



ESTUDO SOBRE O USO DE MADEIRA DE REFLORESTAMENTO EM EDIFICAÇÃO COMERCIAL: UMA REVISÃO

Maria Alice Dália Paulino Cabral de Menezes¹

Ivonete Borne²

Rodrigo José Lucena de Medeiros³

Resumo:

Este artigo apresenta um levantamento bibliográfico sobre a utilização de madeira de plantio em edificações comerciais, com foco na arquitetura e designer de interiores. O estudo tem como objetivos investigar os diferentes tipos de produtos feitos a partir da madeira de plantio e analisar suas características e aplicabilidades na construção civil; realizar um levantamento comparativo entre os impactos causados pelo uso de materiais convencionais e não convencionais derivados da madeira de plantio; identificar as possibilidades de uso da madeira de plantio em projetos de arquitetura e interiores comerciais e analisar projetos comerciais com a madeira de plantio aplicada no projeto estrutural e de interiores. Através de um levantamento bibliográfico estruturado em sete passos, para facilitar o alcance dos objetivos pretendidos e com a utilização do Método de Baker, foram identificadas as vantagens ambientais, estéticas e técnicas da utilização da madeira de plantio, bem como seus potenciais aplicações em diferentes contextos comerciais. Os resultados deste estudo contribuem para o desenvolvimento de práticas sustentáveis na construção civil, promovendo o uso consciente e responsável dos recursos naturais.

Palavras-chave: Construção Civil; Sustentabilidade; Impactos Ambientais, Arquitetura e Designer de interiores.

¹ Tecnóloga em Gastronomia pela Faculdade de Paraíba (FPB). Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário de Ensino Superior da Paraíba (UNIESP). Pós-graduação em Design de Interiores pela mesma instituição. Cursando pós-graduação em Avaliações e Perícias de Engenharia pelo IPOG. Experiência em projetos de arquitetura e interiores nos setores residencial, comercial e varejista. Participa de projetos de pesquisa e extensão acadêmica na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). E-mail: alice_cabral11@hotmail.com.

² Graduada em Processos Gerenciais pela UNIASSELVI-SC (2013), em Arquitetura e Urbanismo pelo UNIESP-PB (2023) e com MBA em Arquitetura de Interiores e Lighting Design pela UDC-PR (2020). Possui expertise profissional em projetos arquitetônicos, design de interiores e lighting design para ambientes internos e externos, além de sólida experiência em gestão empresarial, conforto ambiental e ergonomia. Também atuou em projetos de pesquisa e extensão voltados para o aproveitamento do espaço, eficiência ambiental, ergonomia e acessibilidade. Atualmente, é mestrandona Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e pesquisadora voluntária na área de Planejamento Urbano e Mobilidade Sustentável, colaborando com grupos de pesquisa vinculados ao PPGECAM-UFPB. E-mail: ivonete.borne@hotmail.com.

³ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (2006). Possui especialização em Engenharia de Instalações Prediais pela UNP (Universidade Potiguar - RN). MBA Projeto, Execução e Desempenho de Estruturas e Fundações pelo IPOG - João Pessoa. Atualmente participa como aluno especial no Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis (PPGER), pela UFPB. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Instalações Prediais (Elétrica e Hidrossanitário), Estruturas, Geotecnia (Fundações) e Infraestrutura Urbana. Sua principal área de atuação é na construção civil (estruturas), instalações prediais (planejamento e projetos complementares) e saneamento. Atua como professor nos cursos de Arquitetura e Urbanismo no Instituto de Ensino Superior - UNIESP/FATEC. E-mail: rodrigo.lucena@iesp.edu.br.

STUDY OF THE USE OF PLANTATION WOOD IN COMMERCIAL BUILDING – A REVIEW

Abstract:

This paper presents a bibliographical survey on the use of plantation wood in commercial buildings, with a focus on architecture and interior design. The study aims to investigate the different types of products made from plantation wood and analyze their characteristics and applicability in civil construction; carry out a comparative survey between the damage caused by the use of conventional and unconventional materials resulting from plantation wood; identify the possibilities for using wood from plantations and architectural and commercial interior projects; and analyzes commercial projects with plantation wood applied in structural and interior design. Through a bibliographical survey, with the establishment of 7 steps to facilitate the achievement of the intended objectives and the use of the Baker Method, the environmental, aesthetic and technical advantages used in plantation wood were identified, as well as its potential applications in different commercial contexts. The results of this study contribute to the development of sustainable practices in construction, promoting the conscious and responsible use of natural resources.

Keywords: Civil Construction; Sustainability; Environmental Impacts, Architecture and Interior Design.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil tem a capacidade de moldar o estilo de vida da sociedade, estando ligada às diretrizes econômicas e sociais de todo o mundo. Este setor é responsável pela utilização em alta escala de recursos naturais e de energia, além da geração de resíduos e de poluição.

Aproximadamente 35% dos recursos naturais são associados à construção. A madeira, conforme o estudo de Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017), foi um dos primeiros materiais utilizados pelo homem, sendo empregada em construções de abrigos, como fonte de aquecimento e de luz, no preparo de alimento e na criação de armas e embarcações. Este material, foi amplamente utilizado, no Brasil, conforme os tipos de árvores e com o clima das regiões.

A procura por empreendimento mais atrelados à sustentabilidade está em crescimento, o que movimenta toda a cadeia da construção civil (Oliveira & Ruppenthal, 2020, p. 18, apud Green Building Council, 2015). Com a exploração de recursos naturais esgotáveis, surge a preocupação com o meio ambiente, pois tal exploração, segundo Fencker et al (2015, p. 232, apud Ruppenthal, Oliveira & Conto, 2017), é maior do que a capacidade natural de regeneração. A produção excessiva de Resíduos de Construção Civil (RCC), representa de 40% a 70% da massa total dos resíduos sólidos urbanos no Brasil (Pinto, 1999, p. 189, apud Oliveira et al., 2020).

Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010), tem como objetivo a redução, reutilização, não geração e o tratamento de resíduos sólidos, visando ao desenvolvimento sustentável, é preciso identificar os principais geradores de resíduos. Guarnieri (2011) afirma que, o desequilíbrio entre a quantidade descartada e reaproveitada classifica o RCC como um dos mais graves problemas ambientais da atualidade.

O Brasil é propício à intensificação e à ampliação de áreas de reflorestamento. Segundo Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017), existem diversas áreas degradadas e subutilizadas, o

que promoveria a exploração controlada das florestas, ampliando o setor florestal que tem grande representação econômica no país. Programas de incentivo fiscal do Governo, no final da década de 1960, priorizaram o cultivo de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) e pinus (*pinus spp.*).

No que tange à utilização da madeira nas construções, é de suma importância que sejam analisadas as características do material que afetam o seu desempenho. Os autores Zenid, Nahud & Miranda (2003) destacam que os itens que influenciam nesse desempenho são: a espécie da madeira, as dimensões, o teor de umidade e os defeitos naturais e de processamento. Além disso, os autores descrevem os produtos de madeira utilizados na construção da seguinte maneira: produtos com pouco ou nenhum processamento (madeira róliça); e produtos com vários graus de beneficiamento (madeira serrada, madeira beneficiada, lâminas, painéis e madeiras tratadas com produtos preservativos).

Outra classificação, dada pelo estudo de Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017), engloba o emprego da madeira na construção civil. Os autores diferenciam o uso do material entre aqueles que agem de forma secundária na execução de uma obra, como escoramentos, esquadrias, andaimes e barracões; e aqueles que são permanentes, como a aplicação da madeira em revestimentos, coberturas, mobiliários e fundações, além da possibilidade de uma construção completa de madeira.

Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017, p.84, apud Zenid, 2009), citam os principais compostos de madeira no mercado brasileiro. São eles: madeira róliça, madeira serrada, pranchas e pranchões, vigas e vigotas, tábuas, caibros, madeira beneficiada, assoalho, forro, batente, rodapé, taco, madeira em lâminas, painéis, compensado, chapas de fibra: chapa dura, chapas de fibra: MDF – densidade média, chapas de partículas: aglomerado, chapas de partícula: MDP – densidade média, chapas de partículas: OSB – painéis de partículas orientadas; madeira estrutural composta, e madeira tratada com preservativos.

Além da diversidade de emprego da madeira nas construções, Meirelles et al. (2007) afirmam que a madeira confere benefícios quanto ao conforto, à plasticidade, rapidez e durabilidade de um projeto arquitetônico. Os autores ainda frisam que a madeira confere características como cores, texturas e aromas naturais; aspectos que resultam em sensações e comportamentos aos usuários, conforme estudo de Madeira, Oldoni & Schneider (2022) sobre a Neuroarquitetura.

No contexto de conectar o projeto ao usuário, em um ambiente de uso comercial, é possível compreender que o espaço, principalmente nos quesitos de conforto e estética, influencia diretamente na experiência do cliente. A valorização da experiência vivida pelo consumidor na loja física tem colocado em evidência áreas que se relacionam com a nossa percepção sensorial. Ela se manifesta através dos cinco sentidos - audição, tato, visão, olfato e gustação (Tumelero & Baldissera, 2015).

