Engenharia Agrícola (UNICAMP), professor das Faculdades Iintegradas Maria Imaculada

internacionais, tais como: a norma Canadense CAN/CSA 0177 – 2006, a Americana AITC A190.1 – 2007 e a Europeia EUROCODE 5. A sustentabilidade exige conscientização de todos os agentes envolvidos, pois as práticas atuais extrapolam a capacidade regenerativa da natureza. A utilização da madeira laminada colada leva a engenharia a novos patamares, possibilitando o avanço e o desenvolvimento de estruturas mais arrojadas e esbeltas, aliando a harmonia da madeira com o ambiente e sua resistência ao suporte de grandes cargas.
Palavras-chave: Madeira Laminada Colada (MLC). Sustentabilidade. *Pinus elliottii*

1 INTRODUÇÃO

A ideia de que a madeira de reflorestamento é uma opção promissora para a construção civil, surge quando a utilização de madeiras certificadas se torna necessária a partir do ano de 1993 quando foi fundada a FSC (Forest Stewardship Council) e o Cerflor (Programa Brasileiro de Certificação Florestal) (FSC, 2016).

O Brasil é conhecido mundialmente por seu grande potencial madeireiro, possui amplas áreas de florestas tropicais e áreas de reflorestamento, onde surge a madeira laminada colada (MLC), que aparece como uma alternativa vantajosa, implicando assim na diminuição pela procura e demanda por somente madeiras de elevada qualidade. Porém, com a exploração destes recursos aos poucos foi surgindo a escassez e encarecendo seu uso e abrindo portas para a madeira de reflorestamento (CARPINTEIRIA, 2016).

A madeira laminada colada vem conquistando progressivamente seu lugar no Brasil, embora seja um dos mais antigos produtos resultantes de colagem de lâmina. Seu uso nas construções brasileiras ainda é considerado pequeno por conta de nossa cultura, porém sua utilização diversificada amplia o campo de aplicação da madeira e com suas propriedades físicas mecânicas, a tornam um excelente material para as mais inúmeras estruturas (CARPINTEIRIA, 2016).

A técnica da colagem da lâmina da madeira é antiga, esta técnica permitiu a reconstituição da madeira em lâminas que recebiam o nome de tábuas, a madeira laminada colada (MLC) foi desenvolvida por experiências de Otto Karl Frederich Hetzer, este realizou a primeira patente desta técnica da construção, pouco tempo depois em 1906 Hetzer na Alemanha também patenteou o MLC na forma de curva, que ficou conhecida

em vários países europeus por “Estruturas Hetzer” (CALIL JUNIOR, 2002 apud ICIMOTO, 2013).

O MLC vem tomando seu lugar de destaque na produção brasileira, visto que estas indústrias madeireiras e de laminação são capazes de produzir muito devido a um manejo sustentável das áreas de plantio. Atualmente, a escassez das madeiras nativas vem incentivando o uso desta tecnologia, estimulando pesquisas e aplicações para as madeiras de reflorestamento (CARPINTERIA, 2016).

Segundo Icimoto (2013), no Brasil a produção do MLC ainda é pequena e necessita de maiores divulgações unidas de pesquisadores e engenheiros, assim se tornando mais viável, visível e com condições de competir com outros materiais estruturais comercializados no mercado da construção civil.

A sustentabilidade exige conscientização de todos os agentes envolvidos, pois as práticas atuais extrapolam a capacidade regenerativa da natureza.

> Segundo a World Wildlife Foundation (WWF), mais de 40% das florestas tropicais do mundo já tenham sido destruídas e apontam os seguintes países como os de maior incidência de desmatamentos: Filipinas, Tailândia, Malásia, Índia, Bangladesh, Sri Lanka, na Ásia; Costa do Marfim, República do Congo, Nigéria e Ghana, na África; Haiti, nas Antilhas; e Brasil, na América do Sul (RIBEIRO, 2003, p. 169).

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

Assim temos que demonstrar conhecimentos sobre a utilização da madeira do tipo *Pinus elliottii* como alternativa sustentável para a confecção de estruturas de madeira, com foco no método de fabricação de estruturas de Madeira Laminada e Colada (MLC), se torna um assunto promissor (CARPINTERIA, 2016).

