

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

ANDRESSA PEREIRA FORMIGA

**ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DA MADEIRA LAMINADA COLADA EM
COMPARAÇÃO AO CONCRETO: UMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL PARA
FUTURAS CONSTRUÇÕES RACIONALIZADAS**

Cajazeiras-PB
2025

ANDRESSA PEREIRA FORMIGA

**ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DA MADEIRA LAMINADA COLADA EM
COMPARAÇÃO AO CONCRETO: UMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL PARA
FUTURAS CONSTRUÇÕES RACIONALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Emmanoel Marques da Silva e Coorientação do Prof. Me. Diego Claudino de Sousa Diniz.

Cajazeiras-PB
2025

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

F725a Formiga, Andressa Pereira.

Análise bibliográfica da madeira laminada colada em comparação ao concreto : uma perspectiva sustentável para futuras construções racionalizadas / Andressa Pereira Formiga. – Cajazeiras, 2025.
20f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2025.

Orientador: Prof. Me. Diego Claudino de Sousa Diniz.

1. Construção civil. 2. Madeira laminada colada. 3. Concreto. 4. Sustentabilidade. I. Instituto Federal da Paraíba. II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 624:502(043.2)

ANDRESSA PEREIRA FORMIGA

**ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DA MADEIRA LAMINADA COLADA EM
COMPARAÇÃO AO CONCRETO: UMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL PARA
FUTURAS CONSTRUÇÕES RACIONALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso, sob forma de artigo, submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 11 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **EMMANOEL MARQUES DA SILVA**
Data: 21/03/2025 14:39:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Emmanoel Marques da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO CLAUDINO DE SOUSA DINIZ**
Data: 21/03/2025 14:54:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Diego Claudino de Sousa Diniz – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Coorientador

Documento assinado digitalmente
 **BISMAK OLIVEIRA DE QUEIROZ**
Data: 21/03/2025 15:11:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bismak Oliveira de Queiroz – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Artigo apresentado à coordenação do curso como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA DA MADEIRA LAMINADA COLADA EM COMPARAÇÃO AO CONCRETO: UMA PERSPECTIVA SUSTENTÁVEL PARA FUTURAS CONSTRUÇÕES RACIONALIZADAS

ANDRESSA PEREIRA FORMIGA
andressa.formiga@academico.ifpb.edu.br
DIEGO CLAUDINO DE SOUSA DINIZ
diego.diniz@ifpb.edu.br
EMMANOEL MARQUES DA SILVA
emmanoel.silva@ifpb.edu.br

RESUMO

O setor da construção civil gera diversos impactos negativos ao meio ambiente, especialmente pela emissão de gases de efeito estufa. Um dos maiores responsáveis por esses impactos é o concreto. Por esse motivo, surge a necessidade de implementar materiais alternativos com menor impacto ambiental, como, por exemplo, a Madeira Laminada Colada (MLC). O objetivo deste estudo é analisar uso da Madeira Laminada Colada como material sustentável na construção civil e seus benefícios à vista de outros materiais que não são sustentáveis, como o concreto. Para atender esse objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica com o intuito de destacar a relevância e a contribuição da MLC para a promoção da sustentabilidade no setor da construção civil. O trabalho demonstrou que a MLC é uma alternativa sustentável e eficaz à utilização do concreto, oferecendo uma solução que pode reduzir de forma significativa os danos ambientais.

Palavras-Chave: Madeira Laminada Colada (MLC); concreto; sustentabilidade; construção civil.

ABSTRACT

The construction industry generates various negative impacts on the environment, especially through the emission of greenhouse gases. One of the main contributors to these impacts is concrete. For this reason, there is a need to implement alternative materials with a lower environmental impact, such as Glued Laminated Timber (GLT). The aim of this study is to analyze the use of Glued Laminated Timber as a sustainable material in civil construction and its benefits in comparison to other unsustainable materials, such as concrete. To achieve this goal, a literature review was conducted to highlight the relevance and contribution of GLT to promoting sustainability in the construction sector. The study demonstrated that GLT is a sustainable and effective alternative to the use of concrete, offering a solution that can significantly reduce environmental damage.

Keywords: Glued Laminated Timber (GLT); concrete; sustainability; civil construction.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil requer a utilização de numerosos materiais para a execução de projetos e para a manutenção da vida útil de edifícios e afins, como é o caso do cimento Portland, do aço, da areia, entre outros. Por consequência, esse setor causa impactos de forma direta e indireta ao meio ambiente. Esses efeitos negativos são causados por meio da emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, pela extração de matérias-primas da natureza, bem como do desperdício de materiais (Silva; Poznyakov, 2020).

Em vista disso, o cimento, o material essencial para a produção do concreto, e consequentemente para as casas de alvenaria e para a edificação de prédios, o qual se enquadra como um importante contribuinte para as mudanças climáticas. Sendo a queima de substâncias no seu processo de criação uma enorme fonte de emissão CO₂ (Lehne; Preston, 2018). Por ano, 4 milhões de toneladas de cimento são geradas, liberando cerca de 8% do total das emissões de CO₂ no mundo (Lehne; Preston, 2018). Além disso, ele é um grande consumidor de recursos não renováveis, como água e energia (Ferrari *et al.*, 2009).

Isto posto, deve-se buscar alternativas e métodos sustentáveis constantemente e em todos os setores da sociedade, para, então, garantir uma vida factível e agradável às futuras gerações. Nesse contexto, o Guia de Sustentabilidade na Construção (2018), define a sustentabilidade como uma situação desejável que permita que o ser humano e a sociedade possam continuar existindo, sendo esta a finalidade principal do processo de desenvolvimento sustentável (Camargos; John, 2018).

É nessa conjuntura que o uso da madeira se destaca na área da engenharia civil, tanto por oferecer alta resistência mecânica, enquanto sequestra carbono do meio ambiente, quanto por ser um material renovável, demandando pouca energia na sua produção e possuindo um bom isolamento térmico (Ferrari *et al.*, 2009). A madeira também é um material bem-conceituado por ser facilmente encontrada na natureza, sendo utilizada pela humanidade desde as suas primeiras civilizações, com os objetivos de, por exemplo, auxiliar no preparo da alimentação, na segurança, no aquecimento, e na construção de habitações (Lourenço; Branco, 2022).

Além da madeira possuir inúmeras vantagens técnicas, econômicas e estéticas, ela também é importante diante da perspectiva do meio ambiente e da sustentabilidade, uma vez que é um produto que pode trazer inúmeros benefícios tanto para o consumidor quanto para a saúde do planeta (Góes; Guimarães; Carrasco, 2022).

Dentre os produtos provenientes da madeira, a Madeira Laminada Colada (MLC) tem sido considerada uma significativa conquista no mercado da construção civil, pois permite a criação de vãos maiores, de formas e de recursos estéticos que antes eram considerados impossíveis de serem realizados com madeira maciça (Nogueira, 2017).