Em consultas a bases de dados como SCIELO, CAPES e GOOGLE ACADÊMICO, foram encontrados estudos sobre o uso da madeira como elemento sustentável para a construção civil, porém foram obtidos poucos resultados que relacionam os benefícios desse uso voltado ao projeto comercial, sobretudo com análises de projetos existentes no país, o que ressalta ainda mais a importância desse estudo.

Ademais, entender sobre o emprego do processo e de materiais sustentáveis, além de conhecer projetos de renome existentes no Brasil, pode resultar em estímulos a estudos e construções com tal abordagem, sobretudo a partir de pesquisas recentes, uma vez que as novas tecnologias auxiliam nas descobertas e no aprimoramento da utilização da madeira com várias possibilidades; permitindo, então, uma maior variedade de sistemas construtivos, design,

materiais e métodos a ser explorada por arquitetos e urbanistas, engenheiros e demais profissionais da área.

A pesquisa abrange a investigação dos diferentes tipos de produtos feitos a partir da madeira de plantio, analisando suas características e aplicabilidades na construção civil. Além disso. Por fim, esse trabalho tem o potencial de proporcionar maior eficácia nos resultados no âmbito laboral no país, por meio de uma investigação qualitativa, empírica e bibliográfica. O objetivo é elaborar um levantamento bibliográfico para identificar as possibilidades de uso da madeira de plantio em projetos de arquitetura e interiores comerciais, analisando exemplos de sua aplicação em projetos estruturais e de interiores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a presente pesquisa, como método foi utilizado o levantamento bibliográfico, devido a sua capacidade de proporcionar um estudo aprofundado sobre um determinado tema. O objetivo é identificar, analisar e interpretar as principais contribuições teóricas e metodológicas existentes sobre o assunto. (Gil, 2002). Visando atingir o objetivo proposto desta pesquisa aplicou-se as seguintes etapas:

Etapa A - Primeiramente, o tema e os objetivos foram definidos, formulando a questão-problema que guiou o estudo: De que forma um projeto arquitetônico e de interiores comercial pode ser concebido utilizando a madeira como material estrutural e decorativo, a fim de minimizar danos ambientais provocados pelo uso de materiais convencionais na construção civil, além de causar sensações e experiências aos usuários?

Etapa B - No segundo momento, as bases de periódicos como o Scielo, o Portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico foram exploradas para encontrar artigos científicos e outros materiais acadêmicos com o descritor “projetos com madeira de plantio”, “uso da madeira de plantio em projetos comerciais”; “madeira como principal elemento construtivo”; “utilização da madeira de plantio no Brasil”;

Etapa C - No terceiro momento, os materiais encontrados foram selecionados, levando-se em consideração a relevância para o tema estudado, a confiabilidade da fonte, a atualidade da informação, a abrangência do conteúdo e a qualidade metodológica relacionada ao rigor e à confiança;

Etapa D - No quarto momento, foram identificadas as informações relevantes de cada material selecionado e anotadas as ideias principais, bem como as citações importantes e dados relevantes para o estudo;

Etapa E - No quinto momento, os materiais foram organizados e as referências bibliográficas foram elaboradas de acordo com a ABNT, garantindo a padronização;

Etapa F - No sexto momento, a leitura analítica dos materiais selecionados foi realizada, identificando os pontos fortes e fracos de cada estudo, a metodologia utilizada, os resultados obtidos e as conclusões apresentadas;

Etapa G - No sétimo momento, as ideias dos autores foram questionadas, construindo a própria visão crítica sobre o tema proposto neste estudo, com a elaboração de uma síntese dos resultados.

Além disso, para análise dos correlatos apresentados, utilizou-se o método de Baker, que associa os processos construtivos de um projeto arquitetônico às condições físicas e ambientais do lugar, de modo a indicar de qual forma os elementos da construção se relacionam com as condições características do local de implantação (Herbst, 2016).

Dessa forma, uma análise baseada no método de Baker identifica as complexidades e as interdependências do projeto estudado de maneira integrada. Considera-se não apenas as partes individuais do projeto, mas também o sistema como um todo e seu contexto mais amplo.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentam-se os resultados da revisão bibliográfica sobre os principais conceitos e definições acerca do uso da madeira ao longo dos anos na construção civil. Em seguida, são exibidas informações relacionadas à preservação e à sustentabilidade de madeira de plantio. Por fim, realiza-se um levantamento sobre as normas brasileiras e projeções para o futuro do setor, além de uma análise de correlatos que utilizam madeira em construções comerciais.

3.1 Breve histórico do uso da madeira na Construção Civil

Durante a Pré-História, de acordo com o estudo comparativo realizado por Fernandes (2014), após o final da Era Glacial, o homem partia em busca de alimentos e vivia em zonas de caça de temporárias, construindo abrigos com ramos de árvore e troncos, formando cúpulas que serviam como moradia e proteção. Tempos depois, com a necessidade de moradias mais duradouras, acredita-se que surgiram os primeiros abrigos de madeira, sendo construídos escavados na terra, com pilares ao centro que suportavam as coberturas feitas com troncos usados e tapas com ramos e folhas.

Há também vestígios que retratam a existência de habitações subterrâneas, onde a topografia do terreno era aproveitada, com plantas geralmente circulares e uma entrada escavada. Com o tempo, o homem observou que tal tipo de moradia apresentava alguns problemas relacionados à durabilidade, e, portanto, passou-se a construir ao nível do solo, Fernandes (2014) ainda revela que, tempos depois, tem-se a necessidade de evitar o contato da estrutura diretamente com o solo, uma vez que era comum o apodrecimento dos materiais, devido à umidade. Tem-se, então, a construção das casas sobre estacas, elevando toda a habitação do solo.

Com o surgimento das comunidades, as habitações mais comuns eram de dois pisos, com pátio, cozinha e instalações sanitárias no térreo, e os quartos no segundo pavimento. Nessas moradias, tanto a estrutura quanto o piso e a coberta eram de madeira. Na arquitetura religiosa, a madeira tem papel fundamental, servindo de molde para a construção de abóbadas e arcos. Na Rússia do Século XVII Igrejas foram erguidas sem o uso de pregos ou parafusos para estruturação, sendo somente necessária a estrutura com troncos de madeira (Lourenço & Branco, 2012).

Datando a Idade Média (século V – século XV), segundo Lourenço e Branco (2012), a madeira mais utilizada era o Castanho. Neste período, iniciou-se o processo de triangulação, unindo madeira horizontal e vertical por meio de uma diagonal ou cruzadas, formando as Cruzes de Santo André (Lourenço & Branco, 2012). A arquitetura românica, que utilizava as construções em madeira, empregou a pedra como elemento construtivo principal, dado à precariedade das construções em madeira na época (Santos, 2016).

Na arquitetura gótica, as moradias e palácios eram, a priori, construídos em madeira, passaram a ser feitos de pedra. Ao final da Idade Média, carpinteiros e suas novas habilidades permitiam a construção de edifícios mais robustos utilizando a madeira. No século XIX, com a ascensão dos Estados Unidos como grande potência, tem-se, no continente americano, a existência maioritária de construções de madeira, devido à abundância do recurso, enquanto na

Europa são utilizados sistemas mistos de alvenaria e madeira. Assim, são conhecidas mundialmente as cabanas americanas, formadas por troncos, que foram difundidas por toda a Europa (Lourenço & Branco, 2012). Com a Revolução Industrial, muitas mudanças afetam o modo de vida nas cidades, a incorporação do ferro nas criações impulsiona diversos âmbitos e usos corriqueiros, principalmente os meios de transportes. Dessa forma, a madeira como material essencial dá espaço ao ferro, que passa a ser produzido em grande escala e torna-se um elemento primordial ao desenvolvimento das cidades e da civilização (Fernandes, 2014).

Contudo, ao final do século XIX e início do século XX, surge a necessidade da construção em altura, e, então, a madeira é parcialmente substituída pelo aço e pelo betão. Com o crescimento deste tipo de construção, a indústria de madeira alastrou-se demasiadamente, desenvolvendo técnicas mais firmes, de modo a tornar a construção mais barata e eficiente. Em 1832, o desenvolvimento do sistema construtivo denominado Balloon Frame, o qual utilizava a madeira serrada em pranchas e permitia o uso de mão-de-obra não qualificada para erguer rapidamente edifícios, ajudou ao crescimento dos Estados Unidos. Neste sistema, a madeira era empregada nos pilares e nas vigas (Lourenço & Branco, 2012). Na segunda metade do século XIX, Fernandes (2014) explica que surgiram as primeiras serrações, que utilizaram a madeira Pinho Branco, disponível vastamente nas florestas e que foi muito utilizada na construção civil e naval. No entanto, essas florestas, após serem muito devastadas, desapareceram e, em 1910, a última serração foi encerrada.

