

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A TECNOLOGIA DA MADEIRA LAMINADA COLADA APLICADA A ESPÉCIES ARBÓREAS NACIONAIS UTILIZADAS EM CIDADES RIBEIRINHAS

Cassiel Kim Antunes de Paula, Sandra Maria Fonseca da Costa,
Vinie Pedra Jorge.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento: cassielkim@outlook.com¹,
sandra@univap.br², viniepedra@gmail.com³

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo sobre a madeira laminada colada (MLC) e indicar seu uso dentro do mercado da construção civil, pois possui potencial para substituir o concreto armado nas edificações, sendo considerado um produto sustentável. Esta pesquisa é de caráter bibliográfico, elaborada a partir da leitura da literatura especializada e de dados disponíveis em sites que discutem esta proposta. Neste artigo, propõe-se o desenvolvimento de uma nova vertente de MLC, agregando as madeiras utilizadas pelas cidades ribeirinhas amazônicas, para propor um material menos nocivo ao meio ambiente e mais apropriado para o uso em regiões alagadas, que possa ficar submerso por determinado período de tempo sem pôr em risco sua integridade e da estrutura onde estiver disposto.

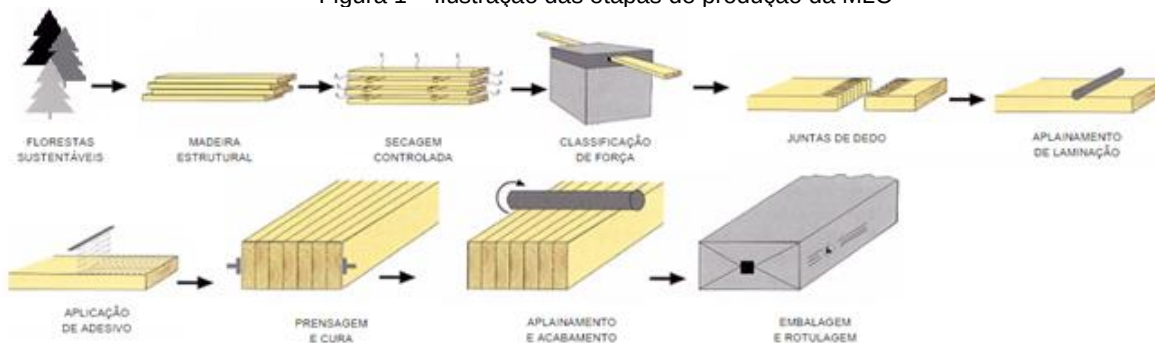
Palavras-chave: Madeira Laminada Colada, Acapu, Impermeabilidade, Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Arquitetura e Urbanismo e Geografia.

Introdução

Nomeada como “*Glued Laminated Timber*” ou “*Glulam*”, do termo em inglês que significa Madeira Laminada Colada (MLC), este material foi desenvolvido na Europa, em 1890, por Otto Hetzer, porém apenas sendo patenteada em 1901, na Suíça, por seu inventor, quando começa a ser produzida, de fato. Em 1934 foi oficialmente introduzida no mercado da construção civil, restrita para uso em ambiente internos, segundo dados publicados pela APA – *The Engineered Wood Association*¹ (2023). Ainda de acordo com esta publicação, no ano de 1942 foi agregado à sua produção o adesivo a base de resorcinol-fenol-formaldeído, que é resistente a água, e assim se permitiu o uso da *Glulam* em áreas externas. Esse adesivo, de resina fenol-formaldeído, a base de resina sintética formado pela reação de fenol² e formaldeído³, tem a capacidade de se tornar hidrofóbico. O processo de desenvolvimento do material, detalhado na figura 1, que apresenta uma ordem desde o corte e secagem correta da madeira, até o aplainamento, para deixar o produto plano e com acabamento.

Figura 1 – Ilustração das etapas de produção da MLC



Fonte: Glue Laminated Beams, adaptado (2023)

¹ APA – Engineered Wood Association - Uma fundação sem fins lucrativos da indústria de produtos da madeira dos Estados Unidos e Canadá.

