

USO DE MADEIRA LAMINADA COLADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: relato de caso sobre aceitabilidade e adoção em projetos na cidade de Varginha/MG

Bruno Henrique Passatuto Romicial¹

Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

Embora o Brasil tenha ampla disponibilidade florestal para produzir e difundir a técnica da madeira laminada colada (uma alternativa sustentável), de modo geral, tem-se a resistência de sua aplicação em detrimento a demais materiais tradicionais. Esta conjuntura vem desafiar não somente os engenheiros e gestores ambientais, mas também outras áreas, como por exemplo a Engenharia Civil, visando a promoção da conservação dos ecossistemas e dos serviços ambientais de maneira satisfatória. Objetivou-se relatar, a partir das experiências de uma grande empresa de Engenharia Civil de Varginha/MG, a aceitabilidade e adoção da técnica da madeira laminada em seus projetos, para a verificação de suas ações sustentáveis em prol do cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Cumpriu-se observação participante, análise documental e registros em diário de campo para edificação de um relato de caso. Constatou-se que a resistência do mercado da Engenharia Civil ainda é grande, acreditando ser por desconhecimento da técnica ou falta de preparo e qualificação. E que engenheiros que estão bem preparados são mais conscientes dos benefícios que a técnica traz ao projeto e à obra (economicidade) e ao meio ambiente (sustentabilidade), conforme a empresa em estudo. Concluiu-se que Engenharia Civil de Varginha/MG vem aceitando e adotando a técnica da madeira laminada colada, e que vem cumprindo suas ações sustentáveis em prol da inovação para: construções com infraestruturas resilientes e sustentáveis (ODS 9); promoção de comunidades/cidades seguros e sustentáveis (ODS 11) e; garantia de consumo e produção responsáveis e sustentáveis (ODS 12).

Palavras-chave: Engenharia Civil. Madeira Laminada Colada. Sustentabilidade.

¹ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas.

² Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Minas Gerais, mestre e doutora em Estruturas e Construção Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

1 INTRODUÇÃO

A madeira foi, ao longo da história da humanidade, um dos primeiros recursos naturais que os homens fizeram uso, quer seja para abrigar, servir como fonte de aquecimento ou produção de luz, como elemento para preparar alimentos e criar armas de caça e proteção (CORDEIRO JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017). Com o passar do tempo, especialmente considerando a sua utilização enquanto recurso construtivo, seu desenvolvimento concomitou com técnicas e métodos atuais e, a evolução de seu manuseio propiciou a técnica da madeira laminada colada (MCL) – também conhecida como madeira engenheirada (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021).

Entretanto, apesar do Brasil possuir ampla disponibilidade florestal para produzir e difundir a técnica da madeira laminada colada, tem-se um grande registro de resistência de sua aplicação em detrimento a demais materiais tradicionais, representando uma alternativa de desenvolvimento sustentável (FREITAS; MAZZARDO, 2021).

O fato é que a manutenção do homem em sociedade está condicionada ao funcionamento dos ecossistemas e dos serviços ambientais – providos pelos mesmos. Entretanto, é indubitável que a intervenção da humanidade nos ecossistemas naturais promoveu e ainda promove alteração nos fluxos de benefícios ofertados por eles. O consumo desenfreado acarreta em maior exploração de matéria-prima, uso indiscriminado de energia, geração de resíduos e representação de impactos ambientais (ARAÚJO, 2012)

Esta conjuntura vem desafiar não somente os engenheiros e gestores ambientais, mas também outras áreas, como por exemplo a Engenharia Civil, visando a promoção da conservação dos ecossistemas e dos serviços ambientais de maneira satisfatória (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021).

De acordo com França e Bogo (2019), a indústria da construção civil precisa assumir seu protagonismo no cumprimento dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável, haja vista ser ponderada como uma das atividades humanas cujo consumo de recursos naturais e utilização de energia são mais intensificados e, conseqüentemente, geradora de impactos ambientais – o que vem impor ações estratégicas para o fretamento desta conjuntura.

Recentemente, uma das ações para reversão das previsões nada otimistas acerca dos indicadores econômicos e socioambientais futuros foi coordenada pela Organização das

Nações Unidas (ONU), mediante um plano global, envolvendo ações da sociedade civil, de iniciativas privadas, governos e instituições de pesquisa, cuja proposta se funda da promoção do desenvolvimento sustentável, estipulando como prazo efetivo o ano de 2030. Esta iniciativa foi denominada como ‘Agenda 2030’, que trouxe em seu bojo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, de maneira interdependente preconizam o cumprimento do desenvolvimento econômico, da inclusão social, da sustentabilidade ambiental, da boa governança e da paz e segurança (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021).

Assim, frente ao breve contextualizado, a motivação desta pesquisa se deu a partir do seguinte problema formulado: qual é a aceitabilidade da Engenharia Civil e a adoção da técnica da madeira laminada colada em seus projetos, para cumprimento dos ODS 9, 11 e 12 da Agenda 2030?

Enquanto hipótese, acredita-se que a madeira laminada colada seja uma técnica sustentável na construção civil, haja vista a possibilidade de criação de peças com formatos e dimensões bem diversificadas, devido à flexibilidade que oportuniza. Assim, tal flexibilidade é considerada uma vantagem para a construção civil em seu aspecto estrutural, associando à alta capacidade de carga e baixo peso, sem contar na promoção de uma estética esbelta (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021). Entretanto, neste mesmo íterim, acredita-se que apesar desta constatação, a técnica ainda não é bem aceita e adotada pelos profissionais da Engenharia Civil, em seus projetos e propostas – o que vem impossibilitar o cumprimento dos ODS 9, 11 e 12 da Agenda 2030.

Desta forma, este trabalho de conclusão de curso ocupa-se da temática do uso de madeira laminada colada na Construção Civil, e delimita-se em relatar sobre aceitabilidade e adoção em projetos na cidade de Varginha/MG e, desta forma, a proposta se encontra dentro da linha de pesquisa “Gestão, tecnologia e sustentabilidade na Construção Civil”.