Mesmo após a revolução industrial europeia, com o ferro e o concreto colocados como principais materiais na construção de casas, empreendimentos e fábricas, no Brasil, a utilização da madeira continuou em alta. A sua abundância no território fez com que o desmatamento ilegal fosse amplamente disseminado, levando à perda de grandes áreas de mata nativa que, após a extração da madeira, teve sua área revertida para empreendimentos não reconstrutivos, como pasto para gado ou monoculturas (Queiroz et al., 2023).

Ao longo do século XX, a arquitetura da madeira, nos Estados Unidos e na Europa, deu lugar à arquitetura do aço e do betão, já que surge a necessidade dos arranha-céus, com exceção de algumas localidades próximas às grandes florestas nativas abundantes em matéria-prima de madeira (Saramago, 2022). Já no século XXI, houve um renascimento da utilização da madeira, refletindo na enorme gama de soluções construtivas à base de madeira. Dito isso, destaca-se a escolha por esta matéria-prima ter um resultado com grande aptidão estética e um bom conforto térmico (Lourenço & Branco, 2012). Na região sul do país, a madeira era a principal opção para construção de moradias, sendo responsável por inúmeras habitações em meados do século XIX e início do século XX (Bogo, 2017). Assim, nota-se que a madeira, enquanto elemento estrutural e decorativo, pode ser encontrada em diferentes tipologias construtivas, de pequeno a grande porte.

A Tabela 1, apresenta o percentual de residências em madeira nos estados do RS, SC e PR, superando a média nacional de 9,10%. De acordo com Bogo (2017), os dados do Censo IBGE de 2010, apontam que o uso de madeira na construção em SC é de 26,64%, para o RS é de 21,50% e no Estado do PR o percentual é de 22,61%.

Tabela 1: Percentual de Domicílios em madeira na Região Sul.

Estados do Sul	Percentual de domicílios de Madeira
Rio Grande do Sul	29,10%
Santa Catarina	28,20%
Paraná	25,98%

Fonte: Adaptado de Bogo, (2017).

3.2 Plantio, Preservação e Sustentabilidade da Madeira de Reflorestamento

A madeira é uma das matérias primas mais utilizadas na construção civil, sua abundância de ordem mundial, fez com que esse material fosse base de muitas sociedades antigas, desde as construções arquitetônicas da China, Japão e sudeste asiático, aos nativos americanos que se abrigavam do frio em cabanas de madeira, e as sociedades da América Central e do Sul, como Incas, Astecas e Maias. Quando os colonizadores europeus chegaram na América, logo se percebeu o grande potencial de extrativismo local, tanto pela grande biodiversidade como pela disponibilidade de espécimes presentes (Zenid, 2015).

A distribuição das florestas de plantio é abundante, a depender da espécie a ser plantada. Além disso, o Brasil tem bastante espaço físico para ampliação da atividade do setor florestal, já que possui grandes áreas degradadas e subutilizadas, que podem servir como locais para florestas plantadas (Cordeiro Júnior; Silva & Soares, 2017). No Brasil, pela diversidade climática e de ecossistemas, as condições climáticas favorecem o crescimento das árvores, principalmente para algumas espécies como Eucalipto, Pinus, Teca e Araucária.

Focando na madeira de reflorestamento utilizada na construção civil e na arquitetura, as principais espécies são *Eucaliptus* spp. e o *Pinus* spp. Ambos têm áreas de plantação espalhadas pelo Brasil, com maior concentração nas regiões Sudeste e Sul, especialmente Minas Gerais, São Paulo e Paraná, como mostrado na Figura 1.

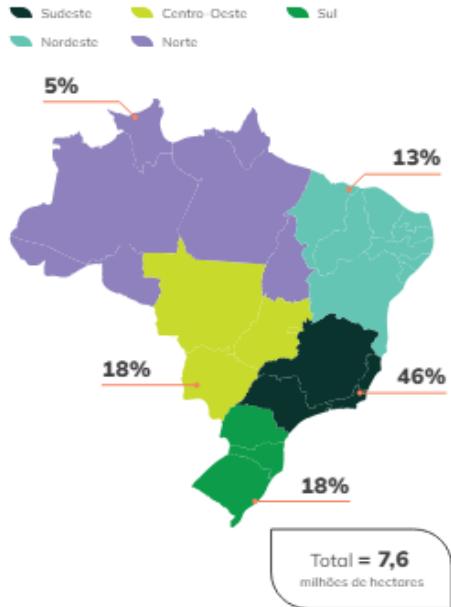
Minas Gerais o estado que possui maior plantação de eucalipto por área. De acordo com Brito (2010), o ciclo de regeneração de árvores reflorestadas se dá pelo plantio e abate, em que as árvores mais velhas são retiradas e dão lugar a novas, garantindo a sustentabilidade. Esse ciclo pode superar o volume utilizado, assegurando o reabastecimento da oferta de madeira para futuras gerações. Brito (2010) enfatiza a importância de desenvolver estudos para encontrar alternativas viáveis e sustentáveis para a construção, utilizando tecnologia para tornar a madeira durável e protegida contra deteriorações.

A efetividade de um tratamento preservativo é avaliada pela retenção e penetração dos preservativos na madeira (Arsenault, 1973 apud Vidal et al., 2015). De acordo com a pesquisa realizada por Vidal et al. (2015), o Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) é o principal preservativo utilizado no mundo, e, no Brasil, não há restrição quanto ao uso. Este material, em escala comercial, garante o tratamento industrial, a curto prazo, da madeira. Os autores ainda afirmam que o CCA deve se manter no mercado por bastante tempo, uma vez que ainda não há produtos alternativos com a mesma eficácia.

Figura 1: Distribuição de madeira de plantio no Brasil.

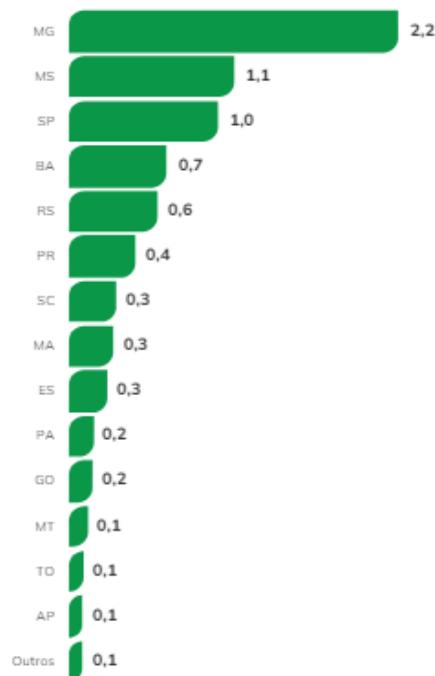
Participação da área plantada de eucalipto por região, 2022 (%)

Fonte: Canopy (2022) | Elaboração: ESG Tech



Área plantada de eucalipto por estado, 2022 (milhões de hectares)

Fonte: Canopy (2022) | Elaboração: ESG Tech



Fonte: Mercado, (2024).

A grande utilização de madeira tanto na construção civil como em outros tipos de indústria, como a de papel e carvão vegetal, levou a um desmatamento e desgaste exacerbado do meio ambiente, gerando empobrecimento do solo, impossibilidade de renovação e extinção de flora, fauna e funga local (Peifel, 2003). Com o desmatamento desenfreado, surgiu a preocupação dos ambientalistas em tornar a madeira um recurso sustentável, já que o desmatamento não afeta somente a quantidade de árvores presentes no local, mas afeta também todo o ecossistema ao redor e as condições climáticas locais (Soares et al., 2003).

Por isso, foi necessário o desenvolvimento de novas técnicas de utilização da madeira com menor impacto ambiental, levando ao desenvolvimento das florestas de plantio (silviculturas), locais de extrativismo de madeira para diversas industriais utilizando espécies nativas e não nativas que foram plantadas com esta finalidade; porém, segundo Habowski (2018), apesar do grande incentivo governamental, ainda prevalece a extração ilegal de madeira no Brasil.

As silviculturas são amplos espaços que estavam previamente em desuso e que, com o desenvolvimento desta atividade, geram renovação do meio ambiente, melhora do solo, aumento da fauna e flora local, gera empregos, melhora a pegada de carbono local e, por ser legal e normatizado, garante matéria-prima de qualidade para as indústrias (Habowski, 2018). Em 2023, a Indústria Brasileira de Árvores (IBA), concluiu que é possível expandir a produção sem expandir a área, gerando, assim, um aumento do capital (IBA, 2023).

No setor da construção civil, a utilização da madeira reflorestada minimiza a geração de resíduos e o consumo energético, favorecendo a redução dos Gases do Efeito Estufa (Librelotto

& Ferroli, 2023). Demarzo (2017) afirma que a madeira apresenta resultados ambientais superiores em comparação a outros materiais convencionais.