2 DESENVOLVIMETO

Estruturas concebidas em madeira tem feito seu trabalho satisfatoriamente por séculos, as madeiras utilizadas devem ter sua estrutura forte o suficiente para resistir ou que seja tratada para que se alcance a resistência necessária (AITC A190.1, 2007).

A silvicultura, no Brasil, como indústria é tida como de pouca importância, devido à falta de incentivo público e fiscal, aliado a cultura nativa de que a madeira utilizada na obra seja madeira de lei, e que as não estão neste padrão, não apresentará qualidade. Muitas vezes podemos constatar que, grandes empresas fornecedoras de eletricidade, se

utilizam de postes feitos de *Eucalipto* ou *Pinus*, desde que seja tratado, para distribuir energia através de nosso país (VALVERDE et al, 2012).

O solo brasileiro é altamente favorável a plantação da madeira *Pinus*, porém com o crescimento acelerado, a madeira atinge uma baixa densidade e apresenta muitos nós que ocasiona baixa resistência em certos pontos. Os nós também são utilizados para a classificação da resistência de acordo com sua distribuição pelo tronco principal da árvore, o que a torna mais ou menos resistente de acordo com sua quantidade (HASELEIN, 2000).

Segundo Nahuz (2004 apud ICIMOTO, 2013) para atender a necessidade de métodos modernos e tecnológicos, o uso de painéis pré-fabricados, com montagem e instalações rápidas, ganha espaço na sociedade, e o uso da madeira de reflorestamento *Pinus Elliottii* cresce por seus parâmetros de estruturas mais leves em forma de vigas laminadas e coladas, estruturas de pórticos leves, treliças, componentes estruturais e outros. Com a crise econômica financeira, aumenta-se a busca por inovações econômicas e investimentos relacionados à recuperação ambiental, o poder público entra neste ponto para regulamentar os processos de licenciamento ambiental, o órgão responsável por este processo é a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (SEBRAE, 2016).

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

Segundo Valverde et al. (2012), a madeira de reflorestamento é um caminho que pode ser considerado como fonte renovável e no ponto de vista ambiental quando se compara com o concreto que em sua extração danifica o meio ambiente, muitas vezes até trazendo consequências que duraram por muitas gerações e o aço também segue o mesmo processo. Com o interesse na redução dos impactos ambientais as empresas procuram medidas que aumentem sua postura ética com a sociedade, e com isso cresce interesse do uso de materiais de reaproveitamento ou reciclagem.

O uso da madeira de reflorestamento exige uma ferramenta primordial para obras da construção civil o planejamento, anteriormente a qualquer projeto o planejamento se mostra fundamental, pois fornecerá elementos essenciais para sustentar a viabilidade do projeto. Atividades mitigadoras e compensatórias são primordiais ações que tem o objetivo de reduzir a magnitude dos impactos causados pela extração da madeira, ações como o controle e a prevenção, corretivas e de monitoramento fazem parte de alguns dos métodos utilizados para recompor a estrutura ambiental (FANTINATTI; ZUFFO; ARGOLLO, 2002).

> Segundo a World Wildlife Foundation (WWF), mais de 40% das florestas tropicais do mundo já tenham sido destruídas e apontam os seguintes países como os de maior incidência de desmatamentos: Filipinas, Tailândia, Malásia, Índia, Bangladesh, Sri Lanka, na Ásia; Costa do Marfim, República do Congo, Nigéria e Ghana, na África; Haiti, nas Antilhas; e Brasil, na América do Sul (RIBEIRO, 2003, p. 169).

O cimento Portland, como exemplo, principal componente do concreto é o segundo material mais utilizado no mundo. Sua produção toma por volta de 60 a 130 kg de óleo combustível e cerca de 110 kWh (quilowatt hora) de energia elétrica (RIBEIRO, 2003). Fabricantes de materiais de construção tem investido esforços em busca de processos produtivos que tenham um menor consumo de energia e que em sua maioria permitam em sua composição a utilização de resíduos e subprodutos de outras atividades industriais (RIBEIRO, 2003).