Um ambiente focado em sustentabilidade exige o aperfeiçoamento da relação entre as consequências ambientais e econômicas na criação de projetos de engenharia. Com isso, a seleção de materiais mais adequados pode contribuir para o desenvolvimento de obras mais sustentáveis (Góes; Guimarães; Carrasco, 2022).

Nogueira (2017) afirmou que a MLC possui uma alta resistência mecânica mesmo tendo um peso próprio baixo, bem como estabilidade em suas dimensões e “a possibilidade de produção de peças estruturais capazes de vencer grandes vãos com seções reduzidas” (p.13). Por fim, outro atributo importante desse material é sua plasticidade que aceita diferentes contornos por meio de curvaturas e torções.

A MLC é composta de placas de madeira planas que são coladas com adesivos estruturais, ordenadas, paralelamente, umas às outras. Também pode ser usada como viga estrutural, coluna, elemento de treliça ou paredes estruturais (Building and Construction Authority, 2018). Dessa forma, o estudo da madeira como material alternativo para construção torna-se oportuno e relevante para os dias atuais, visando a conscientização ambiental, como uma opção sustentável para a construção civil. Apesar de haver vários estudos sobre o uso de materiais sustentáveis na construção civil, ainda são poucos os que comparam o impacto ambiental do concreto com o da Madeira Laminada Colada.

Diante do exposto, a pesquisa em questão tem como centralidade o estudo do uso da Madeira Laminada Colada como material sustentável na construção civil e seus benefícios à vista de outros materiais que não são sustentáveis, como o concreto, e que acarretam inúmeros problemas ambientais. Os objetivos específicos da pesquisa são: realizar uma análise bibliográfica sobre a esta temática, construindo um quadro teórico-conceitual da pesquisa; avaliar o desempenho da MLC na construção civil e sua utilização; comparar os impactos ambientais da utilização da MLC em relação ao concreto; e criar um quadro de benefícios do uso da Madeira Laminada Colada para construção civil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

O setor da construção civil produz benefícios tanto de caráter econômico quanto social e, como consequência disso, contribui para o progresso do país. Com o fornecimento de construções de pequeno e grande porte, esse ramo movimentado, direta ou indiretamente, o comércio de materiais, a locação, a venda de propriedades e a contratação de mão de obra (Laruccia, 2014). Além disso, essa indústria mantém um contato constante e é dependente de diversas outras áreas ao longo da execução e da vida útil de projetos, destacando-se a mineração, a siderurgia, a geotecnia, a madeira, entre outras. (Silva; Poznyakov, 2020).

Apesar de a construção civil ser tão benéfica e necessária para a qualidade de vida da população e para o desenvolvimento dos países, Roth e Garcias (2009) explicam que essa indústria gera diversos impactos negativos ao meio ambiente. Esses impactos começam com a extração da matéria-prima, passam pela produção dos materiais utilizados na criação das edificações e vão até o descarte dos resíduos sólidos. Como consequência, ocorre a degradação de diversas áreas, afetando tanto o ecossistema quanto a saúde humana, essa degradação gerada tem início com a remoção da matéria-prima. Roth e Garcias (2009) dizem que a extração:

... pode resultar na extinção e escassez de fontes e jazidas, alterações na flora e fauna do entorno destes locais de exploração, reconfiguração das superfícies topográficas, aceleração do processo erosivo, modificações de cursos d'água, interceptação do lençol freático, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos e propagação de vibrações no solo (Roth; Garcias, 2009, p. 120).

Essas deteriorações são resultado do fato de que os processos de extração, produção, reciclagem e descarte dos resíduos ainda apresentam atraso na racionalização e nos procedimentos, quando comparados com outras indústrias (Roth; Garcias, 2009).

Dentre os resíduos sólidos descartados irregularmente em lixões, próximos a rios e córregos, estão: embalagens de plástico e papel, restos de vegetação, terra, bitucas de cigarro, madeira, ferragens, tijolos quebrados, entre outros, formando um conjunto diversificado de materiais difíceis de separar. Esse descarte inadequado pode gerar problemas tanto para a saúde da população quanto para o meio ambiente (Roth; Garcias, 2009).

A construção civil é reconhecida como um dos setores que mais poluem o meio ambiente no mundo. Em 2022, as emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, decorrentes das construções e operações de edifícios, foram responsáveis por 37,2% do total de emissões globais, o que resultou em cerca de 10 gigatoneladas (Gt) de CO₂. Já na fabricação de alumínio, cimento e aço, a emissão foi de 2,5 GtCO₂, enquanto na produção de tijolos e vidro, foi de 1,2 GtCO₂ (UNEP, 2024). Esses números evidenciam a grande contribuição da construção civil para o agravamento das mudanças climáticas, destacando a necessidade urgente de práticas mais sustentáveis no setor.

2.2 O CONCRETO

O concreto produzido a partir do cimento Portland é considerado o material estrutural mais importante na construção civil da atualidade. Sua descoberta ocorreu no final do século XIX, portanto, é um dos instrumentos mais recentemente criados para ser utilizado na construção estrutural. Além disso, ele foi intensamente empregado no século XX e, atualmente, é o material mais utilizado pela humanidade, depois da água, sendo considerado revolucionário na construção civil (Helene; Andrade, 2007).

O cimento tem como matéria-prima a argila e o calcário. O processo de produção começa nas minas de calcário com o desmonte da rocha ocorrendo com o uso de explosivos. Em seguida, o calcário é levado para a britagem, seguido da dosagem, formando uma substância que contém 10% de argila e 90% de calcário (Laruccia, 2014).

Logo depois, a substância é encaminhada para a moagem, passando pelos silos de farinha, e depois para os fornos, que operam com óleo combustível e atingem temperaturas de até 1450°C para gerar o clínquer. Esse clínquer é então misturado com gesso e outros aditivos para a produção do cimento. O processo de mineração, que no caso do cimento envolve a extração do calcário, pode causar a degradação ambiental da área explorada, incluindo a retirada da vegetação, a perda de espécies animais, a poluição da água e do ar, além da contaminação do lençol freático (Laruccia, 2014).

O lançamento na atmosfera de gases como NO_x, SO₂, VOC e CO₂, a difusão de vibrações, odores, geração de resíduos e ruídos, o consumo de energia e as emissões de poeiras fugitivas e partículas

das chaminés são alguns dos impactos ao meio ambiente causados a partir da fabricação do cimento (Karstensen, 2006).