De acordo com Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (2013), a cobertura florestal brasileira é da ordem de 519,29 milhões de hectares, dos quais 512 milhões são nativas e 7,186 milhões de hectares correspondem às florestas plantadas. No ano de 2012, as principais espécies plantadas no Brasil eram *Pinus spp.* (pinho), *Eucalyptus spp.* (eucalipto), *Populus spp.* (álamo), *Tectona grandis* (teca), *Araucária angustifolia* (araucária), *Hevea spp.* (seringueira), *Acacia spp.* (acácia) e *Shizolobium amazonicum* (paricá) (Araújo et al., 2017 apud Indústria Brasileira de Árvores, 2016).

Segundo dados estatísticos do IBAMA, no ano de 2023, foram utilizadas 1530 diferentes espécies na produção de 53 tipos de produtos madeireiros, distribuídos em mais de 17 milhões de hectares de plantações legais e documentadas. Segundo a IBÁ (2023), o Brasil é o 8º maior produtor de madeira para construção civil do mundo.

Os produtos florestais são classificados em dois tipos: os produtos florestais não-amadeirados e os produtos florestais madeireiros. O Brasil possui grande potencial para ampliar suas áreas de florestas plantadas, beneficiando, portanto, a redução do desmatamento de florestas nativas. No setor da construção civil, a indústria de madeira é dividida em dois segmentos: madeira serrada e painéis de madeira, incluindo os compensados MDF, HDF, EGP, OSB, MDP, MLC e CLT (Nielsen, 2010).

A diversidade de técnicas e de sistemas construtivos que empregam a madeira oferece uma ampla gama de possibilidades para projetos arquitetônicos inovadores e sustentáveis. Conforme Cordeiro Júnior, Silva e Soares (2017), o surgimento de soluções tecnológicas do mercado da madeira possibilitou o emprego do material em locais que antes não era possível. Lourenço & Branco (2012) destacam os derivados de madeira mais relevantes; que incluem: painéis orientados (OSB), contraplacados, aglomerados de fibras de média densidade (MDF) representados na Figura 2, respectivamente, e ainda aglomerados de partículas, contraplacados lamenados, madeira lamenada colada, madeira lamenada cruzada, madeira microlaminada, vigas de perfil I, duolam e a madeira KVH.

O OSB (Figura 2.a) é produzido a partir de lascas de madeira orientadas em camadas e unidas com resinas, resultando em um material de alta resistência mecânica e dimensional. Sua utilização é comum em sistemas construtivos, como pisos, paredes e telhados, devido à sua capacidade de suportar cargas e resistir a condições adversas.

Por sua vez, o contraplacado (Figura 2.b) é composto por camadas de folheados de madeira sobrepostos e colados em direções alternadas. Essa estrutura confere ao contraplacado uma resistência notável à tração e à compressão, tornando-o uma escolha popular em aplicações estruturais, móveis e embalagens, onde a estabilidade e a durabilidade são fundamentais.

Figura 2: Demonstrativo dos tipos de derivados da madeira.



(a) OSB



(b) Contraplacados



(c) MDF

Fonte: Somapil, (2012).

O MDF (Figura 2.c) é um material fabricado a partir de fibras de madeira de média densidade, que são comprimidas e unidas por meio de resinas sintéticas sob alta pressão e temperatura. Sua característica uniforme e superfície lisa o tornam ideal para a fabricação de móveis e componentes de decoração, oferecendo versatilidade e facilidade de usinagem. Embora compartilhem a mesma matéria-prima, cada um desses derivados da madeira possui características distintas que os tornam adequados para diferentes aplicações. Assim, a variedade de opções oferecidas por esses materiais permite atender às necessidades específicas de cada projeto, contribuindo para a versatilidade e a eficiência na indústria da madeira.

De acordo com o estudo realizado por Trevisan et al. (2007), concluiu-se que o ambiente influencia diretamente no desenvolvimento de organismos xilófagos, que acometem a vida útil da madeira, afetando as propriedades físicas e mecânicas do material. Portanto, é essencial utilizar métodos preservativos sobre a utilização da madeira nos ambientes, evitando a perda de tais propriedades de forma precoce. A seguir apresenta-se, de forma mais detalhada, três tipos de sistemas construtivos com madeira: CLT (Madeira Laminada Cruzada), MLC (Madeira Laminada Colada) e Wood Frame.

3.2.1. CLT (*Madeira Laminada Cruzada*)

Segundo Collinetti (2016), o sistema CLT (Cross-Laminated Timber) ou Madeira Laminada Cruzada, pode ser utilizado em algumas aplicações que, hoje, utilizam concreto, alvenaria e aço. No início dos anos 2000, o número de construções em Madeira Laminada Cruzada cresceu significativamente, devido ao incentivo de construções verdes, à eficiência do sistema, à melhora dos canais de comercialização e distribuição e, por fim, à aprovação da CLT como um sistema construtivo que possibilita a edificação de vários andares. A madeira laminada cruzada é composta por lâminas de 20mm a 80mm de espessura coladas, com alternância na direção dessas lâminas entre as camadas, para que o painel resista às cargas em ambas as direções. Geralmente, os painéis de madeira laminada cruzada são compostos por 3 a 9 camadas, e podem ser usados como lajes, coberturas ou paredes. Além disso, são conectados entre si por meio de ligações metálicas.

Ainda de acordo com o autor, a modulação do CLT diminui o tempo de construção, já que o número de operações necessárias no canteiro de obras é muito menor quando comparado ao sistema de concreto armado convencional, o que resulta, por conseguinte, em uma montagem mais rápida e na redução do cronograma de construção em até 50% (Collinetti, 2016 apud Crespell & Gagnon, 2010).

No que tange aos benefícios do uso do sistema construtivo de madeira laminada cruzada, algumas vantagens têm destaque, são elas: a velocidade e a eficiência de instalação, e a flexibilidade de design. A primeira está relacionada à pré-fabricação dos produtos específicos que, após fabricados, são enviados diretamente ao local de trabalho para instalação de forma rápida e simples, reduzindo, portanto, o tempo de obra, a produção excessiva de resíduos e a poluição no canteiro de obras. Já a segunda vantagem está relacionada à adaptação do sistema a diferentes tipos de projetos, uma vez que podem ser feitas rápidas alterações no local, além da combinação estética com outros materiais, possibilitando diferentes escolhas de design, como utilizada na Galeria The Financial Park Offices, localizada na Noruega (Figura 3).

A galeria exemplificada é a sede administrativa de um banco norueguês e é conhecida por ser uma das maiores estruturas feitas de madeira na Europa. A construção possui um apelo sustentável e produz efeitos positivos sobre os usuários. Este prédio oferece uma experiência tectônica, espacial e estética, além de ter como característica de forma os traços orgânicos, que dão continuidade e fluidez aos espaços.

Figura 3: Projeto com CLT na Noruega.



Fonte: Pintos, (2020).

3.2.2. Wood Frame

No sistema Wood Frame, formam-se perfis de madeira com resistência para servirem como pisos, telhados e paredes, a fim de aumentar os confortos térmico e acústico, já que esses painéis (Figura 4) são preenchidos com isolantes térmicos e contraventados por placa OSB. De acordo com Molina & Calil Junior (2010), 95% das casas nos Estados Unidos utilizam a tecnologia Wood Frame, que permite a construção de até cinco pavimentos e proporciona uma estrutura leve e de execução rápida.

Figura 4: Representação de painel do Wood Frame.



Fonte: Tecverde, (2014).

Para se ter uma construção utilizando o sistema wood frame, é necessária a que exista a cronologia de etapas e das camadas descritas na Figura acima, para que se tenha sucesso do processo. Conforme detalhado no estudo de Molina & Calil Junior (2010), a construção inicia-se pela escolha do tipo de fundação, a depender do tipo de carga do projeto e do solo existente. Nesse sistema, a fundação é composta por “paredes” subterrâneas, abaixo do nível do solo, para proporcionar um equilíbrio térmico dentro da construção. No Brasil, que possui clima tropical, os autores frisam que essa técnica pode ser aplicada, principalmente em regiões muito quentes.

Outra etapa que compõe o sistema Wood Frame é a composição de pisos e paredes. Para o piso, são usados decks compostos por chapas de OSB, apoiadas sobre vigas de madeira. Essas chapas, em alguns casos, podem servir como contrapiso, quando são usados revestimentos de carpetes ou pisos engenheirados com manta intermediária, que garante a isolamento acústica.

Já as paredes são compostas por montantes verticais de madeira, dispostos juntos aos painéis de OSB. Para a fixação desses painéis, são utilizados elementos metálicos galvanizados de fixação, como pregos, por exemplo. O piso superior de uma construção em Wood Frame é apoiado nas paredes, que solicitam os montantes na direção paralela às fibras, conferindo, então, rigidez às paredes e ao piso, o que aumenta a resistência aos esforços de vento.

3.2.3. MLC (Madeira Laminada Colada)

A MLC (Madeira Laminada Colada), é feita através da junção de várias lâminas de madeiras coladas, formando uma peça única em que as fibras do material ficam paralelas entre si. De acordo com Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017), são usadas várias lâminas menores para que uma peça única seja elaborada, conferindo, então, resistência para atingir vãos livres de até 100 metros. Sendo assim, a MLC possibilitou a construção de projetos de grande porte que não utilizavam a madeira como material para devidos fins.