² Fenol (C_6H_6O) – uma formação orgânica, quando sólido é branco cristalino em seu estado puro.

³ Formaldeído (H_2CO) – popularmente conhecido como “formol”, é um gás a temperatura ambiente, incolor.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Acredita-se que a MLC tenha potencial para substituir o concreto armado nas edificações, pois apresenta as mesmas capacidades dos agregados cimentícios somados às armaduras de aço, podendo ser utilizada como pilar, viga e laje, tendo aptidão para vencer grandes vãos de até 100m sem apoio intermediário. Outro ponto de relevância do material é o fato de admitir curvas em sua estrutura, além de um baixo peso próprio, em contraponto ao concreto (AECWEB, 2023).

De acordo com Leite et al. (2017), a MLC foi inserida no mercado brasileiro para a construção civil no século XX e ainda hoje é pouco usada. O estudo feito com três empresas nacionais, nomeadas como “empresa A, B e C”, identificou as madeiras utilizadas para a fabricação do material, que eram as mesmas aplicadas no exterior, sendo elas: *Cedro mara*, proveniente do Rio Grande do Sul (RS), *Eucalipto grandis* (RS), *Eucalipto urograndis*, proveniente da Bahia (BA) e Santa Catarina (SC), *Pinus spp.*, proveniente do Pará (PR) e região Sul e, além delas, também são citadas a Imbuia e o Pinho araucária, duas espécies encontradas no Sul do Brasil (LEITE ET AL., 2017). Sendo assim, observa-se que as espécies que são utilizadas no país, para produção de MLC, se assemelham às utilizadas no exterior, sendo as de espécies de árvores do bioma de taiga, plantas que possuem um grau de adaptação climático elevado e boa resistência ao clima frio.

Considerando vários dos aspectos supracitados, pretende-se, objetivamente, apresentar um estudo sobre a madeira laminada colada (MLC) como alternativa sustentável para o uso na construção civil e indicar seu uso como potencial substituto para o concreto armado nas edificações, sendo um produto sustentável.

O enfoque das análises é sua utilização em cidades ribeirinhas da região amazônica, considerando que muitas destas cidades utilizam a madeira na construção de imóveis públicos ou privados e vias públicas. Assim, pretende-se demonstrar que a substituição dos materiais atualmente utilizados poderá contribuir com a preservação de algumas espécies de árvores muito utilizadas e que estão em processo de extinção, como a Acapu (*Vouacapoua americana*) e a Pracuúba.

Metodologia

Está pesquisa é de caráter exploratório, com intuito de entender e proporcionar a construção de uma proposta para o desenvolvimento de um produto para a construção civil. Utilizou-se levantamento bibliográfico sobre o tema referente à cidade estudada, com destaque para: Almeida et al. (2012), Souza et al. (2022), Segundinho et al. (2013) e Antunes (2023), além de utilizar infomações coletadas na Secretaria de Infraestrutura do Município de Afuá. Foram também levantados dados sobre a atualização da Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. (MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE, 2022)

Resultados e Discussão

Segundo Costa (2020), os meios urbanos são formados se levando em consideração a distribuição da humanidade no território e a forma que esta usufrui dos recursos naturais. O estudo das cidades e suas demandas considera os atos culturais e econômicos, que por consequência trazem o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas construtivas e expansionistas, o que possibilita o uso comum da madeira na construção civil em âmbito nacional, desde ornamentos até a estrutura completa de uma casa ribeirinha amazônica.

Como abordado por Almeida et al. (2012, p.02) “desde os primórdios o homem possui a necessidade de construir habitações e a madeira foi um dos primeiros materiais de construção utilizados dada a disponibilidade abundante [...] com o passar do tempo perdeu espaço para outros materiais”. Entretanto esse material, devido às necessidades construtivas, acaba sendo substituído por materiais de maior complexidade estrutural, mesmo que as justificativas pautadas em sustentabilidade, atualmente, possam não ser atendidas por esses materiais.