Por outro lado, no concreto, é possível utilizar resíduos provenientes de rejeito de britagem ou de demolição como agregado graúdo, o que reduz a necessidade de britagem de novas rochas. Materiais como pó-de-pedra, borracha de pneu ou areia de politereftalato de etileno (PET) são considerados viáveis para a criação de certos tipos de concreto, contribuindo para a diminuição da retirada de areia das dunas e rios. De acordo com Santos (2013):

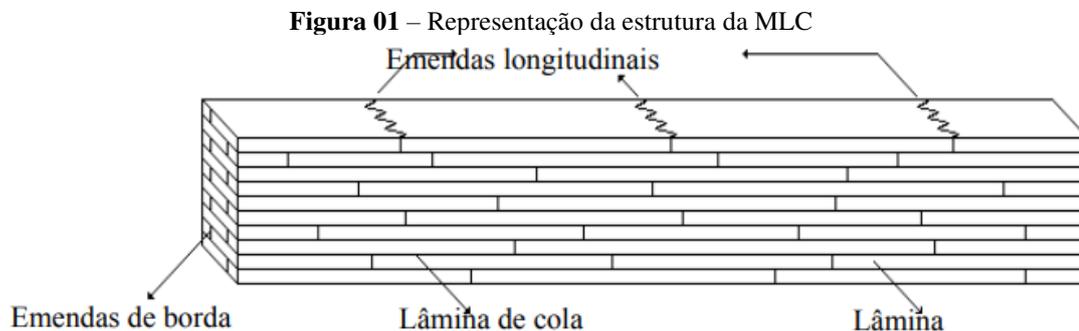
materiais como cinza de casca de arroz, metacaulim e sílica ativa, são adições minerais que desenvolvem características desejáveis de resistência e durabilidade quando utilizados em mistura com cimento Portland e, sob certas condições, podem perfeitamente substituir altos teores de cimento nas misturas, conferido a elas, além dos benefícios conhecidos que a redução de cimento traz, aumento significativo de durabilidade (Santos, 2013).

O aço também é de grande importância na construção civil, muitas vezes trabalhando em conjunto com o concreto, dando origem às estruturas de concreto armado. Pela abordagem de Nidheesh e Kumar (2019, *apud* Alievi, 2022), o consumo de energia e as emissões de gases são as maiores preocupações na produção desse material. O lançamento de CO₂ da indústria siderúrgica chega a 997 kg por tonelada de aço, sendo o causador de 4 a 5% das emissões globais de dióxido de carbono. Desses lançamentos, 60% ocorrem, especialmente, na fase de fabricação do aço.

2.3 A MADEIRA LAMINADA COLADA - UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

A MLC é composta por lâminas de madeira, que podem apresentar formatos curvos ou retos e dimensões menores que as da peça finalizada. Essas lâminas são dispostas com as fibras alinhadas paralelamente ao eixo da peça e, em seguida, coladas entre si com adesivos, podendo assumir diferentes tamanhos e formas (Macêdo, 2000).

Na Figura 01, encontra-se a representação da estrutura da Madeira Laminada Colada.



Fonte: Macêdo (2000, p. 1)

Durante o processo de fabricação, a madeira passa por diversas etapas, como: secagem (no caso de uso estrutural), que é realizada com madeira crua, colocando-a na estufa até que atinja 12% de umidade; em seguida, na etapa de laminação, a madeira é cortada em lâminas, selecionadas conforme sua resistência; na análise dos defeitos, são retirados nós e bolsas de resina, entre outras imperfeições; logo após, realiza-se a emenda longitudinal, sendo a emenda dentada a mais comum, usada para aumentar o tamanho da peça; na fase de supervisão, são aplicados adesivos à base de poliuretano, que são resistentes ao fogo e apropriadas para estruturas; depois, na usinagem, a madeira recebe o acabamento e a forma final, a MLC passa por um processo de proteção contra água, apodrecimento, envelhecimento e ataque de organismos xilófagos (Conheci, 2019).

O tamanho das lâminas pode variar de 1cm ($\frac{3}{8}$ " a 5 cm (2")); as lâminas de cola são escolhidas a partir do tipo da madeira e da estrutura; as emendas longitudinais são realizadas com a pretensão de atingir comprimentos grandes o suficiente para o que é imposto no projeto; já as emendas de borda são fabricadas com o intuito de serem superiores em largura às tábuas disponíveis (Macêdo, 2000).

A MLC pode atingir tamanhos ilimitados e, além disso, permite a minimização de problemas frequentemente encontrados nas madeiras serradas, como fendas, gretas, nós, abaulamento, fibras reversas, emendas, ligações, entre outros. Ademais, as peças defeituosas são descartadas logo na fase de pré-seleção. Elas também podem passar por um processo de encurtamento com moldes e prensas, o que amplia as possibilidades de emprego dessas peças (Souza; Abrantes, 2019).

A aplicação da MLC proporciona construções com pouco desperdício de material e com maior grau de limpeza. Também, ela apresenta uma relação resistência-peso mais eficiente do que o concreto armado e o aço. Em vista disso, há outras vantagens no uso da Madeira Laminada Colada, como a capacidade de manter sua função estrutural em caso de incêndios, permitindo a retirada segura de quem estiver no local. Também oferece bom conforto térmico e absorve menos calor quando comparada aos tijolos, tornando-se uma opção mais sustentável e eficiente para diferentes tipos de construções. (Romicial, 2023).

Além disso, a utilização da MLC na construção civil fomenta o uso e o plantio de árvores ou florestas controladas, resultando na preservação daquelas que poderiam ser desmatadas (Góes; Guimarães; Carrasco, 2022). De acordo com Wegener e Zimmer (2004, *apud* Souza, 2019) a extração de madeira florestal realizada da forma correta e sustentável é um procedimento que diminui os gases do efeito estufa no meio ambiente. Nesta circunstância, isso ocorre porque florestas permanentes mantêm níveis equilibrados de CO₂, enquanto as emergentes têm a capacidade de absorver grandes quantidades de gás carbônico da atmosfera.

As árvores de eucalipto, que juntamente com as de pinus, são comumente utilizadas na produção da MLC, se estendem por aproximadamente 5,6 milhões de hectares, distribuídos da seguinte forma: “Minas Gerais com 24%; São Paulo com 17%; Mato Grosso do Sul com 15%; Bahia com 11%; Rio Grande do Sul com 6% e Paraná com 5%”. Já as florestas de pinus somam cerca de 1,6 milhão de hectares, com a seguinte distribuição: “Paraná com 42%; Santa Catarina com 34%; Rio Grande do Sul com 12%; e São Paulo com 8%” (Leite (2017, p. 4).

3 MÉTODO DA PESQUISA

De acordo com Prodanov e Freitas (2013, p. 14) entende-se como metodologia “a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade”.

Na caracterização da metodologia, tem-se na Figura 02, o diagrama metodológico.

Figura 02 – Diagrama metodológico



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Segundo Coelho (2019), a pesquisa foi de natureza básica, tendo em vista que teve uma estruturação teórica, por meio de revisão bibliográfica, com a finalidade de inserir no meio informações científicas para o desenvolvimento de futuros estudos relativos à área.

No que consistiu o objetivo da pesquisa, ela foi definida como explicativa. De acordo com Gil (2002, p. 42), foi um tipo de estudo “que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas”.