Como tentativa de se corrigir a utilização deste conceito, a Secretaria do Meio Ambiente do Governo de São Paulo desenvolveu um projeto para a educação ambiental que relata os princípios da construção sustentável (CALIL JUNIOR, 2008).

A partir da ideia do projeto que temos de preservar o hoje para suprir as necessidades das futuras gerações a madeira contribui em diversas áreas para a sustentabilidade da seguinte forma (CARPINTERIA, 2016):

- **Material de fonte renovável:** A madeira utilizada para a produção do MLC pode ser plantada e o processo de fabricação realizado pela natureza utiliza o CO_2, água e a energia solar.
- **Baixo consumo de energia para produção**: A energia necessária para produção da madeira vem apenas da energia solar, e a necessidade de energia para o processamento e o transporte é muito baixo, se comparado com o montante de energia ou recursos necessários para a produção de cimento e aço.
- **Emissão de poluentes:** Para a produção da madeira, nos utilizamos da fotossíntese que consome do CO_2, água e energia solar, para a produção de celulose e oxigênio puro. Os resíduos da produção da madeira tais como, pó de serra e cavaco, são utilizados como produtos alternativos ou como fonte de energia.
- **Transporte:** Como a madeira pode ser cultivada em todo território brasileiro, é fácil o acesso a madeiras de reflorestamento. Assim a utilização de madeiras que se encontram no entorno, além da valorização da sociedade ao redor da obra, reduz custos de transporte e emissão de poluentes.

2.1 Madeira Laminada Colada (MLC)

O MLC vem tomando seu lugar de destaque na produção brasileira, visto que estas indústrias madeireiras e de laminação são capazes de produzir muito devido a um manejo sustentável das áreas de plantio. Atualmente, a escassez das madeiras nativas vem incentivando o uso desta tecnologia, estimulando pesquisas e aplicações para as madeiras de reflorestamento.

Nacionalmente, os assuntos sobre a tecnologia MLC surgiu por volta da década de 1960, onde o Engenheiro Vinicio Walter Callia desenvolveu junto no Instituto de Pesquisas Tecnologias de Estado de São Paulo a madeira laminada colada produzida pela madeira de pinheiro-do-paraná, logo após fundou a primeira empresa produtora de MLC (APRILANTI 2010 apud ICIMOTO, 2013).

Recebeu-se o nome de Madeira Laminada Colada devido a ideia da confecção de lâminas que são unidas por cola e posterior prensa conforme é possível ver na figura 3, embora estas "tábuas" ou "lâminas" terem dimensões relativamente menores se confrontadas às dimensões da peça final, a forma como são posicionadas de tal maneira que suas fibras permanecem paralelas, o que proporciona ao conjunto uma excelente capacidade de carga (CARPINTERIA, 2016).

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

Porém, quando o tema é a construção civil e principalmente elementos estruturais, a madeira laminada colada só pode ser empregada devido o surgimento de colas de elevadas resistências, onde então se obtiveram peças mais homogêneas e a probabilidade de deslizamentos entre as lâminas é praticamente nula, ressaltando que também ocorreu a substituição das ligações metálicas de braçadeiras e parafusos (CARPINTERIA, 2016).

Fagundes (1998) elucida que a madeira é utilizada para suprir a maioria das necessidades da construção civil, e por este motivo temos também vinculada a exploração racional, a maior diferença entre as espécies utilizadas e a madeira de reflorestamento das peças estruturais, que são de países com estações definidas e com um inverno mais rigoroso, apresentando seus anéis de crescimento mais parecidos e de tamanho equivalente. Isso ocorre pois o crescimento da madeira ocorre de forma mais lenta.