O advento da Agenda 2030 veio movimentar estudos acadêmicos e aumentar as publicações científicas referente ao uso consciente dos recursos naturais (FRANÇA; BOGO, 2019), com ênfase aos princípios de prevenção e precaução, visando a promoção do desenvolvimento sustentável na construção civil (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021). E reconhecendo a relevância do tema e a necessidade de compreender a relação entre a construção civil, especialmente quanto ao uso de madeira e o cumprimento das metas do ODS 9, 11 e 12, esta pesquisa se justifica acadêmico-cientificamente.

Além disso, estudos relacionados ao uso da madeira laminada colada em atividades de construção civil, especificamente direcionados para a promoção do desenvolvimento

sustentável e do cumprimento dos ODS, são escassos na literatura. A promoção desta produção científica vem corroborar e servir como fonte de pesquisa e fundamentação para estudantes, pesquisadores e profissionais da área da Engenharia Civil e demais afins, como Arquitetura e Engenharia Ambiental.

O objetivo geral é relatar, a partir das experiências de uma grande empresa de Engenharia Civil de Varginha/MG, a aceitabilidade e adoção da técnica da madeira laminada colada em seus projetos, para verificação de suas ações sustentáveis em prol do cumprimento dos ODS 9, 11 e 12 da Agenda 2030.

O caminho metodológico adotado foi um relato/estudo de caso, de cunho descritivo e qualitativo, procedido com a observação participante e análise documental, associadas ao diário de campo enquanto estratégias para coleta dos dados, cujos resultados são tratados mediante análise interpretativa.

2 O USO DE MADEIRA LAMINADA COLADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 A técnica da madeira colada

Justamente pelo fácil acesso e disponibilidade, nos primórdios, a madeira foi um material utilizado pelos homens. Com o aprimoramento das técnicas deste uso ao longo dos anos, foi possível a chegada das tecnologias atuais, principalmente no segmento da construção civil, sendo permissivas à realização de projetos de alta complexidade. No Brasil, a madeira foi e continua sendo usada de acordo com os tipos de árvores existentes em cada região. (CORDEIRO JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017).

A técnica de madeira laminada colada tem seu surgimento registrado na segunda metade do século XIX, especificamente na Alemanha, desenvolvida por Otto Karl Frederick Hetzer (FREITAS; MAZZARDO, 2021). As experiências do seu inventor permitiu a reconstituição da matéria em lâminas, nominadas como tábuas. Posteriormente, a técnica foi patenteada por Hetzer, também na Alemanha, adquirindo formatos de curva, passando a ser conhecida e adotada na Europa por Estruturas Hetzer (PFEIL; PFEIL, 2013).

No Brasil, a chegada na madeira laminada colada datou 1934, em Curitiba no Paraná, com a instalação da fábrica Esmara Estruturas de Madeira Ltda, fundada por dois irmãos alemães, com a produção de vigas a partir da técnica. Foi somente na década de 60 que a

técnica chegou na região sudeste do país, com a instalação da fábrica Laminarco Madeira Industrial, na cidade de São Paulo (PAULI; AZAMBUJA; OLIVIERA NETO, 2021).

Dentre as espécies recomendadas, considerando as tipologias cultivadas no Brasil, predominantemente tem-se a indicação das coníferas ou folhosas, como pinus e eucalipto, respectivamente (FREITAS; MAZZARDO, 2021).

As madeiras comumente usadas para fabricação de peças laminadas e coladas são denominadas como madeiras macias – do inglês, *soft woods*. O uso de madeiras macias na construção civil tem seu fundamento, haja vista que o uso de madeiras densas/resistentes têm como restrição a sua utilização enquanto carga recebida, pois têm baixos limites de escoamento – ou seja, quando acometidos por cargas, existe a deformação do material, sem a propriedade de sua volta, rompendo-se a estrutura e causando ruínas. Já as madeiras macias têm limites de escoamento maiores e, quando em propriedades de lâminas, oportunizam a utilização enquanto suporte de grandes cargas (FANTINATTI; FERRÃO; ZUFFO, 2015).

Seu processo produtivo é regido pela norma brasileira (NBR) 7190/1997, pautada na norma americana. Basicamente, a madeira passa por um processo de secagem, suas lâminas são classificadas, as emendas são executadas, prosseguindo com a colagem e com o acabamento. Esta produção é garantia de peças leves, resistentes e com amplas envergaduras (FREITAS; MAZZARDO, 2021).

Apesar da leveza e da flexibilidade, a carga da peça única a partir da madeira laminada colada é elevada, quando comparada às de concreto ou aço. A união das lâminas é o fator responsável pela resistência do material (SEGUNDINHO et al., 2017). As colas usadas para que a estrutura seja montada são fundamentais e estudos sobre a mesma vem aprimorando gradativamente a técnica (BERTOLINE, 2015).

Cordeiro Junior, Silva e Soares (2017) explicam a técnica cujo produto é um material a partir da junção de várias lâminas de madeira, em uma peça única, pelo sistema de colagem. Explicam que as lâminas são trabalhadas, a partir da retirada dos pontos frágeis e da colagem de fibras paralelas entre si. Assim, a peça única se forma a partir de distintas lâminas menores, e têm capacidade de alcançar vãos de até 100 metros, o que dá permissividade para o desenvolvimento de projetos que até então não eram viáveis ou prováveis.

As combinações destas qualidades asseguradas por um processo produtivo de qualidade pode aumentar a produtividade da obra, a redução de perdas e custos e melhorar a imagem final do projeto – consequentemente, aumentar a satisfação do cliente e motivar o engenheiro civil para a melhoria contínua de seus projetos (FRANÇA; BOGO, 2019).

Outra vantagem do uso da madeira laminada colada é que sua manutenção é quase inexistente, principalmente quando são utilizadas fora das condições de intemperismos (FREITAS; MAZZARDO, 2021).

Por todas as vantagens elencadas, a partir de sua caracterização, tem-se a esperança de que esta técnica seja ampliada em seu uso no cenário nacional da construção civil, principalmente sob a alegação das características desta tecnologia, sendo uma produção limpa, ecologicamente correta e por isso sustentável (FANTINATTI; FERRÃO; ZUFFO, 2015;).

Contudo, é consensual a afirmativa de que o investimento nesta tecnologia seja alto, principalmente no Brasil, considerando a falta de incentivo e adoção do seu uso. Assim, as tecnologias empregadas para processos construtivos e para fabricação das peças necessárias, no país, seguem modelos e colas importadas no uso (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021).