Segundo Migliani (2019), a MLC é indicada para ser usada em vigas, pilares, pergolados, coberturas, painéis, passarelas, revestimentos diversos e escadas, uma vez que é capaz de vencer grandes vãos e reproduzir formatos arqueados ou curvos. Além disso, outro ponto interessante à diversificação de projetos é a grande diversidade de tonalidades que se

pode ter, já que existe uma enorme quantidade de espécies disponíveis a serem utilizadas, sendo as mais comuns o pinus e o eucalipto, que foi empregado na construção de um restaurante na Suécia (Figura 5).

A construção do restaurante Bjork foi feita com peças pré-fabricadas e possui um sistema de vigas feito com madeira laminada e o formato do telhado é apropriado ao clima de inverno intenso do local, uma vez que, quando a neve cai, escorrega pelo formato triangular bastante íngreme.

No Brasil, é recomendado o seguimento à NBR 7190/1997. Migliani (2019) afirma que a MLC é recomendada para qualquer tipo de projeto, seja residencial, comercial e até galpões industriais. A autora recomenda aplicação em áreas com demandas climáticas específicas, como litoral ou vales; contudo, é preciso que haja um tratamento de proteção específico contra umidade. As vantagens que envolvem uma construção com MLC são: resistência, dimensões singulares, altas resistências ao fogo, flexibilidade, estabilidade dimensional, leveza, menos necessidade de conexões e sustentabilidade.

Figura 5: MLC utilizada em um restaurante.



Fonte: Migliani, (2019).

3.3 Normas Brasileiras e Projeções Futuras

No Brasil, conforme estudo de Paiva Filho et al. (2018), a madeira é empregada em construções de igrejas, residências, cimbramentos, pontes, linhas de transmissão de energia elétrica, na indústria moveleira, edificações, entre outros fins, sejam elas de pequeno ou grande porte. Atualmente, sua utilização tem-se intensificado no setor construtivo, principalmente em detalhes estéticos, em revestimentos e no âmbito estrutural. Dessa forma, os autores apontam que a madeira é amplamente utilizada em quase todas as etapas de obras no país, seja em formas, escoramentos, esquadrias, pisos, forros, rodapés, mobílias, estruturas e revestimentos.

No entanto, apesar de tamanha pluralidade de uso como demonstrado e exemplificado, é possível entender que esse material ainda apresenta pouca aceitação no Brasil, uma vez que questões técnicas e simbólicas envolvem este uso e o associa a uma baixa qualidade ou durabilidade do material. Paiva Filho et. al. (2018) afirmam que tal preconceito está enraizado

devido ao pouco conhecimento do material, à falta de projetos específicos e à questão cultural também.

De acordo com Cordeiro Júnior, Silva & Soares (2017), a madeira ainda é vista somente como material secundário, porém apresenta capacidade de ser um material primário em diversas construções. Além das questões sustentáveis que a madeira proporciona em um projeto, é possível destacar outros pontos oferecidos por ela em um ambiente, como, por exemplo, bem-estar, experiências, conforto e curiosidades.

No que tange aos espaços comerciais, segundo Bertolin & Mattos (2023), por meio da Neuroarquitetura e de soluções projetuais, o projeto deve ter como objetivo a oferta de conforto e de estímulos consumistas aos clientes, além de oferecer espaços produtivos e agradáveis aos funcionários. Em uma pesquisa realizada por Pompermaier, Starck & Figueiredo (2015), constatou-se que a madeira transmite sensações como aconchego, bem-estar, conforto e tranquilidade, quando empregada em ambientes internos e externos. O reflorestamento comercial exige que as espécies plantadas tenham um curto tempo de produção e um alto crescimento, associados a uma boa qualidade. Sendo assim, as espécies que possuem um melhor atrativo comercial são: Pinus, Ganadi, Ipê, Eucalipto, Teca e Mogno Africano (Librelotto & Ferroli, 2023).

Dessa forma, alinhando as duas ideias relativas ao uso de ambientes comerciais e às sensações proporcionadas pela utilização da madeira nos espaços, é possível inferir os benefícios no emprego da madeira em ambientes comerciais. No Brasil, tem-se como destaque desse uso dois edifícios de uso comercial em que a madeira foi empregada como material construtivo e decorativo, assumindo papéis de ordens primária e secundária, o que resultou em projetos de bastante aceitação pelo público, além de serem construções de referência no que diz respeito aos projetos de arquitetura sustentáveis e limpos. Recebem esse destaque o projeto da Loja Conceito de chocolates Dengo, localizada em São Paulo, e a loja da rede de fast-food McDonald's, também localizada na cidade de São Paulo. Os dois projetos comerciais citados representam um marco para a arquitetura brasileira relacionada ao uso da madeira e serão explorados em uma análise mais detalhada ainda neste trabalho.

A permissão para utilização de espaços vazios para plantio e extração de madeira de reflorestamento, assim como seus subprodutos, necessita estar de acordo com a legislação vigente. Atualmente, a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que rege sobre a vegetação nativa do país, e a Instrução Normativa nº 9 de dezembro de 2016 do IBAMA, instituem a obrigatoriedade do Documento de Origem Florestal (DOF) para todo transporte, armazenamento, extração e venda de madeira e produtos derivados da silvicultura.

Já a NBR 7190, que abrange projeto de estruturas de madeira, estabelece os procedimentos e os critérios para os projetos com estruturas de madeira, abordando o dimensionamento, a resistência e a segurança estrutural do material e da construção. Além dessa normativa, a NBR 7199 também engloba critérios para a verificação dos estados limites últimos e de serviço das estruturas de madeira, o que acaba por complementar a NBR 7190.

No que tange ao projeto, à execução e à aplicação de revestimentos de madeira, a NBR 16143 estabelece os requisitos técnicos para o projeto, à execução e à aplicação de revestimentos de madeira em construções, incluindo métodos construtivos e cuidados necessários para garantir a durabilidade e estabilidade dos revestimentos. A madeira também pode ser utilizada em projetos de edificações habitacionais. Para isso, existe a NBR 15575, que descreve o desempenho do material neste tipo de edificação.

Esta norma define aspectos relacionados à segurança estrutural, conforto térmico e acústico, durabilidade e sustentabilidade. No tocante a moradias de uso social, é importante que

sejam observadas e aplicadas as legislações específicas em nível estadual e municipal. Contudo, a NBR 15575 e a NBR 7190, mencionadas anteriormente, são aplicáveis em todo o contexto brasileiro.

Além dessas normas, a NBR 15596, referente a casas de madeira pré-fabricadas, inclui aspectos relacionados ao projeto, à fabricação, ao transporte e à montagem das estruturas dos materiais envolvidos no processo de construção de casas pré-fabricadas. Embora seja voltada para casas pré-fabricadas, muitos dos requisitos podem ser aplicáveis a edificações de moradia social com madeira.

Já as NBR 14807 e NBR 7203 fazem referência à madeira serrada. A primeira diz respeito à madeira serrada de coníferas, mencionando características visuais e de dimensionamento deste tipo comum de madeira plantada utilizada na construção civil. Já a segunda, estabelece parâmetros necessários para a determinação da densidade básica da madeira serrada, estabelecendo métodos importantes ao dimensionamento estrutural e à avaliação da qualidade da madeira utilizada em construções.

De acordo com as projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), até o ano de 2050, a demanda habitacional mundial chegará à marca dos 3 bilhões de residências ocupando as áreas urbanas. Enquanto isso, no Brasil, segundo o IBÁ (2023), estima-se que 7,5 milhões dos brasileiros vivem em residências precárias, tornando necessário que novas formas de habitação sejam pesquisadas e produzidas em massa para que possam abrigar pessoas de forma segura e eficiente.

A utilização de madeira como material primário em construção civil vem crescendo e se tornando extremamente promissora. A preservação da madeira é uma preocupação fundamental na construção civil, especialmente diante da crescente demanda por materiais de construção sustentáveis. No entanto, a preservação adequada da madeira é essencial para garantir sua durabilidade, resistência e segurança estrutural ao longo do tempo.

A versatilidade de uso, a madeira, no âmbito da construção civil, pode ser utilizada tanto no projeto arquitetônico quanto no de interiores. Desse modo, sendo um material de múltiplas finalidades, possui vantagens e desvantagens quando comparado a materiais convencionais, como, por exemplo, redução do tempo de construção, menor geração de resíduos, segurança, alta resistência e conforto acústico e térmico.

Vidal (2015) fala em seu trabalho sobre as vantagens e desvantagens da utilização da madeira em relação a outros materiais comumente utilizados na construção civil, como plástico, concreto, aço e alumínio, tendo como vantagem a sua alta resistência mecânica, o baixo consumo energético para produção, o alto isolamento térmico e a fácil trabalhabilidade, e, como principal desvantagem, a ação das intempéries climáticas sobre ela, que tem um grande potencial higroscópico e pode sofrer ação de microrganismos como fungos e também pequenos insetos como o cupim, que se alimenta da fibra da madeira. Outra desvantagem, segundo o autor, é a sensibilidade a chamas, apesar de ter regulação térmica cerca de 350 vezes maior que o concreto.

