



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

JOÃO GABRIEL DE OLIVEIRA ZAMARCHI

**VIABILIDADE SOCIAL DA UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL E O INTERESSE DOS STAKEHOLDERS**

ARIQUEMES - RO

2023

JOÃO GABRIEL DE OLIVEIRA ZAMARCHI

**VIABILIDADE SOCIAL DA UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL E O INTERESSE DOS STAKEHOLDERS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza.

ARIQUEMES –RO

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Z23v	<p>Zamarchi, João Gabriel de Oliveira. Viabilidade social da utilização de madeiras na construção civil e o interesse dos <i>stakeholders</i>. / João Gabriel de Oliveira Zamarchi. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023. 41 f.</p> <p>Orientador: Prof. Esp. Gustavo Nazarko Ferreira de Sousa. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2023.</p> <p>1. Sustentabilidade. 2. <i>Light Wood Frame</i>. 3. Obras. 4. Engenharia Civil. I. Título. II. Sousa, Gustavo Nazarko de.</p> <p style="text-align: right;">CDD 620.1</p>
------	---

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

VIABILIDADE SOCIAL DA UTILIZAÇÃO DE MADEIRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Gustavo Nazarko Ferreira de Souza.

BANCA EXAMINADORA

Gustavo Nazarko
Ferreira de Souza
Unifaema

Philippe Thiago
Ferreira Costa
Unifaema

Silênia Priscila da
Silva Lemes
Unifaema

ARIQUEMES – RO

2023

Dedico este trabalho aos meus pais, familiares e amigos, que me apoiaram e incentivaram a seguir em frente com meus objetivos

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente aos meus pais pelo apoio fundamental que foi essencial para a conquista alcançada. Eles estiveram envolvidos diretamente no meu crescimento pessoal e profissional desde o início deste curso.

Agradeço aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, que durante todos esses anos transmitiram seu conhecimento, para que hoje eu pudesse concluir essa fase.

Aos meus amigos e colegas que foram indescritíveis na convivência e no crescimento mútuo que tivemos durante esse período. Aos trabalhos, aprendizados e desenvolvimento de atividades que me proporcionaram um grande crescimento pessoal e profissional.

Aos meus familiares, que foram de extrema importância, proporcionando apoio, força e sustentação para seguir firme na caminhada até o final. Obrigada por terem suportado a carga imposta por esses longos anos de estudo e que agora vão vibrar com a minha vitória.

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” (John Ruskin)

RESUMO

O crescente interesse por práticas sustentáveis na construção civil ressalta a viabilidade da madeira, especialmente no sistema light wood frame. Este estudo investigou a utilização da madeira, com foco na sua viabilidade social e na relação com os stakeholders. A abordagem analítica abrangeu uma revisão de literatura abrangente, análise de casos e entrevistas especializadas. Os resultados destacam inúmeros benefícios do sistema, como um menor impacto ambiental e uma eficiência energética notável. A madeira é altamente viável socialmente na construção civil, sendo uma opção sustentável que proporciona vantagens de longo prazo para a sociedade e os stakeholders envolvidos. Esta pesquisa sublinha a importância de considerar a madeira como uma alternativa valiosa, não apenas por seus benefícios ambientais, mas também por seu impacto positivo nas relações sociais e nos interesses das partes envolvidas no setor da construção civil.

Palavras-chave: Madeira; sustentabilidade; stakeholders.

ABSTRACT

This research has as its main objective to investigate the social viability of the use of wood in civil construction and the relationship with stakeholders. The idea that the search for sustainable practices has raised the interest of companies and businesses is supported, as they contribute both socially and economically. In this context, the light wood frame system has shown itself to be a sustainable and viable strategy. Thus, this building system uses wood as its main material, offering benefits such as lower environmental impact, energy efficiency, and comfort for the occupants. In this way, the authors practically agree that the use of wood generates less waste and accelerates the construction time, as well as greater energy efficiency. In this way, the present study achieved the proposed objective by finding that wood is highly socially viable, easy to use in construction and a sustainable material, providing long-term improvements for society and advantages for stakeholders.