2.2 O propósito sustentável do uso da madeira laminada colada na construção civil

Na construção civil, o ciclo de vida de um material utilizado compreende desde a extração da matéria-prima, o processo industrial, o transporte, a montagem, o uso e a manutenção, até que sua vida útil chegue ao final e o produto demanda ser retirado do serviço. Em cada uma destas fases, existem resíduos gerados e a escolha do material a ser utilizado ou opção tecnológica devem ser levadas em consideração mediante avaliação do impacto ambiental (FRANÇA; BOGO, 2019).

A demanda pela promoção da ideia de um planeta sustentável imputa pesquisas e estudos acerca da utilização de alternativas estruturais que preencham necessidades de um projeto e que provenham da sustentabilidade. Portanto, o desenvolvimento de novas técnicas e proposições de distintas tecnologias na construção civil vem ocupando-se de apresentar soluções para o desenvolvimento sustentável estimado pela sociedade atual para preservação de gerações futuras (FANTINATTI; FERRÃO; ZUFFO, 2015).

Registra-se que, especialmente a indústria da construção civil tem suas ações estratégicas sustentáveis atreladas ao cumprimento dos seguintes ODS: ODS 9 – indústria, inovação e infraestrutura: construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação; ODS 11 – cidades e comunidades sustentáveis: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e

sustentáveis e; ODS 12 – consumo e produção responsáveis: assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (PAULI; AZAMBUJA; OLIVEIRA NETO, 2021).

Assim, como preconizam Pauli, Azambuja e Oliveira Neto (2021), é grande a busca da construção civil por: inovação para construções com infraestruturas resilientes e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 9); promoção de comunidades/cidades seguros e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 11) e; garantia de consumo e produção responsáveis e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 12).

Comumente a madeira é um material estrutural na construção civil, empregada em distintas formas, tais como: madeira de tora, madeira compensada, madeira reconstruídas, madeira serrada e madeira laminada colada. O uso destas relaciona-se com o arranjo da estrutura interna do projeto e tem como produto final um grau diferenciado de isolamento. Entretanto, dentro da modernidade da construção civil, a propriedade de sustentabilidade de um projeto vem sendo preconizada em detrimento às demais (FRANÇA; BOGO, 2019).

Na atualidade, a madeira é um material usado secundariamente em grande parte das construções no Brasil. Contudo, acredita-se na potencialidade da melhora da exploração deste material em projetos de edificações futuras. O país tem muitas áreas de cultivo de madeira, sendo que grande parte pode ser utilizada para a fabricação de madeira laminada colada destinada à construção civil (FREITAS; MAZZARDO, 2021).

Entretanto, é indiscutível a resistência dos engenheiros para sua utilização em projetos, sendo que Freitas e Mazzardo (2021) alegam que esta seja provida do desconhecimento ou da desinformação acerca da técnica, dos processos e da tecnologia envolvida, tornando este recurso pouco difundido e utilizado – mesmo representando inovação projetual, vantagem estética e funcionalidade.

De acordo com Pfeil e Pfeil (2013), a técnica da confecção da madeira laminada colada vem mostrando-se exitosa, haja vista sua boa adaptação ao projeto, sendo que a colagem das lâminas a partir de resinas próprias tem a propriedade de transformação em uma peça única, maciça, resistente e com boa estética, sendo ideal para as estruturas necessárias.

A proposta tecnológica no setor de madeira laminada colada no setor vem ocasionando o preenchimento de requisitos indispensáveis para sustentabilidade, substituindo o uso da madeira maciça ou da madeira serrada (FRANÇA; BOGO, 2019). Justamente por utilizar-se de madeira de reflorestamento esta técnica, cujo produto final é eficaz, é promissora na construção civil para as próximas décadas, considerando que a demanda por um planeta sustentável vem sendo conscientizada mundialmente. Neste interim, a construção civil não pode ficar de fora e engenheiros que apresentarem desenvolvimento sustentável em

seus projeto já não serão considerados como inovadores e diferenciados, mas sim adequadamente preparados para o mercado e para o cumprimento dos obstructivos do desenvolvimento sustentável (FANTINATTI; FERRÃO; ZUFFO, 2015).

Segundinho et al. (2017) registra o Brasil enquanto um país potencialmente madeireiro, com muitas áreas florestais e, principalmente, de reflorestamento e, por isso, um berço para a produção e utilização da técnica da madeira laminada colada. Esta condição favorece não somente a ampliação da técnica, como também a preservação das madeiras de elevada qualidade que, em algumas tipologias, já se encontram em escassez.

França e Bogo (2019) afirmam que a sustentabilidade vem exigindo ações de agentes envolvidos na construção civil, considerando que suas técnicas e práticas tradicionais estejam extrapolando a capacidade regenerativa da natureza. Afirmam, ainda, o mundo todo já tem mais de 40% de suas florestas tropicais destruídas, sendo o Brasil um dos países com maior incidência, na América do Sul.

Na verdade, no país, por muitos anos a madeira foi protagonista na construção civil e, pelo descontrole da sua utilização, muito se explorou das florestas com ações predatórias. Dados do ano de 2017 registram que a Mata Atlântica possui, em 17 estados, um total de 1.36 milhão de quilômetros quadrados, sendo que 93% desta área já está devastada. Por isso, mediante esta tecnologia atual, com a utilização da madeira de reflorestamento, tem-se uma ação estratégica aliada à sustentabilidade (FRANÇA; BOGO, 2019).

Além da precaução e prevenção em manter florestas e, por isso colaborar com a manutenção da madeira enquanto matéria prima devidamente explorada, a técnica de madeira laminada colada é permissiva à uma obra mais limpa, envolvendo duração reduzida de forma significativa, levando em média 45-50 dias para produção da estrutura, sendo que o projeto todo pode ser executado de 20-70 dias para a montagem – o que reduz tempo e energia para a execução, mais uma vez colaborando assim com os objetivos do desenvolvimento sustentável (CORDEIRO JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017).

Pfeil e Pfeil (2013) e Fantinatti, Ferrão e Zuffo (2015) corroboram da afirmativa de que o uso da madeira laminada colada torna-se uma alternativa com viabilidade contemporânea, considerando: demandar um consumo de energia reduzido; possibilitar o uso de madeiras de reflorestamento, preservando as matas naturais; disponibilizar peças com dimensões apropriadas às necessidades de cada estrutura e projeto – o que, comumente não é possível a partir da madeira natural; melhorar as características físicas da madeira, ofertando mais resistência mecânica, mais elasticidade, maior variação dimensional.