A madeira é um material estrutural esteticamente aprazível que permite desenvolver soluções criativas, inovadoras, robustas e de alta qualidade em resposta a numerosos desafios arquitetônicos e estruturais (Lourenço & Branco, 2012, p.210). Os autores explicam que a busca por novas formas arquitetônicas, por melhores acabamentos e por novos sistemas estruturais, faz surgir no mercado vários produtos derivados da madeira, de modo a adaptar o material a usos mais específicos.

O processo de montagem de casas no sistema wood frame, citado anteriormente, pode levar à produção em massa de habitações com baixo consumo energético, rapidez e utilizando

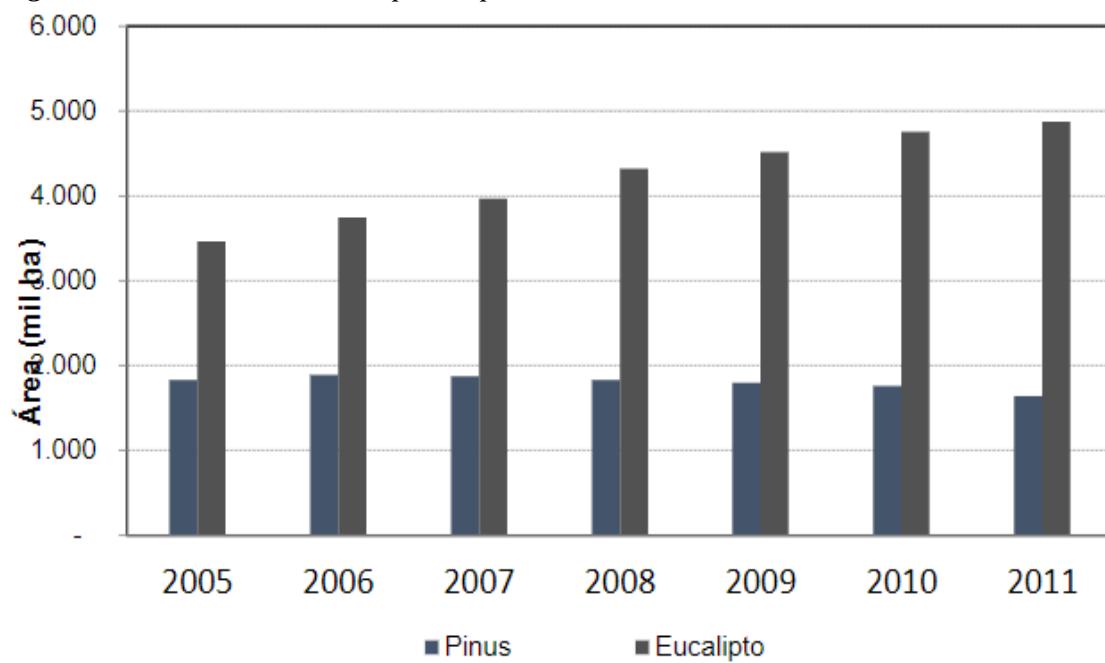
matéria prima brasileira, uma vez que o Brasil se consolida, a cada ano, como o oitavo maior produtor de derivados madeireiros provindos de florestas de plantio, com capacidade de crescimento ainda maior.

Portanto, inovar na arquitetura e na construção civil vai além de novas formas, é imprescindível a utilização de novos materiais mais sustentáveis e recicláveis, que possam tornar o ramo da construção mais limpo, com redução de resíduos tóxicos e materiais não renováveis. Em 2019, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change–IPCC) avaliou a produção de emissão de gases de efeito estufa em 38% pela construção civil, onde o compromisso dos representantes do setor foi a redução da emissão e novas propostas de sustentabilidade.

O setor de florestas plantadas exerce um papel significativo tanto na economia do país quanto no potencial construtivo, contribuindo para minimizar o déficit habitacional, sendo um dos setores que busca o desenvolvimento e inserção de novas tecnologias, a fim de expandir novos produtos e novas formas de uso da madeira (Ribaski, 2018 apud Apre, 2018).

O crescimento e expansão do setor nas florestas plantadas pode ser analisado na Figura 6, em que a área plantada de eucalipto se encontra em crescimento, possibilitando que a utilização da madeira se torne cada vez mais frequente em projetos residenciais e comerciais.

Figura 6: Série histórica de espécies plantadas no Brasil entre 2005-2011.



Fonte: Ribasky, 2018 apud ABRAF (2012).

A utilização da madeira na construção mundial está cada vez mais presente, uma vez que a busca por projetos mais sustentáveis e inovadores tem se intensificado, pois, além de possibilitar a criação de projetos com estética e funcionalidade, é possível que a utilização da madeira na construção civil contribua para a redução de impactos ambientais causados pelo uso dos materiais convencionais deste setor.

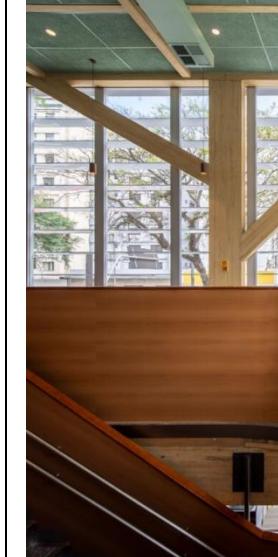
4. REFERENCIAL PROJETUAL

Com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento deste trabalho, foram analisados dois projetos como correlatos, que se relacionam com o presente estudo no que tange à utilização da madeira como principal elemento construtivo e decorativo, além da forma, do conceito e dos objetivos dos projetos arquitetônicos. Para tanto, em visita ao acervo virtual de conteúdos relacionados à Arquitetura, no ArchDaily, foram selecionados os seguintes correlatos: Mc Donald's Paraíso (Quadro 1), e a Loja Conceito da Dengo Chocolates (Quadro 2), ambos localizados em São Paulo.

Para fazer a análise de correlatos deste estudo, foi utilizado o método de Baker, que consiste em avaliar fatores organizadores fundamentais que atuam em uma edificação e que, segundo Aurélio de Sá (2014), dividem-se nas categorias: Contexto, Identidade, Significado de uso, Movimento, Estrutura e Geometria.

Quadro 1: Correlato Mc Donald's Paraíso.

Mc Donald's Paraíso		
Ficha Técnica: Arquitetos: SuperLimão, Área: 220 m ² Ano: 2023 Cidade: São Paulo/BR		
Contexto: Uma das unidades da rede de restaurantes Mc Donald's está localizada em uma das regiões mais movimentadas da cidade de São Paulo, no bairro do Paraíso. O empreendimento adotou práticas mais sustentáveis em sua construção, através da chamada Receita do Futuro. A fachada imponente do local permite a conexão entre o interior e exterior através das grandes esquadrias de vidro, servindo, inclusive, como um convite à entrada dos usuários. Além disso, é possível perceber o contraste entre os materiais adotados. Enquanto o vidro e os brises são elementos mais leves à fachada, a robustez da madeira confere imponência ao edifício.		
Identidade	O principal objetivo do projeto arquitetônico deste restaurante foi promover um espaço com a identidade já formulada da marca, porém com adições de práticas voltadas à sustentabilidade em sua construção e em seu uso.	

Significado de Uso	<p>O edifício é utilizado principalmente para a comercialização de alimentos rápidos, caracterizando-se como um fast food. No entanto, adota diversas soluções que proporcionam uma experiência mais confortável aos usuários. Entre essas soluções estão a instalação de grandes esquadrias de vidro nas fachadas, permitindo o contato visual entre o interior e o exterior; brises estratégicos para controle da insolação e temperatura interna; pilares em formato de árvores para conexão com a natureza e temática sustentável; e a escolha de diferentes padrões de assentos e ambientes descontraídos que oferecem espaços para relaxar, socializar e estudar. Estas características fazem com que o espaço vá além de um restaurante comum, tornando-se um local dinâmico e confortável que atende às demandas específicas de sua tipologia comercial, atraindo mais usuários.</p>	
Movimento	<p>No que diz respeito à volumetria do restaurante, tem-se um grande bloco retangular marcado pela valorização do interior e dos materiais de forma bruta nas fachadas. Já na parte interna do prédio, há um fluxo que permite a sensação de movimento que a utilidade de um fast food necessita. Esse fluxo é marcado por microambientes marcantes inseridos no macroambiente do restaurante, além de formas sinuosas nos traços e nos mobiliários em que se tem uma meia parede curva de madeira, e das cores características utilizadas.</p>	
Estrutura	<p>O projeto utilizou madeira engenheirada do piso ao teto, reduzindo a pegada de carbono e minimizando perdas de materiais e consumo de energia com a técnica de pré-fabricação. Materiais sustentáveis como Concresteel e laminado de PET reciclado foram usados. A unidade inclui sistemas de captação de águas pluviais e de ar-condicionado para reuso. Pilares em forma de árvores e painéis de OSB proporcionaram uma estrutura leve e resistente, conferindo um visual natural e acolhedor. O McDonald's de madeira em São Paulo destaca a durabilidade da madeira, demonstrando seu potencial e beleza na arquitetura contemporânea e sustentabilidade na construção urbana.</p>	

Geometria	<p>A geometria da edificação e a implantação no espaço promovem circulações acessíveis. O layout bem definido do empreendimento permite uma circulação horizontal ampla e a caracterização funcional dos ambientes. O design combina funcionalidade com estética moderna, otimizando o fluxo de clientes e funcionários. Linhas limpas e formas contemporâneas refletem uma estética minimalista, enquanto a estrutura de madeira cria espaços amplos, com pé-direito alto e abundante luz natural, proporcionando conforto e bem-estar aos frequentadores.</p>	
------------------	---	--

Fonte: Adaptado de Moreira, (2023).