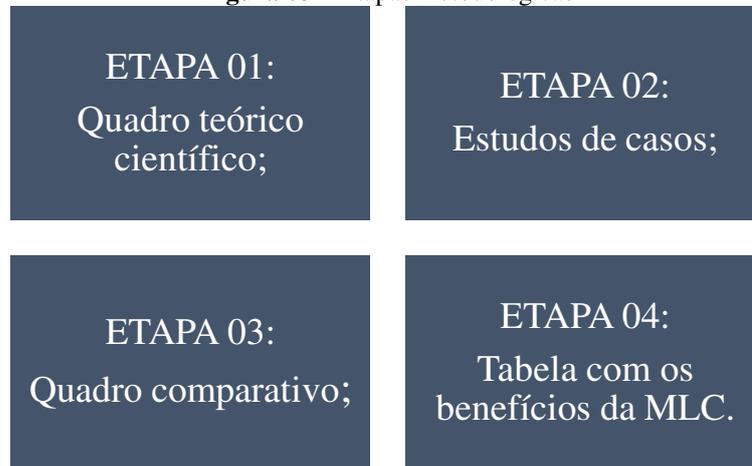
Em relação aos procedimentos, a pesquisa foi do tipo bibliográfica. As pesquisas bibliográficas são as desenvolvidas por meio de fontes bibliográficas, permitindo que o pesquisador possa fazer uma análise abrangente sobre determinado tema, pois permite o exame de informações obtidas em espaços geográficos distintos. Estas fontes bibliográficas podem ser livros, jornais, revistas e afins (Gil, 2002).

Sendo assim, este estudo foi realizado com uma abordagem de pesquisa qualitativa, pois se propôs a conceber resultados obtidos através da observância dos fatos relatados, com base na comparação e no cruzamento de dados, que, de forma geral, foram indutivos, com a intenção de serem usados para estruturar uma cadeia de pensamentos capaz de dar notoriedade e relevância ao tema (Coelho, 2019).

3.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

As etapas metodológicas seguiram o exposto na Figura 03.

Figura 03 – Etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Etapa 01: realização de pesquisas e estudos em construções que utilizam a Madeira Laminada Colada e os benefícios que essas construções trouxeram no âmbito da sustentabilidade. Compreendendo os processos envolvidos e as tecnologias alcançadas, gerando um direcionamento para a pesquisa.

Etapa 02: elaboração do quadro teórico-científico baseado no assunto central da pesquisa, que é a MLC e seu uso, explorando os principais autores sobre a temática. Como exemplos, têm-se Nogueira (2017), Lourenço e Branco (2022), e Silva e Poznyakov (2020).

Etapa 03: quadro comparativo entre o uso da Madeira Laminada Colada e o concreto, podendo assim compreender as reais vantagens da utilização deste tipo de madeira.

Etapa 04: exposição de como a MLC pode ser utilizada de forma sustentável na construção civil e todos os seus benefícios no dia a dia. Além disso, nesta etapa é proposto diretrizes de maneiras da utilização da Madeira Laminada Colada, gerando de alguma forma o incentivo a utilização deste produto.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Neste tópico do trabalho serão abordados os resultados das pesquisas feitas sobre a madeira laminada colada e sobre o concreto.

4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MADEIRA LAMINADA COLADA NAS OBRAS

A partir da revisão bibliográfica realizada é possível inferir que a Madeira Laminada Colada é uma escolha pertinente para a construção de casas e de pequenos e médios edifícios, visto que este material dispõe de atributos relativos tanto a resistência quanto a sustentabilidade. Nessa conjuntura, o emprego da MLC na construção civil possui como algumas de suas vantagens o peso próprio baixo

aliado a alta resistência mecânica, o que a torna mais eficiente que o concreto armado e o aço, possibilitando a criação de grandes vãos.

Da mesma maneira, a sua capacidade plástica permite a criação de diversas formas por intermédio de curvaturas e torções. Para mais, no caso de incêndios, este exemplar de madeira não perde sua função estrutural, pois ela conta com uma camada superficial que queima de forma rápida, porém essa queima diminui conforme se aproxima seu interior, o que causa um prolongamento da sustentação da estrutura tornando possível a fuga de quem estiver na propriedade (Pisossul, [s.d.]).

Uma das desvantagens da utilização da madeira no Brasil ocorre devido à falta de acesso a este material, pois a indústria brasileira é dominada pelo concreto e pelo aço há muitos anos, à vista disso tipos de madeira como a MLC podem chegar a preços exorbitantes por produtos de baixa qualidade e que possuem defeitos ou problemas na secagem (Leite; Santos; Valle, 2017).

Do mesmo modo, Leite, Santos e Valle (2017) encontraram outros fatores que explicam algumas das dificuldades que a MLC enfrenta para entrar na área de construção civil como, por exemplo, a indústria química do país que não possui tecnologia suficiente para a produção de adesivos com preços competitivos para o mercado, além de que o valor do aglutinante internacional é muito alto, afetando o valor do produto.

Nesse âmbito, adiciona-se também a falta de mão de obra especializada em construções de madeira, bem como a falta de política pública ou legislação para este setor em nível municipal, estadual ou federal que impulse o consumo de materiais renováveis e com baixa emissão de gases do efeito estufa. A exposição de projetos feitos com MLC é um bom ponto de partida para que a população leiga se conscientize da importância da utilização da madeira na construção civil (Leite; Santos; Valle, 2017).

4.2 QUADRO COMPARATIVO ENTRE MLC E O CONCRETO

A Madeira Laminada Colada e o concreto são excelentes opções para serem utilizadas na construção civil, todavia possuem características distintas. A MLC é um material natural e sustentável, com uma boa capacidade de absorção acústica e térmica, sendo ideal para ambientes que exigem conforto. Em contraste, o concreto é mais durável e resistente a intempéries. Contudo, sua produção gera significativas emissões de CO₂.

A elaboração do Quadro 01 foi baseada nas referências já citadas.

Quadro 01 – Madeira Laminada Colada (MLC) vs. Concreto

| <i>Critério</i> | <i>Madeira Laminada Colada (MLC)</i> | <i>Concreto</i> |
|-------------------------------------|--|--|
| <i>Resistência Mecânica</i> | Alta resistência, especialmente em flexão e tração axial. | Alta resistência à compressão, mas baixa resistência à tração. |
| <i>Densidade</i> | Baixa (aprox. 500 kg/m ³), tornando-a um material mais leve. | Alta (aprox. 2400 kg/m ³), resultando em estruturas mais pesadas. |
| <i>Sustentabilidade</i> | Material renovável, com menor pegada de carbono. | Alto impacto ambiental devido à extração de matérias-primas e emissão de CO ₂ na produção do cimento. |
| <i>Durabilidade</i> | Boa, mas exige proteção contra umidade, insetos e fungos. | Alta durabilidade, resistente à umidade e agentes químicos. |
| <i>Execução da Obra</i> | Pré-fabricada, reduzindo tempo de construção e gerando menos resíduos. | Cura lenta, exigindo mais tempo de construção e mão de obra. |
| <i>Comportamento ao Fogo</i> | Baixa resistência ao fogo, porém forma camada carbonizada que retarda a combustão. | Boa resistência ao fogo, mas pode sofrer perda de resistência estrutural em altas temperaturas. |
| <i>Isolamento Térmico</i> | Melhor desempenho térmico devido à baixa condutividade. | Baixo isolamento térmico, exigindo materiais complementares. |
| <i>Isolamento Acústico</i> | Inferior ao concreto, podendo necessitar de soluções complementares. | Bom isolamento acústico, adequado para edificações urbanas. |
| <i>Custo</i> | Pode ser mais alto inicialmente, mas reduz custos com fundação e tempo de obra. | Custo inicial mais acessível, mas pode aumentar dependendo da complexidade do projeto. |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