De acordo com Ribeiro (2013), um projeto realizado a partir da proposta do uso de madeira laminada colada propicia ao engenheiro civil a oportunidade de criação e fabricação de um material que possa adequar mais ao comportamento estrutural demandado. As peças produzidas a partir desta técnica podem desenvolver características únicas de resistência, testadas antes de liberadas para fabricação. Assim, pode-se considerar este material uma alternativa para transportar a engenharia civil para outros patamares, motivando seu avanço com estruturas mais arrojadas, esteticamente esbeltas, promovendo harmonia ambiental e, acima de tudo, um desenvolvimento sustentável como proposta da obra.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada foi um relato/estudo de caso, de cunho descritivo – e, por isso, qualitativo (GIL, 2022).

Para a coleta de dados (ou seja, de informações para descrever os resultados), utilizou-se da observação participante e pesquisa documental (em alguns projetos e orçamentos), associada à elaboração de um diário de campo, enquanto procedimentos, sendo estes realizados durante o período de junho a outubro de 2023.

Ou seja, durante os meses de junho a outubro de 2023, observou-se diariamente a rotina e as atividades desenvolvidas pelos engenheiros de uma empresa de Engenharia Civil, inclusive seus projetos, relatórios e alguns orçamentos – haja vista não ter a pretensão bem comparativo de viabilidade econômica neste trabalho –, e a cada observação desenvolviam-se anotações em um diário de campo. No mês de novembro de 2023, o todo observado e registrado organizou-se em uma descritiva apresentada no próximo capítulo.

Assim, tanto a observação participante, a análise documental, quanto a estruturação do diário de campo se fizeram permissivos à descrição da experiência, funcionando como um resultado analítico. De acordo com Gil (2022), a análise descritiva de estudos de caso tem como foco a compreensão do que está intrínseco aos fenômenos para mapeamento de soluções (ou resposta pretendidas) e, por isso, não pode dissociar-se da interpretação.

Segundo Thiollent (2005), o diário de campo é uma ferramenta permissiva à sistematização de experiências para análises de resultados que visam responder a problemas investigados. Portanto, afirma-se que para a elaboração do diário de campo, o pesquisador recorreu à observação – outro recurso utilizado em constituição de estudos de caso. De

acordo com Gerhardt e Silveira (2009, p.74), “a observação é uma técnica que consiste em ver, ouvir e examinar os fatos”.

Tanto a observação participante quanto a estruturação do diário de campo contaram com um roteiro semiestruturado elaborado, para guiar o autor no decorrente período, conforme apresentado no Quadro 1. Portanto, não se tratou de um conjunto de perguntas e respostas destinados à alguma entrevista ou interrogatório; mas, como um guia para que investigações pertinentes e importantes da pesquisa não se esquivassem da observação e do registro.

Quadro 1 – Roteiro para constituição da observação participante e elaboração do diário de campo

Caracterização da empresa estagiada	1 Há quanto tempo a empresa estagiada atua no segmento e mercado local em que está inserida? 2 Se os seus projetos utilizam-se do critério de sustentabilidade para suas propostas? 3 Se, nos projetos da empresa, os ODS (especificamente o 9, 11 e 12) são levados em consideração no momento de suas proposições?
Identificação da necessidade do uso racional da madeira na construção civil	4 Identificar qual é a necessidade do uso racional da madeira na construção civil local? 5 De que forma a empresa estagiada utiliza a madeira laminada colada em seus projetos? Quando, como e por quê?
Identificação dos benefícios e vantagens (para os engenheiros e para as obras) do uso da madeira laminada colada na construção civil	6 Quais as vantagens e os benefícios, para o engenheiro civil, da utilização da madeira laminada colada à Construção Civil? 7 Quais as vantagens e os benefícios, para as obras, da utilização da madeira laminada colada à Construção Civil?

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os dados coletados de cada uma das sete investigações propostas no Quadro 1 originaram descrições que, no próximo capítulo, foram chamadas de resultados e, por isso, interpelados pela literatura, não se tratando então de um referencial teórico, mas de uma afirmação de convergência ou divergência com o que preconiza demais pesquisas e estudos. Tem-se então que, a descrição (análise dos resultados) contou com uma análise interpretativa e com uma discussão com a literatura revisada e o referencial teórico edificado.

A apresentação destes resultados se deu mediante (os três) blocos observados e caracterizados anteriormente. Mesmo não sendo objetivo do artigo, considerou-se interessante trazer para os resultados, a partir de relatórios observados, uma explicação de custos comparativos em projetos, sendo os mesmos apresentados para os clientes da empresa de Engenharia em estudo no momento de decisão dos projetos. Portanto, afirma-se que, mesmo não sendo objetivo a apresentação e análise de viabilidade econômica, mas sim o de sustentabilidade para cumprimento dos ODS, alguns dados foram abordados para agregar os

resultados – e por isso, estão livres de maior exploração, servindo como corroborativo somente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da empresa estagiada

A grande empresa de Engenharia Civil da cidade de Varginha/MG, caracterizada como tradicional na cidade e região, já atua neste campo há 35 anos e conta com uma equipe especializada, qualificada e devidamente preparada para atendimento aos seus projetos e demandas. Em relação aos tipos de obras, tem-se uma concentração de projetos destinados às: obras residenciais, obras comerciais, obras de infraestrutura e obras de restauro. Em relação aos métodos construtivos, tem-se em seu portfólio a oferta de: light steel frame; concreto pré-moldado; alvenaria estrutural; estrutura metálica e; construção off-site. Registra-se que vem priorizando este último em seus projetos, quando pertinentes, haja vista a sua correlação com a manutenção da sustentabilidade, do meio ambiente e da obra, pois: fabrica os elementos da construção fora do canteiro de obras, reduzindo produção de resíduos sólidos e; aumenta a qualidade produtiva, pois oferta um ambiente com condição de trabalho adequado e limpo.