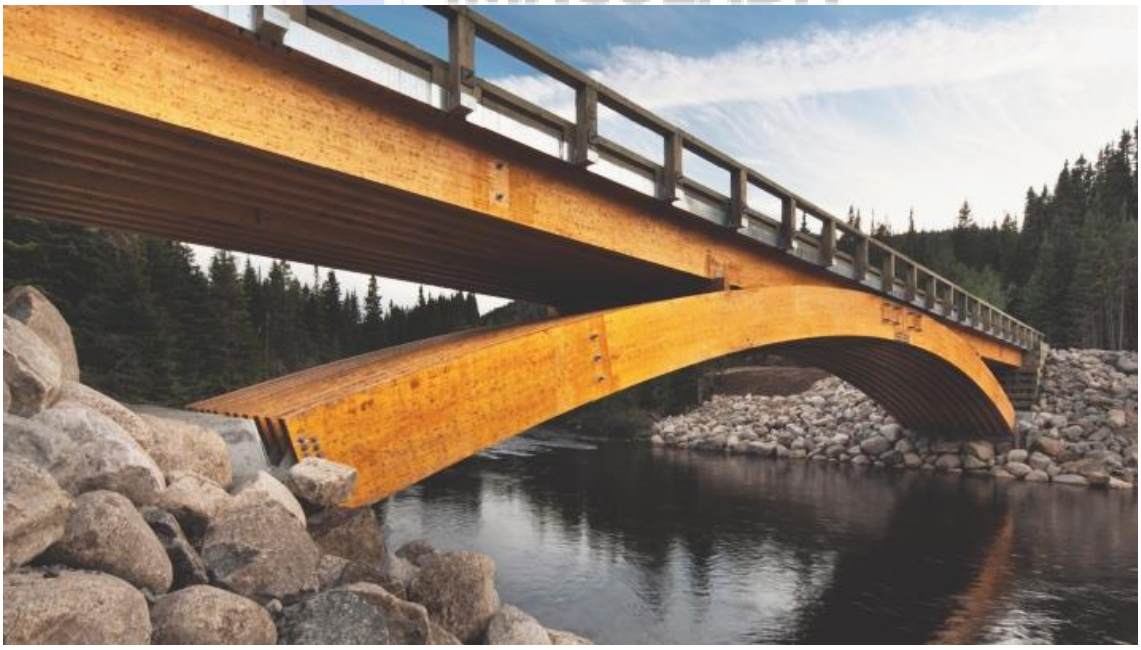
A madeira laminada colada possui diversas vantagens, seguem abaixo (PFEIL; PFEIL, 2013):

- **Grandes Envergaduras**: A madeira laminada colada é caracterizada pelo baixo peso próprio e a alta capacidade de carga, desta forma há a possibilidade da

construção das peças de pequenas dimensões e grandes envergaduras. Segundo Pfeil e Pfeil (2013), vigas laminadas podem ser produzidas com uma curvatura predeterminada com raio de 100 a 200 vezes a espessura da lâmina.

- **Formas livres**: com uma grande flexibilidade em curvas o MLC permite peças arqueadas e dobradas em sua forma.
- **Alta Resistência ao Fogo:** em caso de um incêndio a madeira carbonizada é formada ao redor da peça maciça, o que reduz a entrada do calor e oxigênio evitando assim o colapso, desta forma em um incêndio a peça de madeira tem mais vantagens sobre uma peça de aço desprotegida.
- **Estabilidade dimensional**: A madeira laminada colada é produzida de tal forma que o comportamento de contração e inchamento se reduz ao mínimo, o MLC é fabricado com umidade de 12% e com uma umidade de equilíbrio de 20°C e 65% de umidade relativa, utilizando estes parâmetros técnicos obtemos peças uniformes e classificadas de acordo com a madeira e a resistência necessária. (**Figura 1**)

Figura 1 – Ponte projetada com a Madeira Laminada Colada



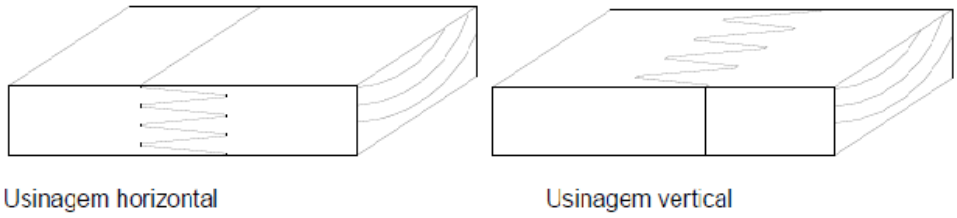
Fonte: REWOOD, 2016

2.2 União entre as lâminas

As peças do MLC, como já descritas, são formadas por lâminas coladas justapostos e solidarizados entre si continuamente, que para efeito de cálculo as peças são consideradas como sendo maciças (CALIL JUNIOR, 2008).