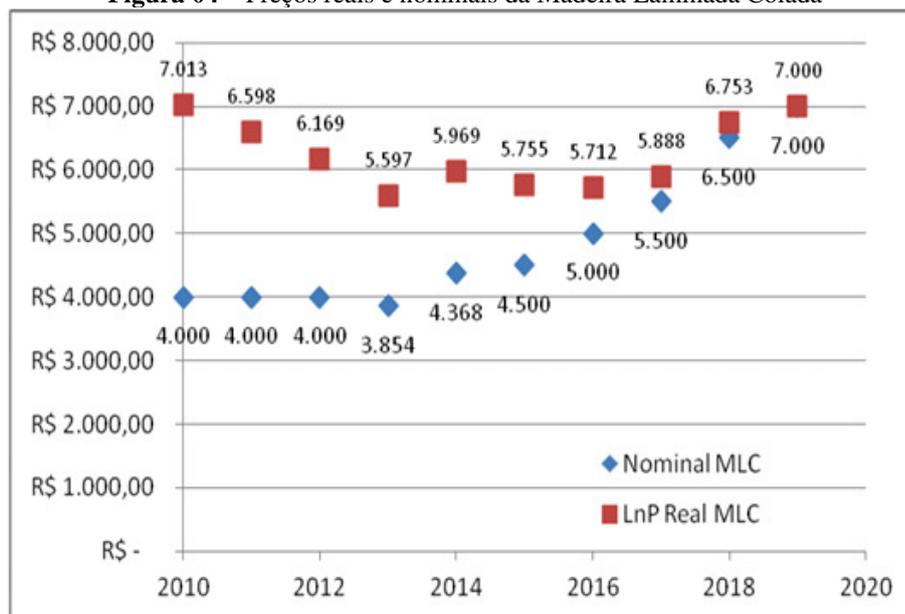
4.3 ASPECTOS FINANCEIROS DA MADEIRA LAMINADA COLADA

De acordo com Garbe (2019), os fabricantes de Madeira Laminada Colada no setor da construção civil afirmam que, em 2015, os preços variavam entre R\$ 3.854,00 e R\$ 4.368,00 para peças de tamanho padrão, que podem alcançar até 11,5 metros de comprimento e sem curvaturas. É importante destacar que, no caso de construções especiais, o valor pode dobrar em relação ao preço tradicional, já que os custos com transporte e produção são significativamente aumentados. Além disso, fatores como a complexidade da fabricação e a personalização das peças também impactam diretamente no valor final, tornando o processo mais caro.

Existe uma grande dificuldade em acessar informações precisas sobre os preços da MLC, uma vez que não existem estudos anteriores que abordem especificamente esse tema. Por isso, foram coletados diversos valores de outras revisões bibliográficas, além de dados obtidos diretamente com produtores desse material e de estudos mais recentes realizados por empresas do setor. Os dados que foram reunidos no estudo em questão passaram por um processo de compilação e, em seguida, foram feitos ajustes necessários para garantir a precisão das informações. Para a criação do gráfico que será apresentado a seguir, foi utilizado o método quantitativo de séries temporais, com o objetivo de determinar os preços deflacionados, conforme estabelecido pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (Garbe, 2019).

Na Figura 04, está a representação dos preços da MLC.

Figura 04 – Preços reais e nominais da Madeira Laminada Colada



Fonte: Garbe (2019)

De acordo com a Figura 4, pode-se constatar que os preços reais apresentam um leve crescimento para a Madeira Laminada Colada, mesmo com os preços nominais representando um aumento superior de valores (Garbe, 2019). Isso indica que, apesar da alta nominal, o impacto real nos preços é mais moderado.

No estudo desenvolvido por Leite (2017), as empresas entrevistadas relataram que as estruturas de MLC são de 10% a 15% mais custosas quando comparadas ao concreto e ao aço. No entanto, em obras de grande porte, os preços dessas estruturas podem ser inferiores aos do aço. Nesse contexto, o concreto ainda se apresenta como a alternativa com menor custo na maioria dos casos. Contudo, a estética, o conforto e a sustentabilidade são os principais diferenciais que fazem a MLC ser escolhida.

4.4 ASPECTOS AMBIENTAIS: A MADEIRA LAMINADA COLADA E CONCRETO

O aquecimento global tem como maior causa o acúmulo de gases que provocam o efeito estufa, com destaque para o dióxido de carbono, que é o mais relacionado a esse fenômeno. A liberação desses gases é resultado da produção e do consumo de energia, especialmente no processo de queima de combustíveis fósseis para a geração de eletricidade (Braga, 2018). Dessa forma, é imprescindível o uso de materiais de baixo impacto ambiental.

Seguindo com esse tópico da sustentabilidade, a MLC acarreta benefícios ao meio ambiente por meio do incentivo do plantio de árvores e florestas controladas, ou seja, na Madeira Laminada Colada a matéria-prima utilizada vem de florestas de reflorestamento, criadas especificamente para sua comercialização.

Nesse cenário, as florestas plantadas quando feitas corretamente podem gerar um impacto positivo na qualidade de vida dos brasileiros, uma vez que propiciam benefícios ambientais como, a título de exemplo, atenuação de efeitos climáticos negativos, manutenção da biodiversidade e a conservação do volume, do solo e qualidade da água. O plantio, em pequenas e médias propriedades rurais, de eucalipto (uma das espécies que geralmente é usada para a produção da MLC) pode auxiliar na diversificação da renda e da produção, além de evitar o desemprego e o êxodo rural, garantindo uma renda extra aos produtores e principalmente ajudando a reduzir o desmatamento das florestas naturais (Santarosa; Pentead Junior; Goulart, 2014).

Essas florestas de reflorestamento também contribuem para a diminuição dos gases do efeito estufa na atmosfera, pois as árvores emergentes absorvem mais CO₂ presente no ambiente do que as árvores permanentes. Como consequência, obtém-se um material sustentável que pode auxiliar a reduzir os danos causados pelo aquecimento global.

Conforme mencionado anteriormente, o concreto produzido a partir do cimento Portland é o material mais importante para a fabricação de estruturas na atualidade. Contudo, em seu processo de produção ocorre a queima de substância que resulta em uma grande quantidade de CO₂ na atmosfera, além de outros gases relevantes, como, a título de exemplo, o NO_x, SO₂ e o VOC.