Grande parte de sua clientela demanda por empreendimentos e projetos mais estilizados e sofisticados, tanto para residência quanto para instalações comerciais. Enfrenta concorrência local, mas pelo seu conceito tradicionalista trabalha sempre junto ao limite de projetos que se propõe a desenvolver, sem prejudicar a qualidade que oferta, priorizando a mesma em detrimento à quantidade de clientes a serem atendidos.

Além disso, o segmento da construção civil em Varginha/MG – e, inclusive, da empresa em relato – encontra-se em processo de retomada de superaquecimento, principalmente com a questão do término da Pandemia de Covid-19. De acordo com Lira (2022), existe um registro de superaquecimento da Construção Civil no cenário nacional, justificada pela demanda de serviços e, portanto, desde o ano de 2017 até os dias de hoje, afirma-se que o setor emprega milhares de pessoas direta e indiretamente – o que vem resultar em uma participação relevante no Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

De modo geral, observou-se que os projetos da empresa em relato utilizam-se de critérios específicos para cumprimento da sustentabilidade e, por isso sejam dotados de responsabilidade sustentável, principalmente no que tange inovações para construções com

infraestruturas resilientes e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 9); promoção de comunidades/cidades seguros e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 11) e; garantia de consumo e produção responsáveis e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 12).

Entretanto, compreendeu-se que o perfil geral da Engenharia Civil em Varginha/MG encontra-se caracterizado pela competitividade, com a oferta de muitos profissionais recém-formados no mercado, com oferta de projetos a custos reduzidos e, por isso, muitos projetos concorrentes são observados como não atendentes às questões da sustentabilidade, pois priorizam economia (redução de custo) em detrimento à responsabilidade sustentável e, por isso, não cumprem com os ODS.

Esta afirmativa pode ser justificada pelo fato de que muitos clientes que recorrem à empresa de Engenharia Civil em relato, buscam por profissionais especializado em atender ideais e desejos (demandas) que envolvem a sustentabilidade em detrimento ao convencional que a área oferta, e declaram não encontrar oferta na cidade para cumprir tal demanda – ou seja, relatam que escritórios e empresas de Engenharia Civil da cidade não se dedicam, interessam-se ou ofertam profissionais especializados e atualizados para acompanhar e cumprir com as demandas de construção sustentável.

Portanto, acredita-se ser este um grande diferencial da empresa em relato, haja vista aceitar tais desafios e estar preparada para tanto, mediante a oferta de mão de obra (engenheiros, projetistas e arquitetos) qualificada e especializada.

4.2 A necessidade do uso racional da madeira na construção civil em Varginha-MG

Observou-se, então, que nem todas as empresas da construção civil de Varginha/MG aderem ao uso de MLC. Tais empresas (concorrentes) alegam dificuldade da mão de obra e alto custo do material, quando os projetos são comparados com outros. Acredita-se que esta realidade deixa de ser local e passa para os âmbitos regionais e nacionais. A literatura especializada fundamenta a afirmativa:

[...] o escasso uso de Madeira Laminada Colada no Brasil, [...] pode ser atribuído às mesmas razões do pouco uso de madeira em geral nas construções brasileiras, com alguns agravantes. Um dos principais motivos é o alto custo e a baixa demanda. A MLC possui um custo superior aos materiais mais comuns no mercado, como o aço e o concreto. Dessa maneira, a maior parte das construções em MLC são de alto padrão. O preço, porém, é elevado justamente pela pequena quantidade de produção e demanda, tornando a baixa utilização da MLC um eterno ciclo. Para contornar esse problema, é necessário investir na industrialização e produção em larga escala, e é muito arriscado fazê-lo sem a garantia de que haverá demanda suficiente. [...] outra necessidade que a construção em MLC e em madeira em geral apresentam é a

de uma maior capacitação da mão de obra (PAULI; AZAMBUJA; OLIVIERA NETO, 2017, p.8).

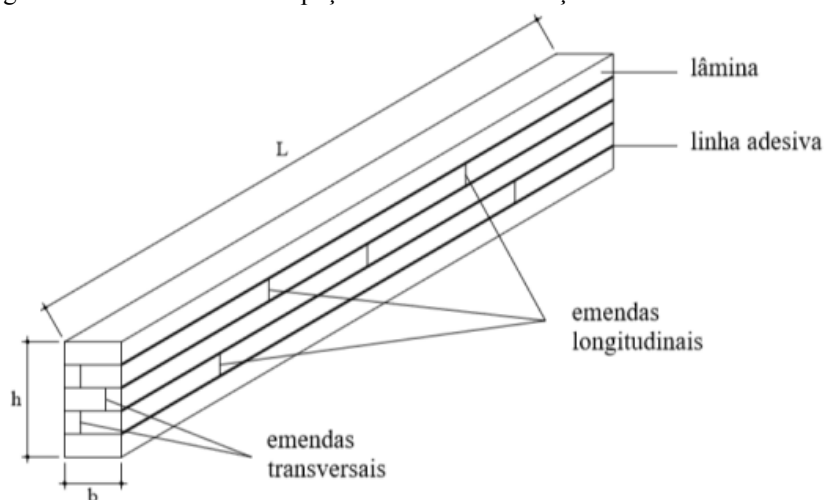
Sobre a questão da mão de obras, acatou-se que exista sim uma desqualificação profissional, tanto dos engenheiros e projetistas, quanto dos profissionais que atuam em obras, sobre a MLC. Pensa-se que a resolução deste problema seria possível aumentando o número de cursos técnicos e superiores, e adicionando disciplinas aos cursos existentes, para formar profissionais que dominem a técnica de projeto e execução no material. Ele complementa afirmando a falta de cultura no país.

Outra acomodação é a de alegação do preço elevado para a utilização da MLC. Entretanto, não se pode negar que a falta de competência técnica seja um agravante para esta acomodação. Muitos engenheiros desconhecem a tecnologia empregada pela empresa de Engenharia Civil em estudo, que se resume no mesmo princípio da madeira colada, contudo a partir da produção de painéis colados de forma cruzada – denominado como Cross Laminated Timber (CLT), uma tecnologia da MLC.

[...] CLT é um produto novo de madeira no mercado brasileiro [...], possui boas vantagens em relação aos produtos de madeira tradicionais e sobre os principais materiais de construção como concreto armado e aço [...]. Os painéis CLT são construídos a partir de camadas de placas estruturais de madeira, que são coladas perpendicularmente umas às outras, formando os elementos bidirecionais que podem ser utilizados como paredes, placas de pavimento ou até mesmo elementos viga e pilar (TEREZO *et al.*, 2020, p.3).