A continuidade de uma peça fabricada do MLC deve ser assegurada pela união longitudinal entre as lâminas, ou seja, a união no mesmo eixo da peça. A união deve ser confeccionada pela usinagem de diversos entalhes nas extremidades das tábuas, de forma a formar um encaixe macho/fêmea, como podemos ver na Figura 2 e Figura 3 na forma real, a usinagem pode ser feita de forma vertical ou horizontal, de acordo com o projeto.

Figura 2 - Exemplo de usinagens de emendas dentadas



Fonte: CALIL JUNIOR, 2011.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

Figura 3 - Exemplo de usinagens vertical de emendas dentadas

Fonte: Autor, 2016.

2.2.1 Adesivos

As utilizações dos adesivos nas emendas de continuidade para a confecção das peças do MLC deverão necessariamente ser estruturais e apresentar qualidades compatíveis de acordo com as condições de utilização, durante toda sua vida útil. Os usos dos adesivos bem como as quantidades empregadas nos elementos estruturais deverão seguir as recomendações dos fabricantes, no entanto recomenda-se que seja testado previamente de forma a testar as emendas dentadas dos elementos (CARPINTERIA, 2016) (**Figura 4**).

Figura 4 - Madeira Laminada Colada

Fonte: CARPINTEIRA, 2016.

No mercado do MLC existem 4 tipos principais de colas, que irão variar de acordo com custo, tempo de secagem e resistência, podemos listar abaixo as colas:

- Phenol-Resorcinol – Foi a primeira resina criada com essa finalidade, muito forte e resistente em água doce e salgada, quimicamente resistente a óleos e solventes, torna-se mole em ambientes muito quentes e quebradiça quando exposta a baixas temperaturas. Pode colar madeiras de

diversos tipos como carvalho e madeiras oleosas (DEMERCHANT, 2016).

- Melanina-Ureia-Formol (M.U.F) – Este tipo de resina atua como um aglomerante no processo de compactação e consolidação das fibras. Possui um baixo custo e capacidade de obter um bom desempenho no cumprimento de suas especificações, No entanto, a taxa de umidade das fibras da peça podem reagir com a resina (SILVA, 2013).
- Poliuretano (P.U.) – Este tipo de resina é muito utilizado na indústria de revestimentos, devido a sua alta reatividade, aderência e propriedades mecânicas de adesão e resistente quando exposto a intempéries. Utilizado em estruturas do tipo sanduiche, comuns em materiais isolantes, tem uma alta taxa de versatilidade (SILVA, 2006).

  Emulsion Polymerisocyanate (E.P.I) – Resistente a alta temperatura, possui excelente resistência a ligações com outros materiais como madeira, metal, espuma, fibra de vidro e plásticos. Capacidade de abrasão a materiais porosos e não porosos, possui flexibilidade durante a cura e tem pouca sensibilidade quando utilizada em materiais úmidos (HEXION, 2016).

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

3 ANÁLISE BÁSICA

A madeira laminada colada, também conhecida como madeira engenheirada, possui um futuro promissor, uma vez que a ideia de um planeta sustentável é uma conscientização mundial. A madeira laminada colada tem um processo de fabricação eficiente tornando o seu produto final eficaz, já que a sua matéria prima é uma madeira de reflorestamento. Muitos estudos realizados sobre a madeira engenheirada, citadas neste trabalho, trazem comparações entre diversas espécie de madeira de reflorestamento, que são utilizadas para a confecção do laminado colocado, e os mesmos enfatizam a alta tecnologia adquirida por este método na decolagem de laminas.

As colas utilizadas para a montagem da estrutura mostraramse fundamentais para o aprimoramento desta técnica, o advento de sua criação e seu desenvolvimento, possibilitaram a utilização deste modelo construtivo onde são unidas várias lâminas e

coladas umas sobre as outras, formando uma peça única, como é possível observar na Figura 5, ampliada 500 vezes com microscópio.