Na produção do cimento, são liberados cerca de 8% do total de emissões de CO₂ no planeta, no período de um ano. Além disso, ele é um grande consumidor de água e energia, recursos considerados não renováveis. O processo de mineração do calcário, matéria-prima do cimento, pode comprometer a qualidade ambiental na área de exploração, com a retirada de vegetação, a extinção de espécies animais, a poluição da água, do ar e do lençol freático, bem como a propagação de vibrações, odores e a geração de resíduos.

4.5 ETAPAS CONSTRUTIVAS QUE A MADEIRA LAMINADA COLADA PODE SER UTILIZADA

A MLC pode ser utilizada em obras de muitas formas devido sua multifuncionalidade, podendo ser transformada tanto em vigas como em colunas. Nesse quadro, ela assume essas funções em virtude de sua alta resistência e rigidez, assim como sua capacidade de ser estruturalmente eficiente e por poder ser fabricada em diversos formatos (Abed *et al.*, 2022).

A MLC também é amplamente utilizada em pilares, coberturas, pergolados, escadas, passarelas, painéis e revestimentos diversos. Dentre suas vantagens, destaca-se a capacidade de assumir diversas tonalidades, uma vez que há uma grande variedade de espécies de madeira na natureza. As mais comuns são o eucalipto, disponível nas versões castanho-rosado claro ou bege-rosado, e o pinus. A ligação entre essas peças pode ser feita com parafusos, buchas ou chapas de aço. Essas características tornam a MLC uma opção muito flexível e adaptável para os mais variados tipos de construção (Migliani, 2019).

Em outro estudo realizado por Luz *et al.* (2020) buscou-se analisar e dimensionar longarinas de Madeira Laminada Colada, utilizando-se de um software chamado SAP 2000®, em pontes que possuem tabuleiro de concreto armado. A estrutura examinada tem 7 longarinas unidas pelas pontas e na parte central por transversinas de MLC e a parte do tabuleiro feito em concreto armado, originando-se em uma faixa de pedestre e duas de tráfego (Figura 05).

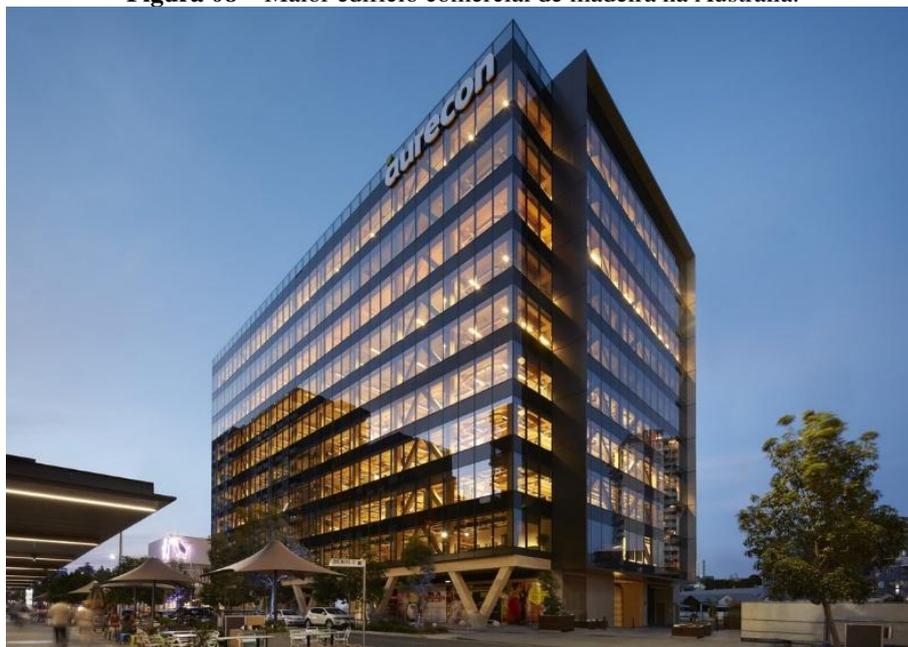
Figura 07 – Centre Pompidou Metz



Fonte: EPCC [s.d.]

Outro exemplo, é o edifício projetado pelo escritório de arquitetura Bates Smart (Figuras 08, 09 e 10) que possuindo 10 pavimentos e 45 metros de altura é o maior prédio, destinado ao comércio, da Austrália e se encontra em Brisbane. Este edifício construído com objetivo de proporcionar um ambiente de trabalho acolhedor é formado por uma superestrutura de madeira exposta revestida com um material transparente. Sua estrutura é formada em parte pela Madeira Laminada Colada e pela Madeira Laminada Cruzada, como consequência da preocupação dos projetistas com as demandas de função e sustentabilidade (Walsh, 2018).

Figura 08 – Maior edifício comercial de madeira na Austrália.



Fonte: Walsh (2018)

Para mais, o projeto foi pensado e estruturado com foco em reduzir danos causados ao meio ambiente e trouxe como resultados uma diminuição de 74% no carbono incorporado, 20% de redução

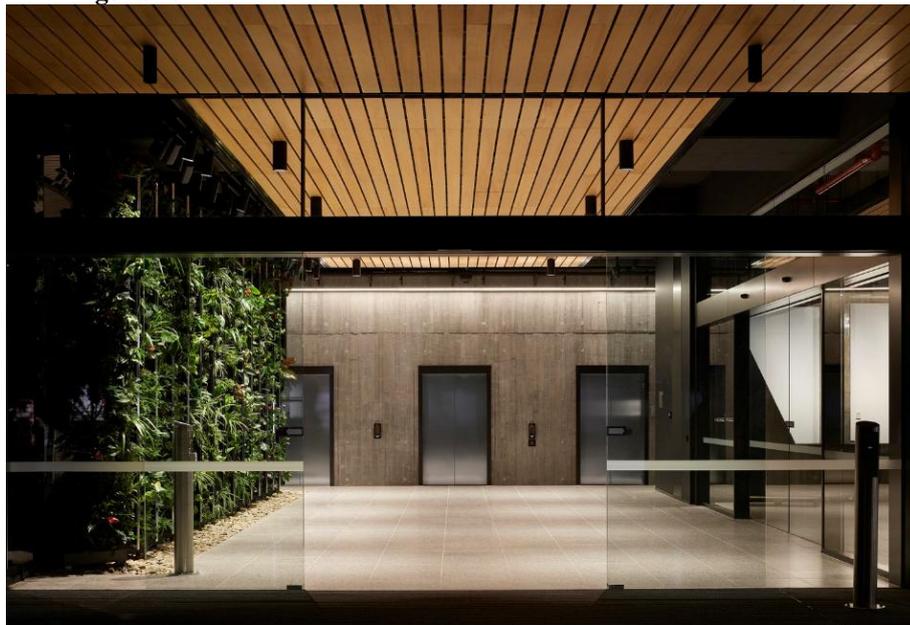
de peso se comparado ao concreto, 46% a menos de consumo energético e tempo de construção de 15 meses, tendo em vista a assistência da pré-fabricação exterior (Walsh, 2018).