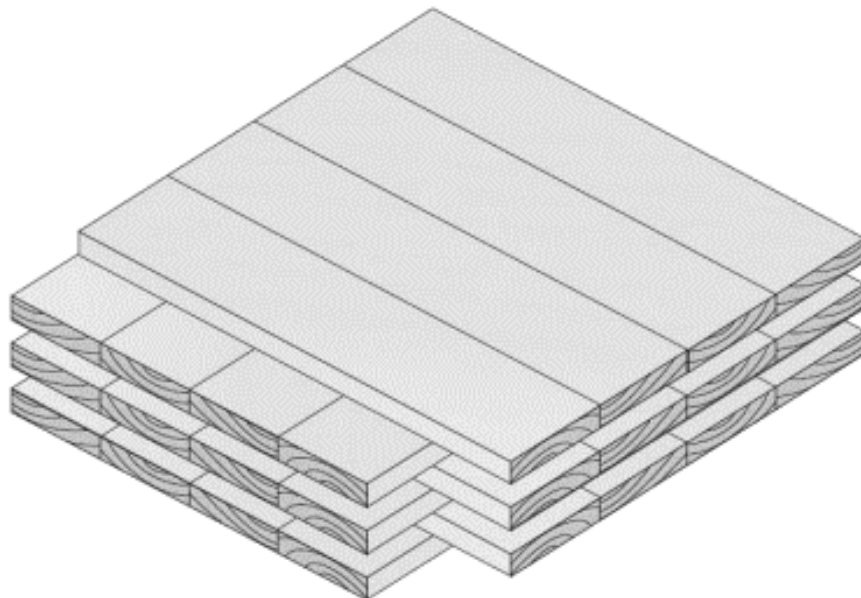
A técnica de colagem é a mesma, sendo que se altera é a disposição para as lâminas nas peças (MLC) e nos painéis (CLT), conforme mostram as Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Elementos de uma peça de MLC de laminação horizontal



Fonte: Cordeiro Júnior, Silva e Soares (2017, p.86)

Figura 2 - Disposição cruzada das lâminas de madeira para composição do painel CLT



Fonte: Terezo *et al.* (2020, p.3)

A empresa em relato vem utilizando da técnica da MLC, inclusive em sua modalidade de CLT, não somente em projetos mais utilizados, mas sempre que possível, ideal e oportuno seja, inclusive em projetos menores. Observou-se que a cada 10 projetos da empresa em estudo, pelo menos em 4 deles apresenta-se a proposta de uso da técnica de MLC aos clientes. Ou seja, em pelo menos 40% dos projetos da empresa, os engenheiros vêm elegendo e ofertando a técnica para os clientes – o que vem comprovar aceitação e adesão da mesma para projetos da cidade de Varginha-MG; ou, pelo menos, uma mudança de paradigma, desmistificando projetos extremamente convencionais e processos tradicionais de construção, inovando este cenário e corroborando com a almejada sustentabilidade e concordância com os ODS da Agenda 2030.

Esta constatação converge com Cordeiro Júnior, Silva e Soares (2017, p.91), ao afirmarem que “a utilização da madeira na construção civil tem se mostrado, ao contrário do que se imagina, uma opção confiável frente às diversas demandas de uma edificação”. De acordo com todo o movimento e a demanda observada na empresa em relato, é inegável a necessidade do uso racional da madeira na construção civil. Sempre que possível o emprego desta técnica vem sendo priorizada o cumprimento dos ODS.

4.3 Os benefícios e vantagens (para os engenheiros e para as obras) do uso da madeira laminada colada na construção civil

Dentre as vantagens e os benefícios observados junto à empresa em relato, acerca da utilização da MLC à Construção Civil de Varginha/MG, e também para as obras de modo geral, a madeira se destaca em diversos pontos, começando por suas características físicas, que proporcionam suavidade a construção e por ser um produto renovável e natural, utilizando com isso um baixo consumo energético. A literatura relacionada é convergente:

[...] a madeira ainda é utilizada de forma secundária na construção, porém sua utilização tem se mostrado eficiente quando utilizada como material principal na obra, e todos os benefícios agregados estão alinhados com a necessidade sustentável que hoje é fundamental para nosso planeta (CORDEIRO JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017, p. 91).

De modo prático, observou-se a partir das análises, que com os projetos da empresa com lâminas de menor dimensão é possível obter maior precisão na classificação de defeitos (como nós e medulas), trazendo maior confiabilidade em comparação à madeira maciça. Outra vantagem é que o peso próprio da MLC é relativamente baixo, se comparado ao aço e ao concreto, o que gera economia na execução das fundações, ainda garantindo excelente resistência. Além disso, possui capacidade para vencer grandes vãos, e sua própria liberdade de formas, variedade de soluções construtivas e alcance de grandes dimensões se apresentam como vantagens em relação à madeira maciça, que é limitada pelo comprimento da árvore de onde foi retirada a tora.

A empresa em relato compreende que, dentro da Construção Civil, não pode ser desconsiderada a importância e influência dos avanços tecnológicos para o âmbito arquitetônico e estrutural, inclusive em todas as etapas da construção e, ainda, a unificação ou conciliação entre as diversas especialidades da engenharia. Portanto, a empresa em relato compreende que os avanços tecnológicos são promotores de obras realizadas com qualidade, entregues em prazos reduzidos, com redução de custos e melhoria na agilidade das construções. Sua utilização permite uma obra mais limpa e com baixíssimo desperdício de material.

Outra vantagem destacada pela empresa é a questão da segurança, pois a MLC possui a melhor proporção entre peso e resistência que seus concorrentes diretos (aço e concreto armado), e quando existe um incêndio ela não perde sua função estrutural, resistindo por um tempo maior e previsível, permitindo a fuga do local. Além disso, sua durabilidade também é

comprovada, tendo ainda conforto térmico e acústico que a madeira proporciona, chegando a absorver menos calor que os tijolos e requerendo com isso um menor isolamento.