Figura 5 – União entre lâminas

Fonte: Autor, 2016.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

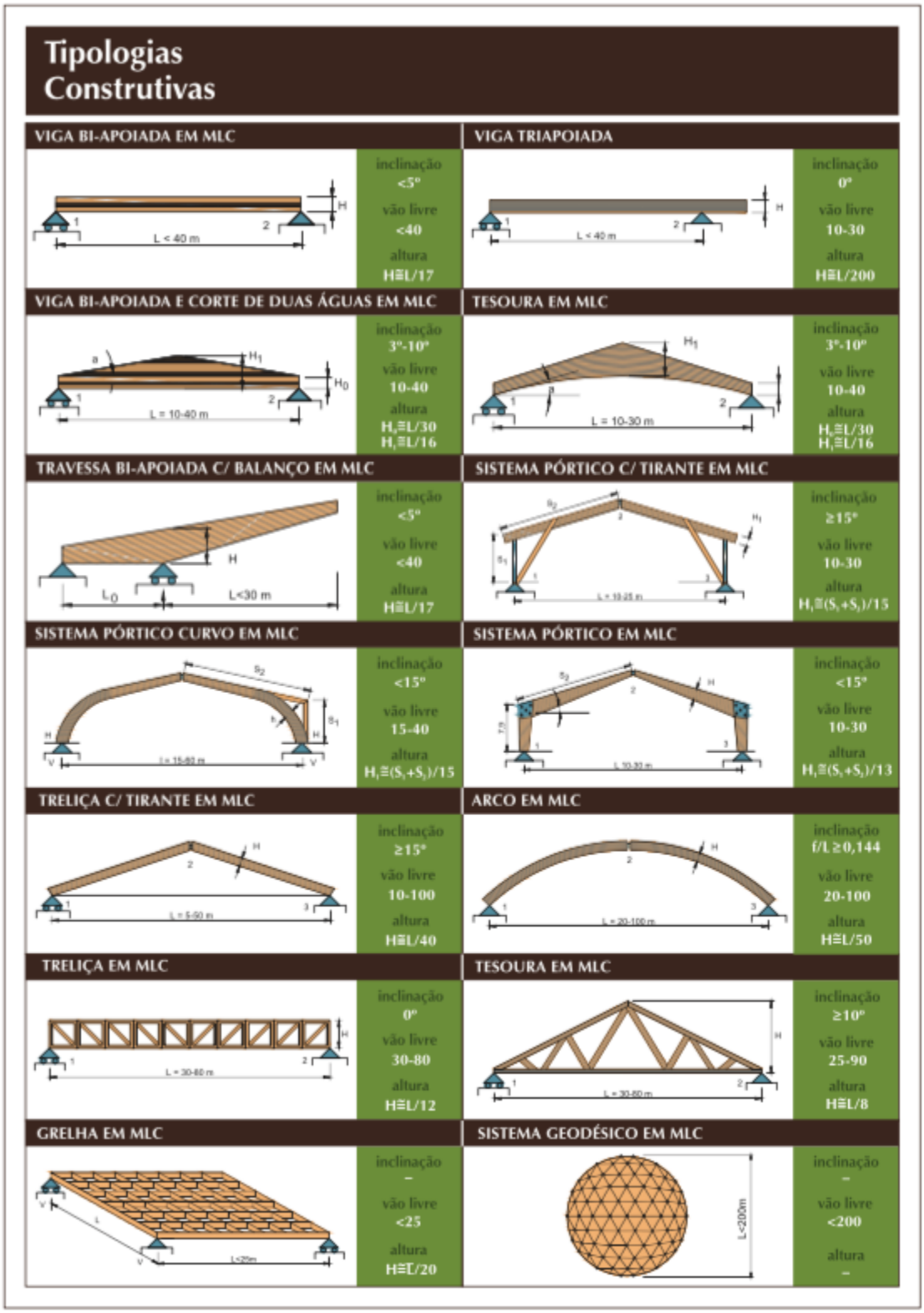
Sua capacidade de carga é elevada se comparada a peças de concreto e aço de mesma massa, desta forma, as estruturas concebidas utilizando este tipo de material, são em sua maioria mais leves, e possibilitam um arrojo maior no desenvolvimento e construção das peças, visto que os vãos utilizados podem ultrapassar os 10 metros, mesmo com curvas.