Figura 09 – Maior edifício comercial de madeira na Austrália



Fonte: Walsh (2018)

Figura 10 – Interior do maior edifício comercial de madeira na Austrália



Fonte: Walsh (2018)

A MLC também é uma ótima alternativa para a produção de residências. A Bernardes Arquitetura, em conjunto com a construtora Lear Engenharia, desenvolveu um projeto denominado Casa Pipa (Figuras 11 e 12). O casal de empresários que solicitou este produto queria uma residência que pudesse ser multiplicado de forma rápida e em diversos ambientes.

Figura 11 – Casa Pipa



Fonte: Bernardes Arquitetura (2018)

A Casa Pipa foi construída com uma estrutura de Madeira Laminada Colada de eucalipto, o que permite sua adaptação a diferentes tipos de terreno e inclinações. O projeto foi desenvolvido com foco na eficiência da construção, utilizando um sistema industrializado que assegura a redução de resíduos e uma execução ágil.

Figura 12 – Casa Pipa.



Fonte: Bernardes Arquitetura (2018)

Uma outra demonstração, são as moradias infantis, projetadas para crianças e adolescentes de 13 a 18 anos, que foram construídas em Formoso do Araguaia pelos renomados arquitetos Aleph Zero e Rosenbaum em 2017. Com uma área total de 23.344 m², essa obra se destaca como um exemplo notável da utilização da madeira laminada colada, material que foi empregado em toda a estrutura do edifício. A construção é composta por duas vilas, uma masculina e uma feminina, organizadas em 45 unidades, cada uma abrigando 6 alunos. Essa divisão foi cuidadosamente planejada com o objetivo de

proporcionar um ambiente que favorecesse o bem-estar das crianças, garantindo sua individualidade e, conseqüentemente, otimizando seu desempenho acadêmico e social (Vada, 2020).

Figura 13 – Moradias Infantis: Rosenbaum® + Aleph Zero



Fonte: Vada (2020)

A escolha da madeira laminada colada para essa obra não só ressalta sua eficiência estrutural, mas também contribui para o conforto e a harmonia do ambiente, além de ser uma opção sustentável, alinhando a estética ao respeito ao meio ambiente.

Figura 14 – Moradias Infantis: Rosenbaum® + Aleph Zero



Fonte: Vada (2020)

Os exemplos apresentados acima demonstram a versatilidade da MLC em atender a diferentes tipos de edificações, desde casas com design elegante e acolhedor, que podem ser replicadas em várias partes do mundo, até a integração em estruturas de prédios de múltiplos andares incluindo construções que se destacam como verdadeiras obras de arte. Essa adaptabilidade permite que a MLC seja utilizada em projetos de diferentes escalas, proporcionando soluções arquitetônicas únicas. Além disso, sua

sustentabilidade e alto desempenho tornam-na uma escolha estratégica para edifícios que buscam eficiência energética e menor impacto ambiental. Com o avanço das tecnologias de fabricação e a crescente demanda por alternativas ecológicas, a MLC se estabelece como uma opção promissora para o futuro da construção civil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise detalhada sobre a Madeira Laminada Colada, destacando sua relevância e contribuição para a promoção da sustentabilidade no setor da construção civil. Além disso, buscou-se fazer uma comparação entre as características desse material e as do concreto, visando entender as vantagens e desvantagens de cada um no contexto da sustentabilidade. A pesquisa demonstrou que a utilização da MLC na construção de diferentes tipos de estruturas, como casas, edifícios e até pontes, se configura como uma alternativa sustentável e eficiente em relação ao uso do concreto. Este último, por sua vez, é amplamente reconhecido como um dos principais responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, os quais contribuem de maneira significativa para o aumento do aquecimento global.

Apesar de os resultados serem bastante positivos, a implementação dessa alternativa em larga escala ainda enfrenta uma série de desafios, tanto de ordem técnica quanto econômica. No Brasil, a utilização da Madeira Laminada Colada pode apresentar custos elevados, além da possibilidade de se utilizar madeira de baixa qualidade devido à dificuldade de acesso a esse material específico. Isso exige investimentos consideráveis tanto por parte do setor público quanto do setor privado, para que seja possível trazer essa solução para o país. Adicionalmente, é imprescindível promover uma maior conscientização entre a população sobre as vantagens dessa alternativa, de forma a estimular a sua adoção em projetos de construção.

A pesquisa em questão contribui para a compreensão do potencial da MLC como um material alternativo na construção civil. Ao compará-la ao concreto, foi possível evidenciar suas vantagens em termos de sustentabilidade, impacto ambiental e resistência, evidenciando um futuro mais ecológico no setor da construção. Análises posteriores podem explorar alternativas para reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade da madeira disponível para a fabricação de MLC, além de investigar formas de aprimorar os processos produtivos. Também seria relevante analisar o impacto econômico e social da adoção da MLC em comparação com o concreto, considerando as condições específicas do Brasil e de outros países em desenvolvimento. Embora desafios como custo e acesso à madeira de qualidade ainda precisem ser superados, o uso crescente de materiais sustentáveis, como a MLC, representa um passo importante rumo a práticas mais ecológicas e conscientes no setor. A conscientização da população e o apoio governamental serão essenciais para que essa alternativa se torne uma realidade no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABED, Joseph; RAYBURG, Scott; RODWELL, John; NEAVE, Melissa. A review of the performance and benefits of mass timber as an alternative to concrete and steel for improving the sustainability of structures. *Sustainability*, v. 14, n. 9, 2022. Disponível em <https://doi.org/10.3390/su14095570>. Acesso em 19 fev. 2025.

ALIEVI, Jeferson Junior. **Avaliação de impactos ambientais gerados por estruturas de concreto armado na cidade de Chapecó-SC**. 2022. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2022.

BRAGA, Núbia Karla Mendes. **Potencial de aquecimento global de paredes de concreto a partir da avaliação do ciclo de vida**. 2018. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY. **Design for manufacturing and assembly (DfMA): mass engineered timber**. Version 1.0, Guidebook, 75 p., 2018. Disponível em https://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-news-and-publications/publications/for-industry/met_guidebook_2018.pdf. Acesso em 13 ago. 2024.

CAMARGOS, Teodomiro Diniz; JOHN, Vanderley Moacyr. **Guia de sustentabilidade na construção**. Tradução. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001767944>. Acesso em: 13 ago. 2024.

COELHO, Beatriz. **Tipos de pesquisa**: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Mettzer, 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

CONHECI, Camila Hidemi. **Madeira laminada colada (MLC)**: alternativa de sistema construtivo pré-fabricado para escolas públicas. 2019. TCC (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Mackenzie, São Paulo, 2019.

ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE COOPÉRATION CULTURELLE-EPCC. Centre Pompidou-Metz.