A literatura é consensual ao afirmar que todo projeto idealizado a partir da MLC proporciona aos engenheiros calculistas a oportunidade de criação e fabricação de materiais mais adequados à estrutura desejada. As peças passam a ser produzidas assumindo características únicas, com resistência adequada, elevando a engenharia a um outro patamar, individualizando o projeto e trabalhando de forma arrojada, com estilo e harmonicamente com o ambiente (FRANÇA; BOGO, 2019; FREITAS; MAZZARDO, 2021).

Por fim, mesmo não sendo o objetivo deste relato, a observação e a análise documental permitiram a desmistificação de que o custo com o emprego da madeira (colada) é maior se comparado aos demais materiais convencionais da Construção Civil. Observou-se que, junto à questão sustentável, tem-se o benefício econômico para as obras da empresa em estudo. Utilizou-se, como exemplo, uma projeção de um painel de CLT artesanal, comparando-se à alvenaria de vedação e a alvenaria estrutural para um projeto. Por isso, trouxemos aqui a título de agregar o estudo, mas já sem a pretensão e justificativa de explorar uma análise de viabilidade ou comparativos, haja vista fugir da proposta dos resultados pretendidos.

Portanto, observou-se em um dos projetos, dados técnicos para compor o preço. A empresa observada projetou um painel com 100 x 300cm, a partir de 3 camadas coladas de lâminas *pinus tueda*. Cada tábuas assumiu a dimensão de 2 X 20 x 300 cm. Utilizou-se de 15 tábuas. Para realização do preço da hora trabalhada, a empresa cronometrou as etapas para compreensão do custo global.

Contudo, registra-se que para os valores trazidos para as Tabelas 1, 2 e 3 (aqui nesta intenção de agregar informações) utilizaram-se valores aproximados para a elucidação, a pedido da empresa em relato, considerando a necessidade de preservação de seus números oficiais perante o mercado e a sua concorrência – esta solicitação foi acatada, considerando a necessidade de esboçar somente um comparativo, contribuindo com a comprovação do todo relatado.

Na Tabela 1 pode-se observar como se compõe, a partir de cada m², a produção de um painel CLT, artesanalmente, quando empregada a mão de obra no local de construção. Observa-se que, no projeto analisado, o custo total da produção de cada 1 m² é de R\$ 73,76. Registra-se que, se empregada a produção em pátios fabris, a tendência ainda é redução deste custo.

Tabela 1 – Preço (m²) do CLT

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Madeira de pinus laminada (peça 2X 20cm)	m ³	0,060	152,00	9,12
Cola	Kg	0,400	30,00	12,00
Plaina	h	0,250	8,89	2,22
Destopadeira	h	1,500	10,00	15,00
Colagem para prensa	h	0,139	8,00	1,11
Prensagem	h	8,000	0,42	3,36
Total de Materiais e Equipamentos				42,81
Mão de obra classificação	h	0,111	18,75	2,08
Mão de obra carpinteiro	h	0,111	18,75	2,08
Mão de obra ajudantes	h	0,222	9,38	2,08
Total de Mão de Obra				6,24
Leis Sociais	123%			7,68
Benefícios e despesas indiretas	30%			17,02
Custo Global				73,76

Fonte: Autor (2023)

Para comparar o custo do painel de CLT em detrimento à vedação de alvenaria, na tabela 2 foram trazidos valores considerando o material de tijolo de cerâmica para comparativo e uso, sendo fácil compreender que o custo está em cerca de 37% a mais, se comparados com os valores trazidos pela Tabela 1. Este aumento justifica-se pois, a construção de edificações, junto aos elementos de vedação, são demandados os elementos estruturais, onerando no custo total da construção – considerando que o painel de CLT já se ocupa da estrutura e vedação concomitantemente.

Tabela 2 – Preço (m²) de alvenaria de vedação

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Bloco cerâmico furado de vedação (9x19x19 cm ³)	unid	25,700	0,60	15,42
Cimento Portland (Resistência 32 MPa)	Kg	1,350	0,50	0,67
Argamassa de cal hidratada e areai sem peneirar tração 1:4	m ³	0,012	478,00	5,91
Total de Materiais e Equipamentos				22,01
Mão de obra pedreiro	h	1,000	20,00	20,00
Mão de obra servente	h	1,027	10,00	10,27
Total de Mão de Obra				30,27
Leis Sociais	123%			37,23
Benefícios e despesas indiretas	30%			26,85

Custo Global				116,36
---------------------	--	--	--	---------------

Fonte: Autor (2023)

E quando comparado o custo de alvenaria estrutural com o painel CLT, conforme dados da Tabela 3, constata-se um aumento de 18,5 %.

Tabela 3 – Preço (m²) de alvenaria estrutural

Insumos	Unidade	Coefficiente	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Areia lavada tipo média	m ³	0,016	77,00	1,25
Cal hidratada CH III	kg	0,817	0,50	0,40
Cimento Portland (resistência 32 Mpa)	kg	6,512	0,50	3,25
Bloco de concreto estrutural - bloco inteiro	unid	12,900	1,50	19,35
Total de Materiais e Equipamentos				24,27
Mão de obra pedreiro	h	0,800	20	16,00
Mão de obra servente	h	340,9	10	9,34
Total de Mão de Obra				25,34
Leis Sociais	125%			31,16
Benefícios e despesas indiretas	30%			32,31
Custo Global				90,4757

Fonte: Autor (2023)

A partir do do comparativo entre as tabelas apresentadas – servindo estas como informações que agregaram nos resultados, não sendo a comparação da viabilidade econômica objetivo deste artigo e, portanto, vem ser livre de maiores interpretações, inclusive comparar com valores totais da obra (até mesmo, porque nenhuma obra foi estudada) – percebe-se que o uso da MLC apresenta custo mais baixo e agregando-se ao benefício da sustentabilidade, quando comparado com demais formas convencionais ofertadas pela Construção Civil, configurando-se como excelente alternativa, não somente para Varginha/MG, mas para demais localidades e a nível nacional, considerando a variedade de madeira disponível no país.

5 CONCLUSÃO

O fortalecimento da visão de um planeta sustentável destaca a atual demanda por alternativas estruturais que atendam aos requisitos do projeto e promovam a sustentabilidade. A exploração de novas técnicas e tecnologias emerge como uma potencial solução para alcançar o tão almejado desenvolvimento sustentável pela sociedade contemporânea.