As combinações destas características possibilitam a criação de peças especiais para projetos que exijam uma grande capacidade de carga e uma grande esbeltez. Peças mais longas e finas tentem colapsar devido ao esforço do carregamento. Não deixando de ressaltar que existem processos de qualidade, segundo a ABIMICI (2008), com um programa de qualidade é notável o aumento de produtividade, redução de perdas e custos, melhoria na imagem do produto final, aumento da satisfação dos clientes, e também o próprio estimulo na melhoria contínua da qualidade, entre outros.

A resistência que este material adquire é devido à união de várias lâminas, sua resistência característica é muito superior, isso se deve a união de diversos materiais, diversas lâminas que unidas elevam a resistência do produto final, a madeira laminada colada. Alguns projetos, devido a suas características construtivas exigem ao máximo dos

materiais utilizados, a madeira laminada colada pode desta forma ser empregada nas mais diversas estruturas. **(Figura 6)**

Figura 6 - Tipologias Construtivas



Fonte: REWOOD, 2016.

Em contrapartida, o investimento financeiro no Brasil desta tecnologia é elevado, uma vez que não há muito incentivo para usá-la. Logo, as tecnologias empregadas para a construção e fabricação das peças seguem modelos importados, juntamente com as colas utilizadas.

As vantagens ao usar a tecnologia da madeira engenheirada são inúmeras, além de trazer as principais características que procuramos ao idealizar e projetar, dentre elas as grandes envergaduras, formas livres e a estabilidade dimensional que consegue levar ao cliente peças uniformes e esteticamente muito mais agradáveis visualmente. A madeira alia o suporte de cargas exigido pelos engenheiros e todas as expectativas almejadas pelos arquitetos, o diferencial da madeira laminada colada podemos ainda dizer que quando comparada com um elemento estrutural, tais como vigas, pilares e grelhas, de mesma massa, possui maior capacidade de carga.

As madeiras utilizadas para a fabricação de elementos laminados e colados, geralmente são chamadas de soft woods (madeiras macias). A utilização de madeiras ditas "macias" tem sua lógica, pois o uso de madeiras mais densas e resistentes restringem seu uso quanto a carga recebida, pois esses tipos de madeira tem um baixo limite de escoamento, ou seja, quando são aplicadas as cargas a deformação que o material suporta tem um ponto crítico sem volta, neste caso a madeira rompe-se e a estrutura vem a ruina. As madeiras macias possuem um limite de escoamento superior ao das madeiras mais duras e resistentes, e quando unidas na forma de lâminas possibilitam sua utilização para o suporte de grandes cargas.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

A madeira da espécie *Pinus elliottii* pode apresentar várias características peculiares, devido a sua localização e estação de plantio. A diferença nos anéis de crescimento ocorre principalmente devido a intensidade das chuvas e dos invernos serem muito rígidos, produzindo madeiras mais densas ou fofas de acordo com a ocasião. A escolha da espécie plantada, bem como o modelo de plantio são fundamentais para a produção de madeiras com poucos nós e defeitos, o que pode em certos pontos diminuir a resistência do produto final.

4 CONCLUSÃO

O crescimento da ideia de um planeta sustentável enfatiza a necessidade atual pela procura por alternativas estruturais que supram as necessidades do projeto e que contribuam para a sustentabilidade. O desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias pode ser a solução para este desenvolvimento sustentável, procurado pela sociedade atual.

Neste contexto, a utilização de madeira laminada colada surge como uma alternativa viável para atender às necessidades contemporâneas, vejamos:

- Demanda menor consumo de energia para sua produção
- Possibilita a utilização de madeira de reflorestamento com a consequente preservação das matas nativas
- Disponibiliza seções especiais e peças de grandes dimensões de acordo com as necessidades da estrutura, o que não é possível com madeira natural
- Melhora as características físicas da madeira desde resistência mecânica, módulo de elasticidade, variação dimensional, resistência a fungos e ataques de xilófagos.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

A técnica da confecção da Madeira Laminada Colada mostrou-se muito eficiente, pois se adapta muito bem ao projeto e a colagem das lâminas com as resinas apropriadas transforma-as em uma peça maciça e única, além de trazer a estética e a resistências necessárias para diversas peças e estruturas.