De acordo com Souza et al. (2022, p.22) “devido a madeira ser um material de origem orgânica, a mesma é suscetível a sofrer deterioração por agentes biológicos, sendo necessário que se faça uso de espécies com alta durabilidade ou baixa durabilidade com tratamento adequado a preservação”. Sendo assim, este é um dos fatores da substituição da madeira por outros produtos. Todavia, vislumbra-se com a inserção das madeiras laminadas coladas, a possibilidade de suprir as necessidades atuais da

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

construção civil, resgatando o uso da madeira nas edificações, se apropriando de formas construtivas tradicionais vinculando-as às novas tecnologias.

O emprego de madeiras maciça, de forma estrutural, no Brasil é comum por dois fatores: fácil acesso e pelo fácil manuseio. Segundo Antunes (2023), nas cidades ribeirinhas amazônicas, especificamente em Afuá, no estado do Pará, são identificadas duas espécies utilizadas na construção das passarelas (vias públicas) e edificações do município (figura 2): Acapu (*Vouacapoua americana*) e a Pracuúba (*Mora paraensis* Ducke), ambas utilizadas por suas características físicas e químicas. Acapu é uma madeira considerada imputrescível e, no município, é empregada em pilares e vigas das palafitas que ficam totalmente ou parcialmente submersas. A Pracuúba é admitida como assoalho para as passarelas e piso das edificações em função de sua alta resistência a tensão, mas também podendo ficar parcialmente submersa sazonalmente.

Figura 2 – Imagens da cidade de Afuá-PA.



Fonte: Acervo do Laboratório de Estudos das Cidades (2023).

Segundo informações da Secretaria de Infraestrutura do município de Afuá, as madeiras necessitam de uma manutenção preventiva, que deve ser realizada de quatro em quatro meses, além da manutenção preventiva corretiva a cada um ano de uso. Atualmente, a prefeitura de Afuá está com a política de substituição desses materiais por concreto armado com a justificativa de ser mais sustentável, levando em consideração o custo-benefício a longo prazo, políticas ambientais favoráveis e baixa geração de resíduos sólidos (figura 3). A questão dos resíduos gerados pela manutenção e/ou substituição efetiva das passarelas de madeira gera um debate para a gestão municipal, que faz o descarte dos pilares, vigas e ripas de assoalho em “terrenos baldios” para uso livre da população. Segundo a Secretaria de Infraestrutura, os municípios se apropriam geralmente de 60% dessas madeiras e o restante, 40%, são incineradas ou deixadas à ação do tempo.

As estruturas que são substituídas com maior frequência no município são os assoalhos, feitos com a madeira da Pracuúba, a qual tem uma alta resistência a tensão, mas exposta ao uso frequente acaba sofrendo um desgaste, mas não perde o seu potencial de uso. A Acapu é substituída, atualmente, somente em casos de troca pelo concreto armado.

Figura 3 – Construção da travessia Quintino Bocaiuva em concreto.



Fonte: Prefeitura de Afuá (2019).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

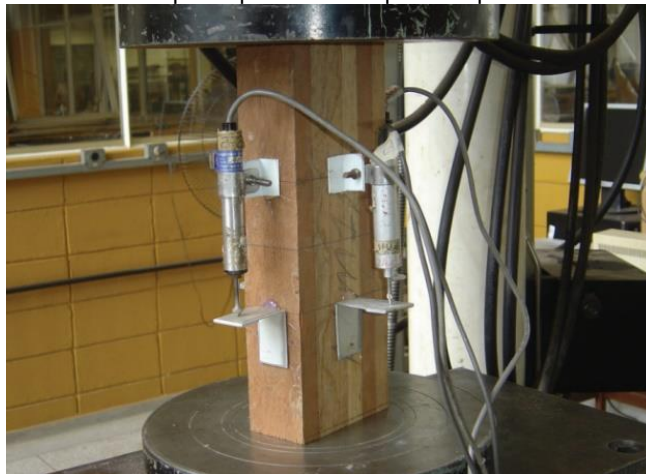
A utilização dessas madeiras, que são espécies da Região Norte do país, aponta a capacidade de identificação e utilização das mesmas de forma a explorar seus potenciais e beneficiar a construção civil local de forma adequada, além de ganharem um novo uso após sua substituição, indicando qualidade das madeiras a longo prazo.