Neste contexto, a utilização de madeira laminada colada surge como uma alternativa viável para atender às necessidades contemporâneas, haja vista: demandar menor consumo de energia para sua produção; possibilitar a utilização de madeira de reflorestamento com a consequente preservação das matas nativas; disponibilizar seções especiais e peças de grandes dimensões de acordo com as necessidades da estrutura.

Portanto, neste trabalho de conclusão de curso, procurou-se apresentar a atual situação da madeira laminada colada, reconhecendo-a como um material de excelência, com muito potencial para ser aplicado no Brasil e empregado pela Engenharia Civil em seus projetos. É um material com muitas vantagens perante outros mais convencionais construção civil, devido à alta capacidade de resistência e variabilidade de aplicações e formas. Também possui grande apelo para a sustentabilidade, sendo um material renovável na natureza, e sua fabricação não gera grandes quantidades de gases ou resíduos poluentes.

Frente ao todo abordado, pode-se afirmar que o objetivo de relatar, a partir das experiências de uma grande empresa de Engenharia Civil de Varginha/MG, a aceitabilidade e adoção da técnica da madeira laminada colada foi cumprido, concluindo-se que suas ações são sustentáveis em prol da inovação para construções com infraestruturas resilientes e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 9); da promoção de comunidades/cidades seguros e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 11) e; da garantia de consumo e produção responsáveis e sustentáveis (em cumprimento ao ODS 12).

Registra-se que não foram encontradas limitações nem para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica-literária, servindo para embasamento e fundamentação do conteúdo organizado, nem tampouco para o desenvolvimento do caso relatado, haja vista a permissividade e fácil acesso ao objeto de estudo e colaboração para que suas informações fossem vinculadas como dados coletados para análises descritivas neste trabalho de conclusão de curso.

Em relação às contribuições deste estudo, este servir-se-á de fonte e pesquisa e consultas para profissionais e estudantes da Engenharia Civil, extensivo aos profissionais da Arquitetura, pois traz em um só documento dados e informações embasadas bibliográfica-literárias atualizadas acerca do uso de madeira laminada colada na Construção Civil, principalmente quando pretendo à colaboração e cumprimento dos ODS da Agenda 2030.

Enquanto sugestão de estudos futuros, acredita-se que esta mesma pesquisa possa ser aplicada em demais cidades do Sul de Minas, para verificar como é a aceitabilidade e uso da madeira laminada colada por parte da Engenharia Civil.

USE OF GLUED LAMINATED WOOD IN CIVIL CONSTRUCTION: case report on acceptability and adoption in projects in the city of Varginha/MG

ABSTRACT

Although Brazil has ample forest availability to produce and disseminate the glued laminated wood technique (a sustainable alternative), in general, its application is resisted to the detriment of other traditional materials. This situation challenges not only engineers and environmental managers, but also other areas, such as Civil Engineering, aiming to promote the conservation of ecosystems and environmental services in a satisfactory manner. The objective was to report, based on the experiences of a large Civil Engineering company in Varginha/MG, the acceptability and adoption of the laminated wood technique in its projects, to verify its sustainable actions in favor of fulfilling the Sustainable Development Goals. (ODS) of the 2030 Agenda. Participant observation, document analysis and field diary records had carried out to create a case report. It was found that the resistance in the Civil Engineering market is still great, believed to be due to lack of knowledge of the technique or lack of preparation and qualifications. And that engineers who are well prepared are more aware of the benefits that the technique brings to the project and the work (economy) and to the environment (sustainability), according to the company under study. It was concluded that Civil Engineering in Varginha/MG has been accepting and adopting the glued laminated wood technique, and that it has been fulfilling its sustainable actions in favor of innovation for: constructions with resilient and sustainable infrastructures (ODS 9); promotion of safe and sustainable communities/cities (ODS 11) and; ensuring responsible and sustainable consumption and production (ODS 12).

Keywords: Civil Engineering. Glued Laminated Wood. Sustainability.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. T. D. Alternativas sustentáveis de uso da madeira na construção civil. **Especialize**, Manaus, v.12, n.3, p. 1-15, mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BERTOLINE, C. A. A. **Estudo teórico de vigas de madeira laminada colada reforçadas por fibras sintéticas**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

CORDEIRO JÚNIOR, C. R.; SILVA, W. C. R.; SOARES, P. T. M. L. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, v. 2, n. 4, 2017.

FANTINATTI, P. A. P.; FERRÃO A.; ZUFFO, A. **Indicadores de sustentabilidade em engenharia**: como desenvolver. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FRANÇA, M. E.; BOGO, A. J. Avaliação de conforto ambiental comparativa em edificações construídas em madeira laminada colada cruzada (Painéis CLT) e em sistemas construtivos tradicionais. **Labor e Engenho**, v.13, n.1, p.1-17, 2019.

FREITAS, G.; MAZZARDO, S. C. Uso de madeira laminada colada (MLC) em atividades de construção civil: histórico e potencialidades. **Anais...II Circuito Regional de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento SIEPE**, out. 2021.

GERHARDT, T.; SILVEIRA, D. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

LIRA, E, J. S. Construção Civil durante a pandemia Covid-19. **e-Acadêmica**, v. 3, n.1, 2022.

MÔNICO, L.; ALFERES, V.; PARREIRA, P.; CASTRO, P. A. L. A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. **Revista Atas**, v.3, n.1, jul. 2017.

PAULI, B. A.; AZAMBUJA, M. A; OLIVEIRA NETO, L. Madeira lamelada colada: Potencial em edificação, da graduação à industrialização. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v.9, n.24, 2021.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

RIBEIRO, W. C. **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Editora Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013.

SEGUNDINHO, P. G. A.; GONÇALVES, F. G.; GAVA, G. C.; TINTI, V. P.; ALVES, S. D.; REGAZZI, A. J. Eficiência da colagem de madeira tratada de Eucalyptus cloeziana F. Muell para produção de madeira laminada colada (MLC). **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 22, n.2, p.23-38; 2017.

TEREZO, R. F. et al. Comparação do custo de produção de painel CLT produzido artesanalmente com outros materiais de construção convencionais. **Braz. J. of Develop., Curitiba**, v. 6, n. 9, p. 1-7, 2020.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015.