FERRARI, Andressa; FLORES, Carina Zamberlan; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi; SILVA, Maclovia Corrêa da. Sustentabilidade no mercado da construção de casas de madeira em Curitiba e Região Metropolitana. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE–DESAFIOS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL, III. Curitiba: UTFPR, 2009. Disponível em https://www.academia.edu/35263297/SUSTENTABILIDADE_NO_MERCADO_DA_CONSTRU%C3%87%C3%83O_DE_CASAS_DE_MADEIRA_EM_CURITIBA_E_REGI%C3%83O_METROPOLITANA?uc-g-sw=57220841. Acesso em 13 ago. 2024.

GARBE, Ernesto Augusto. **Viabilidade técnico-econômica de alternativas de investimento para produção de Madeira Laminada Colada (MLC)**. 2019. 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas SA, 2002.

GÓES, Matheus Barreto de; GUIMARÃES, Adriana Braga; CARRASCO, Edgar Vladimiro Mantilla. Análise da sustentabilidade, custo efetivo e resiliência das construções em madeira laminada colada e madeira laminada cruzada. **Conjecturas**, v. 24, n. 1, p. 40-55, 2024.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**: introdução, ciência dos materiais, rochas e solos, aglomerantes minerais. 3. ed. São Paulo: Arte Interativa, 2017. 56 p.

KARSTENSEN, Kåre Helge. **Formação e emissão de POPs pela indústria de cimento**. Fundação para a Pesquisa Científica e Industrial da Noruega: World Business Council for Sustainable Development - Cement Sustainable Initiative. Edição brasileira Fundação Christiano Ottoni (FOC)/Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2006.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil. **Revista Eniac Pesquisa**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 69, 30 jun. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22567/rep.v3i1.124>. Acesso em 19 fev. 2025.

LEHNE, Johanna; PRESTON, Felix. **Making concrete change**: innovation in low-carbon cement and concrete. Chatham House report, 2018. ISBN: 978 1 78413 272 9. Disponível em <https://www.chathamhouse.org/2018/06/making-concrete-change-innovation-low-carbon-cement-and-concrete>. Acesso em 21 set. 2024

LEITE, Thaisa Marques; SANTOS, Pedro Af M; VALLE, Ivan do. O uso da madeira laminada colada no Brasil: panorama e desafios. In: CLEM CIMAD 2017, 2., 2017, Junín. **O emprego da madeira na construção**. Unoba, 2017. p. 10-11.

LOURENÇO, Paulo B.; BRANCO, Jorge M. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI**. 2012.

LUZ, Arthur Bueno; GONÇALVES, José Henrique Delabio; ROMERA, Germano Francisco Simon; HASSE, Frank Kiyoshi; SOUZA, Luiz Antônio Farani de; VANALLI, Leandro. Aplicação da madeira laminada colada (MLC) como vigas de pontes: uma análise sob o olhar do projeto de revisão da NBR 7190/1997. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 8, p. 59283–59306, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-372. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15170>. Acesso em: 11 feb. 2025.

MACÊDO, Alcebiades Negrão. **Fadiga em emendas dentadas em madeira laminada colada**. 2000. 201 f. Tese (Doutorado em Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2000.

MIGLIANI, Audrey. **O que é Madeira Laminada Colada (MLC ou Glulam)?** 2019. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam#:~:text=Em%20que%20projetos%20usar?,tratamento%20de%20prote%C3%A7%C3%A3o%20contra%20umidade.&text=Para%20projetos%20feitos%20no%20Brasil,Laminated%20Timber%20Components%20and%20Assemblies.&text=https://pt.wikipedia.org,Acesso%20em%2005%20novembro%202019> .. Acesso em: 24 fev. 2025.

NOGUEIRA, Davi. A versatilidade da madeira laminada colada. **Construindo**, v. 9, n. 1, Belo Horizonte, 2017. Disponível em <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/5462>. Acesso em 13 ago. 2024.

PISOSSUL. **Estruturas MLC**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.pisossul.com.br/produto/estruturas-mlc#:~:text=A%20MLC%20%C3%A9%20destinada%20a,aplica%C3%A7%C3%A3o%20para%20praias%2C%20por%20exemplo>. Acesso em: 14 fev. 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Editora Feevale, 2013.

ROMICIAL, Bruno Henrique Passatuto. **Uso de madeira laminada colada na construção civil: relato de caso sobre aceitabilidade e adoção em projetos na cidade de Varginha/MG**. 2023. 21 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2023.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 7, n. 13, p. 111–128, 2011. DOI: 10.21527/2237-6453.2009.13.111-128. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 10 fev. 2025.

SANTAROSA, E.; PENTEADO JUNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. **Transferência de tecnologia florestal**. Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014.

SANTOS, Sílvia. **Concreto com sustentabilidade**. 2013. Disponível em: <https://portal.crea-sc.org.br/concreto-com-sustentabilidade/>. Acesso em: 21 fev. 2025.

SILVA, Victor Augusto Azevedo Coelho; POZNYAKOV, Karolina. Controlando os impactos ambientais e sociais da construção civil através de medidas mitigadoras. **Boletim do Gerenciamento**, v. 14, n. 14, p. 30-39, 2020.

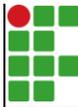
SOUZA, L.; ABRANTES, C. Emprego da madeira laminada colada (MLC) em estruturas. **Jornada**

de Iniciação Científica e Mostra de Iniciação Tecnológica - ISSN 2526-4699, Brasil, dez. 2019. Disponível em: <http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xvjornada/paper/view/1484/923>. Acesso em: 10 Fev. 2025.

UNEP. Global status report for buildings and construction. Global Alliance for Buildings and Construction (Global ABC). 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/relatorio-de-status-global-para-edificacoes-e-construcao>. Acesso em: 19 de fev. 2025.

VADA, Pedro. **Moradias Infantis / Rosenbaum® + Aleph Zero.** 2020. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/879961/moradias-infantis-rosenbaum-r-plus-aleph-zero>. Acesso em: 21 mar. 2025.

WALSH, Niall. **The tallest timber tower in Australia opens in brisbane.** 2018. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/906844/o-maior-edificio-de-madeira-na-australia-e-inaugurado-em-brisbane>. Acesso em: 12 fev. 2025.

| | |
|---|---|
|  | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA |
| | Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978 |
| | Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB) |
| | CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100 |

Documento Digitalizado Restrito

Trabalho de Conclusão de Curso

| | |
|-----------------------------|--|
| Assunto: | Trabalho de Conclusão de Curso |
| Assinado por: | Andressa Formiga |
| Tipo do Documento: | Dissertação |
| Situação: | Finalizado |
| Nível de Acesso: | Restrito |
| Hipótese Legal: | Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011) |
| Tipo da Conferência: | Cópia Simples |

Documento assinado eletronicamente por:

- Andressa Pereira Formiga, ALUNO (201722200018) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS, em 24/03/2025 15:30:11.

Este documento foi armazenado no SUAP em 24/03/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1431957

Código de Autenticação: 5b259b9685