MLC associada a espécies arbóreas nacionais

O uso de espécies nativas na produção de madeira laminada colada pode trazer benefícios para o desenvolvimento deste produto, além das espécies indicadas que fazem parte da produção nacional de MLC, que são: *Cedro mara*, *Eucalipto grandis*, *Eucalipto urograndis*, *Pinus spp.*, Imbuia e o Pinho araucária também é possível se indicar e utilizar outros tipos de madeiras. A MLC é um agregado de diferentes tipos de chapas de madeiras e um adesivo à base de resorcinol-fenol-formaldeído, material hidrofóbico, mas é um produto que não garante total resistência a água. Ao introduzir outras espécies, diversificando a produção da MLC, agregam-se novas características a ela, assim se explorando o potencial de outras espécies para pluralizar as características e capacidades do produto.

De acordo com Segundinho et al. (2013, p.08) “a espécie de madeira tropical Cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.) pode ser utilizada na fabricação de vigas de MLC”. Os corpos de provas apresentaram boa resistência após serem realizados ensaios de compressão paralela (figura 4), ensaios de flexão estática e ensaios de vibração transversal, comprovando a adequação para ser utilizada. Também se relaciona outro tipo de madeira apropriada para essa aplicação, como a Paricá (*Schizolobium amazonicum*). Assim, como abordado por Almeida et al. (2011, p.11) “a madeira proveniente da Paricá possui grande potencial para utilização na produção de MLC”. Após os ensaios de cisalhamento na linha de cola, ensaios de delaminação e ensaios de resistência de ligações dentadas, apresentou uma boa aderência ao adesivo utilizado no desenvolvimento do produto e é uma madeira de baixa densidade, possibilitando o baixo peso próprio.

Figura 4 – Ensaio de corpo de prova de compressão paralela às linhas de cola.



Fonte: Segundinho et al. (2013).

A madeira laminada colada não pode ser aplicada em local que possa ser submergida temporariamente ou atue submersa, inviabilizando seu uso em determinadas regiões e/ou situações em que poderia ser útil e mais benéfica se usada, como um abrigo emergencial para desastres hídricos.

Sendo assim, aderindo-se chapas de Acapu, hipoteticamente, as demais já utilizadas na MLC se lograriam a maior eficácia do produto para ser utilizado em áreas passíveis de submersão, levando em consideração a aplicação atual dessa madeira na Região Norte do país.

Nessa região, servindo como pilares e vigas para a sustentação das palafitas, ficando submersas, pois é uma madeira considerada imputrescível e muito resistente. Assim, como citado por Antunes (2023, p.02), “se identifica uma das principais madeiras utilizadas na construção de Afuá pela citação em uma Ata de uma reunião da Câmara Municipal, datada de 1º de dezembro de 1891”, citação que

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

destaca seu uso como “colunas” no suporte de lampiões ao longo das vias da cidade, estando em contato direto com o solo inundado.

Além disso, há a possibilidade de uso da Pracuúba, também utilizada na construção civil no município, pois sua estrutura é bem resistente a tensão. Tanto a Acapu como a Pracuúba são madeiras reconhecidas e solicitadas para aplicação urbana regional.

Dessa forma, possibilita-se idealizar um trabalho conjunto ao município ou municípios que utilizam dessas madeiras em suas estruturas urbanas, apropriando-se das chapas de madeiras proveniente dos resíduos gerados pela renovação das mesmas, do meio urbano, assim se utilizando de chapas de madeiras novas e reutilizadas, advindas dos municípios em prol da sustentabilidade, para a produção de uma nova MLC que possa ter a garantia de maior resistência, tanto física quanto química.

Vale-se salientar a nova atualização da listagem nacional de espécies da flora ameaçada de extinção, gerada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com a Acapu categorizada como “EN em extinção” (p.39), dentro do território nacional, enfatizando a necessidade de se apropriar da utilização dessa madeira gerando, portanto, o replantio e incentivo ao reflorestamento.