Os projetos idealizados com a madeira laminada colada proporcionam ao engenheiro calculista a possibilidade de criar e fabricar um material adequado ao comportamento estrutural desejado. As peças produzidas desta forma desenvolvem características únicas de resistências, ensaiadas antes de serem liberadas no momento da fabricação.

A utilização da madeira laminada colada leva a engenharia a novos patamares possibilitando o avanço e o desenvolvimento de estruturas mais arrojadas e esbeltas, aliando a harmonia da madeira com o ambiente e sua resistência ao suporte de grandes vãos e grandes cargas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABIMCI - Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada e Manufaturada – Estudo Setorial 2009 ano base 2008 – Curitiba, 2009.

AITC A190 - American National Standard for Wood Products. Structural Glued Laminated Timber, Colorado, 2007.

CALIL JUNIOR, C. (COORD); **Revisão ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Revisão NBR 7190/2011** – Projetos Estrutura de Madeira, Rio de Janeiro, 2011.

CALLIL NETO, C, **Recomendações para o sistema de controle de qualidade para a produção de madeira laminada colada (MLC) certificada.** Itapeva, SP, 2008.

CARPINTERIA, **Madeira Laminada Colada**. Disponível em <http://www.carpinteria.com.br/?page_id=1610>. Acesso em 14 abr. 2016.

DEMERCHANT, C; **Resorcinol Glue,** 2016. Disponível em <http://www.christinedemerchant.com/adhesive-glue-resorcinol.html> Acesso em 01 maio 2016

FANTINATTI, P. A. P., FERRÃO André, e ZUFFO Antônio (coord.); **Indicadores de sustentabilidade em engenharia: como desenvolver.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FSC, **Floresta para todo sempre.** Disponível em <https://br.fsc.org/pt-br/faq> Acesso em: 01 maio 2016.

HASELEIN, C. R. et al. Características estruturais da Madeira de *Pinus elliottii Engelm* aos 30 anos de idade. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 135-144, 2000.

HEXION; **Emulsion Polymer Isocyanate (EPI) Adhesives,** 2016. Disponível em <http://www.hexion.com/products/main.aspx?id=7522> Acesso em: 1 maio 2016

ICIMOTO, F. H; **Dormentes em madeira laminada colada de *Pinus oocarpa,*** São Carlos, 2013

PFEIL, W; PFEIL, M, **Estruturas de Madeira: Dimensionamento Segundo a Norma Brasileira NBR 7190/97 e Critérios das Normas Norte-Americanas NDS e Europeia EUROCODE 5**, 6 ed. rev. e ampl. [Reimpr], Rio de Janeiro, LTC, 2013.

REWOOD. **Soluções Estruturais em Madeiras.** Disponível em < http://www.brarewood.com.br/> Acesso em: 05 ago. 2016.

RIBEIRO, W. C (ORG). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003.- (Uspiana: Brasil 500 Anos). 2003.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA

SEBRAE, **Certificação da madeira** (ano 1993). Disponível em <http://sustentabilidade.sebrae.com.br/portal/site/Sustentabilidade/menuitem.47b6302f93ea53d3008f0130a27fe1ca/?vgnextoid=7462d5fc08198310VgnVCM1000002af71eacRCRD&vgnextrefresh=1> Acesso em: 30 abr. 2016

SILVA, B. B. R., **Desenvolvimento de Adesivos de Poliuretano a Base de Óleo de Mamona**, 2006. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8352/000574182.pdf?sequence=1> Acesso em: 30 abr. 2016

SILVA, J. E. E.; **Estudo da influência das resinas termo fixas ureia formaldeído (UF) e melanina formaldeído (MF) nas características físicas e mecânicas de painéis MDF.** 2013, 65 p.Trabalho de conclusão de curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/121218>. Acesso em: 30 abr. 2016

VALVERDE, S. R. et al, **Silvicultura brasileira – oportunidades e desafios da economia verde.** Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no brasil, 2012. Disponível em <http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-29.pdf> Acesso em: 11 jun. 2016.

IMACULADA
FACULDADES MARIA IMACULADA