Quadro 2: Correlato Loja Conceito da Dengo Chocolates.

Loja Conceito da Dengo Chocolates

Ficha Técnica: Arquitetos: Matheus Fará e Manoel Maia Arquitetura, Área: 1500 m², Ano: 2020. Projeto Paisagístico: Soma Arquitetos, São Paulo/BR.

Contexto: A loja conceito da Dengo Chocolates, na Avenida Faria Lima, é o mais alto edifício em madeira construído no Brasil, localizado na cidade de São Paulo. O prédio abriga a fábrica de chocolates, de modo que o público pode conhecer as etapas da produção dos doces; além de bar, restaurantes, loja, estação de sorvete e várias mesas espalhadas pelos pavimentos. A loja é um verdadeiro “paraíso” para os amantes de chocolate que buscam uma experiência sensorial única. Com um design elegante e contemporâneo, a loja combina elementos de sustentabilidade, arte e gastronomia para oferecer aos clientes uma jornada pelo universo do chocolate.

Identidade	<p>O projeto é totalmente estruturado em madeira, focando na redução de danos ambientais e promoção do desenvolvimento sustentável. O conceito e a identidade do projeto estão ligados ao conforto e à experiência dos usuários, com destaque para o layout, materiais e efeitos visuais, como luz e sombra. O design da loja apresenta linhas limpas, materiais naturais e detalhes elaborados, combinando madeira, vidro e metal para criar um ambiente sofisticado e convidativo. Os arquitetos buscaram mesclar o rústico, irreverente, autêntico e artesanal em uma releitura contemporânea, utilizando elementos naturais e o conceito de "brasilidade" da marca Dengo, criando um espaço que reflete a identidade do produto.</p>	
-------------------	--	--

Significado de Uso	<p>O principal uso do edifício é voltado à comercialização dos chocolates produzidos também no local. O ambiente oferece uma experiência completa aos clientes, desde o acompanhamento da produção e curiosidades sobre os produtos até o consumo no local.</p> <p>A loja se destaca por sua fachada convidativa e pelo interior acolhedor. O layout do espaço é cuidadosamente planejado para criar uma atmosfera envolvente, onde os clientes são convidados a explorar os diversos produtos oferecidos pela marca.</p>	
Movimento	<p>O prédio é composto por 4 pavimentos, que são ligados entre si por circulação vertical através de escadas (Figura 36 - a), elevador e grandes aberturas (Figura 36 - b). As instalações aparentes, as disposições de ripas de madeira no teto (Figura 36 - c) e o piso de caquinhos cerâmicos agregam a sensação de fluidez e movimento ao interior dos espaços (Figura 36 - d).</p>	
Estrutura	<p>A estrutura de madeira da loja Dengo Chocolate reflete o compromisso da marca com a sustentabilidade e qualidade. A utilização de madeira CLT (Madeira Laminada Cruzada) para as lajes e MLC (Madeira Laminada Colada) para pilares e vigas proporciona uma atmosfera acolhedora e natural, contrastando com o ambiente urbano ao redor. O projeto aposta na tecnologia e inovação, promovendo o desenvolvimento sustentável sem renunciar à estética e conforto. A madeira é utilizada como elemento primário e secundário, com peças estruturais aparentes e detalhes amadeirados espalhados pelos ambientes.</p>	
Geometria	<p>A volumetria é composta por cubos vazados que verticalizam o edifício. O acesso ao interior do prédio é feito através de uma circulação horizontal em vários níveis. A fachada, através de subtrações estratégicas, transmite a ideia de permeabilidade, assim como a utilização da vegetação, de grandes esquadrias, de ampla iluminação e dos mobiliários em madeira.</p>	

Fonte: Adaptado de González, 2021.

4.1 Discussão dos Correlatos

Após análise de tais correlatos, é possível identificar a temática central do trabalho com os projetos apresentados, que abordam o uso da madeira como principal elemento estrutural, minimizando, assim, danos ambientais comuns no tocante à construção civil. Outra semelhança notada é a interação do ambiente construído com o ambiente natural, promovido pela exploração da iluminação natural e de elementos que remetem à natureza, seja nos revestimentos como também nas escolhas dos mobiliários e das texturas.

No tocante à Loja Dengo Chocolates, destaca-se sua abordagem orgânica e acolhedora, onde a madeira é empregada para criar uma atmosfera calorosa e convidativa. A utilização de madeira de tons claros e acabamentos naturais transmite uma sensação de proximidade com a natureza, alinhando-se com os valores da marca em relação à sustentabilidade e ao respeito ao meio ambiente. Além disso, a madeira é habilmente integrada aos demais elementos do design, como o mobiliário e a iluminação, criando uma experiência sensorial completa para os clientes.

Por outro lado, o McDonald's apresenta uma abordagem mais contemporânea e urbana em relação ao uso da madeira, empregue de forma inovadora e arrojada, conferindo ao espaço uma estética moderna e sofisticada. O design minimalista e os acabamentos de madeira escura criam um contraste interessante com os elementos industriais, resultando em um ambiente urbano e cosmopolita. A escolha da madeira como material principal reflete a preocupação da marca em oferecer uma experiência aos clientes, ao mesmo tempo em que reforça seu compromisso com a inovação e a sustentabilidade.

Por fim, os dois projetos citados têm em comum a utilização da madeira de florestas reflorestadas como elemento principal, assim como oferecem experiências e conforto aos usuários. No entanto, a aplicação desse material construtivo possui particularidades em cada um dos projetos, desde o uso até os detalhes mais aparentes. Além disso, os projetos correlatos expostos possuem a temática central pautada no ato da concepção do projeto, focada na sustentabilidade, na redução de perdas de materiais e na aceleração de tempo de obra, vantagens possibilitadas pela utilização da madeira como matéria-prima e elemento estrutural primário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante o exposto, é conclusivo que um projeto pautado na sustentabilidade apresenta diversas vantagens para a obra e aos usuários, além da madeira proveniente de plantios apresenta uma vasta gama de possibilidades e vantagens para a construção civil, especialmente em projetos comerciais. Ao investigar os diferentes tipos de produtos feitos a partir dessa matéria-prima, foi possível compreender suas características e aplicações, destacando sua versatilidade e sustentabilidade. Assim, o presente trabalho abordou as questões teóricas e comparativas que foram tratadas na concepção do Estudo em questão.

Dessa forma, foi possível observar a importância da criação desses espaços, visto a necessidade cada vez maior de escolhas que priorizam aspectos ambientais, visando o futuro e o aproveitamento a longo prazo da edificação, criando, então, experiências a quem utiliza os espaços. Em suma, o levantamento bibliográfico realizado nesse trabalho proporcionou uma compreensão abrangente sobre a utilização da madeira de plantio em projetos comerciais, destacando suas vantagens econômicas, ambientais e estéticas.

Durante a pesquisa, foi observado que a madeira de plantio oferece uma ampla gama de produtos e aplicabilidades na construção civil, desde estruturas básicas até acabamentos sofisticados. A análise detalhada desses produtos revelou suas características distintivas e suas

vantagens em relação aos materiais convencionais. Além disso, um dos pontos cruciais da investigação foi a comparação dos impactos ambientais associados ao uso de materiais convencionais e não convencionais derivados da madeira de plantio. Os resultados obtidos ressaltam a importância da escolha de materiais sustentáveis na redução do impacto ambiental da construção civil.

O levantamento comparativo entre os impactos causados pelo uso de materiais convencionais e não convencionais derivados da madeira de plantio evidencia não apenas as vantagens ambientais, como também econômicas e estéticas. A utilização responsável dessa fonte renovável pode reduzir significativamente o impacto ambiental causado pela construção civil, ao mesmo tempo em que proporciona ambientes comerciais mais atraentes e confortáveis.