Conclusão

Esta pesquisa se apoiou em estudos realizados por Segundinho et al. (2013) e Almeida et al. (2011), os quais comprovam a possibilidade de uso de duas madeiras nacionais para a produção da madeira laminada colada, o Cedrinho e a Paricá, respectivamente. Com tudo, também, propôs-se o desenvolvimento de uma nova MLC se utilizando de outras espécies nativas do território brasileiro, de forma sustentável, tendo em vista a Acapu e da Pracuúba por seus usos nas cidades ribeirinhas amazônicas e o conhecimento local sobre o benefício delas para suas construções, sendo uma região de várzea.

Destacou-se a necessidade de se explorar novos meios para se aprimorar as MLC e proporcionar um produto com maior aderência para regiões alagadiças, sazonalmente ou não, que possam ser aplicadas em edificações de forma estrutural. Com isso, idealiza-se a utilização dessas duas madeiras para proporcionar maior resistência ao material, principalmente maior resistência a água.

A proposta elencada neste artigo também serve como conscientização e comoção em relação ao uso legal das madeiras, as quais são matéria prima e fontes de renda, com a necessidade de se assegurar a preservação e o reflorestamento, de forma a se estabelecer uma relação mais sustentável com as florestas, assim como prevista no Decreto N°6.660 de 21 de novembro de 2008, publicado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Referências

AECWEB, Arquitetura, Engenharia e Construção web. **Madeira laminada colada vence grandes vãos e permite estruturas curvas** – Gabriel Bonafé, Revista Digital, Matéria: 15174, 2023. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/madeira-laminada-colada-vence-grandes-vaos-e-permite-estruturas-curvas/15174>> Acesso em: 21 de junho de 2023.

AFUÁ, **Prefeitura de Afuá – PA** Construção da travessa Quintino Bocaiuva em concreto. Disponível em: <<https://afua.pa.gov.br/construcao-da-travessa-quintino-bocaiuva-em-concreto/>> Acesso em: 15 de julho de 2023

ALMEIDA, D.H.; Scaliante, R.M.; Macedo, L.B.; Macêdo, A.N. **Madeira laminada colada (MLC) da espécie Paricá**, p.12, 2011, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

ANTUNES, C.K.A. **Metodologia construtiva nas cidades ribeirinhas amazônicas: um estudo de Áfua, Pará**, p.06, 2023, INIC, Univerdade do Vale do Paraíba (Univap).

APA, **The Engineered Wood Association**. History of APA, Plywood, and Engineered Wood - Disponível em: <<https://www.apawood.org/apas->

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

history#:~:text=History%20of%20Glulam,Products%20Laboratory%20in%20Madison%2C%20Wisconsin> Acesso em: 14 de junho de 2023

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo** Decreto N°6.660 de 21 de novembro de 2008. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Decreto-federal-n%C2%BA-6.660-2008.pdf>> Acesso em: 15 de julho de 2023

COSTA, S.M.F. **Da construção a instalação de uma cidade, no estado do Pará: a formação da cidade de Afuá**, p.26, 2020, Artigo livre, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP.

LEITE, T.M.; Santos, P.A.F.M.; Valle, I.M.R. **O uso da Madeira Laminada Colada o Brasil: panorama e desafios**, p.12, 2017, CLEM+CIMAD, Universidad Nacional Noroeste Bueno Aires (UNNBA), Buenos Aires, AR.

SEGUNDINHO, P.G.A.; Zangiácomo, A.L.; Carreira, M.R.; Dias, A.A.; Lahr, F.A.R. **Avaliação de vigas de madeira laminada colada de cedrinho (*Erisma uncinatum* Warm.)**, p.441-449, Cerne, v.19, n.3, 2013, Lavras, MG.

SOUZA, K.D.N.; Duarte, B.B.; Lahr F.A.R. **Permeabilidade mínima de espécies de madeira para a produção de elementos estruturais de Madeira Laminada Colada (MLC)**, p.20-31, Collection: applied civil engineering, vol.1, n.1, 2022 - Organizado por: Armando Dias Duarte, Ponta Grossa, PR.