O estudo ainda identificou diversas possibilidades de utilização da madeira de plantio em projetos de arquitetura e interiores comerciais. Essas possibilidades incluem não apenas aspectos estruturais, mas também elementos de design que agregam valor estético e funcional aos espaços comerciais. Por fim, a análise de projetos comerciais que incorporaram a madeira de plantio proporcionou insights valiosos sobre as práticas contemporâneas de utilização desse material. A revisão desses casos destacou as soluções criativas e inovadoras adotadas pelos profissionais da área, demonstrando o potencial da madeira de plantio na criação de espaços comerciais atraentes e sustentáveis.

Ao identificar as possibilidades de uso da madeira de plantio em projetos de arquitetura e interiores comerciais, torna-se evidente que essa matéria-prima oferece soluções criativas e inovadoras, permitindo a criação de espaços únicos e personalizados. Além disso, a análise de projetos comerciais com a madeira de plantio aplicada no projeto estrutural e de interiores demonstra sua viabilidade técnica e estética, inspirando a adoção de práticas sustentáveis no setor.

Por fim, espera-se que o conteúdo desse trabalho possa orientar arquitetos, designers e profissionais da construção civil na adoção de práticas mais sustentáveis e inovadoras em seus projetos futuros, além da contribuição à comunidade acadêmica ao incentivo de estudos atrelados ao emprego da madeira de plantio no âmbito construtivo.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT). **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT). **NBR 15696**: Formas e escoramentos para estruturas de concreto- Projeto, dimensionamento e procedimento executivos. Rio de Janeiro, 2009.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT). **NBR 7190-1**: Projeto de Estruturas de Madeira – Parte 1: Critérios de Dimensionamento, Rio de Janeiro, 2022.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – (ABNT). **NBR 7199**: Vidros a construção civil-Projeto, execução e aplicações – 2^a Ed., Rio de Janeiro, 2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 14807/2002**: Peças de madeira serrada: dimensões. Rio de Janeiro, 2002

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 16143**: Preservação de madeiras- Sistema de categorias de uso. Rio de Janeiro, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 7203/1982:** Madeira serrada e beneficiada. Rio de Janeiro, 1982.

Aurélio de Sá, N.; et al. **O projeto diz o que o estudante lê?** Estudos de projetos nos trabalhos finais de graduação em Arquitetura-UFPB e UNIPÊ. 2014.

Bertolin, I. O.; De Oliveira Mattos, C. E. **Loja São Francisco de Assis:** Neuroarquitetura aplicada em ambientes comerciais. Átrio, v. 2, n. 1, 2023.

Bogo, A. J. Arquitetura em madeira em Santa Catarina: patrimônio histórico e tipologia habitacional atual. **Arquitextos**, São Paulo, v. 18, 2017. Disponível em: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/18.208/6717>>. Acesso em: maio de 2024.

Branco, J. M.; Lourenço, P. B. **Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI.** RepositóriUM-Universidade do Minho, Guimarães, Lisboa, 2012.

Brasil. IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Painéis Analíticos da Gestão Madeireira.** Brasília, 2023.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l112305.htm>. Acesso em: jul. de 2024.

Collinetti, D. A. **Estudo de caso da eficiência energética de dois sistemas construtivos em madeira: clt e wood frame.** 2016.

Cordeiro Júnior, C. R.; Silva, W. C. R.; Soares, P. T. M. L. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, v. 2, n. 4, p. 79-93, 2017

Demarzo, M. A.; et al. Indicadores de Sustentabilidade (LCA) e Análise do Ciclo de Vida para Madeira de Reflorestamento na Construção Civil. 21. ed. São Carlos: **Revista Madeira Arquitetura & Engenharia**, 2017. (8). Editora Clube de Autores, 2011.

Fenker, E. A.; et al. **Gestão ambiental:** incentivos, riscos e custos. Atlas, 2015.

Fernandes, P. J. C. T.; et al. **A história da madeira como material na arquitectura.** (Dissertação de Mestrado) - LUSÍADA, 2014.

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

González, M. F. **Loja Conceito da Dengo Chocolates.** Achdaily. 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/960042/loja-conceito-da-dengo-chocolates-matheus-farah-plus-manoel-maia-arquitetura>>. Acesso em: ago. de 2024.

Guarnieri, P. **Logística Reversa:** em busca do equilíbrio econômico e ambiental. Patricia Guarnieri, 2011.

Herbst, H. Conhecimento, análise e crítica de arquitetura: Algumas linhas. **Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, Porto Alegre, 2016. Sessão Temática: Definições e especificidades da arquitetura no debate teórico nacional.

Ibá - Indústria Brasileira de Árvores. **O setor:** Panorama Brasileiro. 2023. Disponível em: <https://iba.org/arvores-plantadas>. Acesso em: jul. de 2024.

Librelotto, L.; Ferroli, P. C. M. **Materioteca Sustentável**: Madeira de Reflorestamento. UFSC. 2023. Disponível em: <<https://materioteca.pginas.ufsc.br/madeira-de-reflorestamento/>>. Acesso em: maio de 2024.

Madeira, M.; Oldoni, S. M.; Schneider, L. S. Estudo da neuroarquitetura em ambiente corporativo. **Revista Thêma et Scientia**, v. 12, n. 1, p. 127, 2022.

Meirelles, C. R. M.; et al. Considerações sobre o uso da madeira no Brasil em construções habitacionais. **Fórum de Pesquisa Mackenzie**. São Paulo, 2007.

Mercado. Brasilwood. 2024. **Área de Floresta Plantada Brasileira**. Disponível em: <https://www.brasilwood.net/mercado/>. Acesso em: 27 de jul. de 2024.

Migliani, A. **O que é Madeira Laminada Colada (MLC ou Glulam)?** Archdaily. 2019. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam>. Acesso em: mai. de 2024.

Molina, J. C.; Junior, C. C. Sistema construtivo em " wood frame" para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

Moreira, S. **McDonald's Paraíso**: Super Limão, 2023. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/1007057/mcdonalds-paraiso-superlimao>>. Acesso em: abr. de 2024.

Nielsen, I. R. **Estudo de oportunidades de negócios florestais**: papel e celulose; painéis de madeira; madeira serrada. UNDP/SAE, p. 1-258, 2010.

Oliveira, M. L.; Ruppenthal, J. E.; Vergara, L. G. L. Indústria da construção sustentável: uma análise da certificação leed no mercado brasileiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 24942-24950, 2020.

Paiva Filho, J. C.; de et al. Diagnóstico do uso da madeira como material de construção no município de Mossoró-RN/Brasil. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 23, n. 3, p. e12179, 2018.

Pfeil, Walter; Pfeil, Michèle. **Estruturas de Madeira**, 6ª edição. Grupo GEN, 2003. E-book. ISBN 978-85-216-2810-1. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2810-1>>. Acesso em: mai. 2024.

Pinto, T. D. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999.

Pintos, P. **The Financial Park Offices**. Archdaily. 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/935949/the-financial-park-offices-helen-and-hard-plus-saaha>. Acesso em: ago. de 2024.

Pompermaier, J. P. L., Starck, L. C., & Figueiredo, A. M. B. (2015). Utilização de madeira na decoração de ambientes internos. **Revista Tecnológica**, 3(2), 366-379.

Queiroz, M. V. L.; et al. Uso de madeira de reflorestamento na indústria da construção civil: uma análise a partir da visão dos profissionais. **Sitientibus**, v. 1, n. 64, 2023.

Ribaski, N. G. Conhecendo o setor florestal e perspectivas para o futuro. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 1, n. 1, p. 44-58, 2018.

Santos, A. B. Arquitetura Românica: O Desenvolvimento do primeiro grande sistema construtivo medieval. **Ars Historica**, n. 12, p. 23-42, 2016.

Saramago, R. D. C. P. (2022). **Arquitetura sustentável?** Quando o discurso não mais sustenta um futuro para a prática arquitetônica (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Soares, T. S.; Carvalho, R. M. M. A.; Vale, A. B. Avaliação econômica de um povoamento de Eucalyptus grandis destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, v. 27, p. 689-694, 2003.

Somapil, **Madeiras do mundo**. Produtos: Placas. 2012. Disponível em: <<http://www.somapil.com.pt/placas/contraplacados>>. Acesso em: maio de 2024.

Tecverde. **Construções Eficientes**. Sistema Construtivo. 2024. Disponível em: <<https://www.tecverde.com.br/sistema-construtivo/>>. Acesso em: jul. de 2024.

Trevisan, H.; et al. Avaliação de propriedades físicas e mecânicas da madeira de cinco espécies florestais em função da deterioração em dois ambientes. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 93–101, jan. 2007.

Tumelero, M.; Baldissera, A. D. A emoção na arquitetura comercial. **Revista Tecnológica**, v. 3, n. 2, p. 1-14, 2015.

Vidal, J. M.; et al. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

Zenid, G. J.; Nahuz, M. A. R.; Miranda, M. J. A. Casimiro. **Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil**. [S. l.], 2003.

Zenid, J. G. **Madeira na construção civil**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 16-24, 2015.

Recebido em: 2010/2024
Aprovado em: 22/12/2024