Keywords: Wood; sustainability; stakeholders..

SUMÁRIO

1.- INTRODUÇÃO.....	10
1.1. JUSTIFICATIVA.....	12
1.2. OBJETIVOS.....	12
1.2.1. Geral	12
1.2.2. Específicos	12
1.3. PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.4. HIPÓTESE.....	12
2.REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	14
2.2. CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	14
2.3. SISTEMA LIGHT WOOD FRAME	17
2.4. NORMAS REGULAMENTADORAS.....	21
2.5. UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE FORMA SUSTENTÁVEL	24
2.6. A SUSTENTABILIDADE E A RELAÇÃO COM OS STAKEHOLDERS	28
3.METODOLOGIA	Erro! Indicador não definido.
3.1. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	Erro! Indicador não definido.
3.2. DA COLETA DE DADOS	Erro! Indicador não definido.
4.RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	34

1. - INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil está em constante transformação e aprimoramento. Com o passar dos anos, tem-se observado uma busca incessante por novas tecnologias e soluções inovadoras que impulsionam o setor. Desde a concepção inicial dos projetos até a fase de execução das obras, as empresas estão explorando métodos mais eficientes e sustentáveis. Desse modo, a madeira, um material orgânico, produzido por muitas plantas lenhosas e com propriedades bastante variáveis, tem sido um dos materiais de construção mais utilizados desde o início da história. Embora o uso de aço, concreto ou ferro tenha trazido avanços significativos para a construção, a madeira nunca perdeu sua popularidade.

Nas últimas décadas, a indústria da madeira evoluiu devido ao desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitaram a ampla utilização desse material na construção. Um exemplo notável desse avanço é o número crescente de edifícios de madeira construídos em todo o mundo. Por exemplo, entre 2008 e 2020, mais de 50 edifícios com alturas entre 7 e 24 andares foram concluídos, demonstrando a viabilidade e a confiabilidade dessa abordagem construtiva (CAO, 2019).

De acordo com uma pesquisa realizada pela *Material Minds* com arquitetos, designers, cientistas, e outros que utilizam materiais arquitetônicos de maneiras inovadoras, a madeira traz inúmeros benefícios ambientais com a sua utilização, além de impactar de forma significativa a qualidade do espaço:

Nesse contexto, , na América do Norte, o manejo florestal é fortemente regulado para garantir que as florestas sejam exploradas legalmente e atendam à demanda de longo prazo da sociedade por produtos florestais, o que contribui para a sustentabilidade ambiental. Além disso, os produtos de madeira provenientes desse manejo sustentável apresentam um quantidade menor de energia incorporada, são capazes de diminuir a poluição da água e do ar, além de possuírem uma pegada de carbono menor do que outros materiais utilizados na construção, evidenciando os benefícios ambientais de sua utilização (GALLOWAY, 2014).

Devido às atuais mudanças climáticas que a humanidade enfrenta, a demanda por materiais sustentáveis e que detem um impacto ambiental está em ascensão. Nesse contexto, a madeira desempenha um papel central, graças à sua característica natural, renovável e facilidade de uso (KANEHIRA, 2022).

Ao optar por projetos confeccionados com madeira, arquitetos e engenheiros têm notado consistentemente que a qualidade da construção é superior em muitos casos,

resultando em edifícios mais duráveis e possuindo um investimento de longo prazo mais vantajoso. Além de que as economias operacionais de energia proporcionadas pela utilização da madeira desempenham um papel crucial na consolidação do caso financeiro da construção (GALLOWAY, 2014). Adicionalmente a utilização da madeira na construção destaca-se pela sua versatilidade. Esse material pode ser utilizado em variados elementos de uma edificação, tanto de forma temporária como definitiva. De acordo com Marques (2008, p.62), a madeira pode ser utilizada em: Armários, caixilharias interiores e exteriores, cozinhas, portadas, portas interiores e exteriores, revestimento de parede, revestimento de piso, rodapés, bem como tectos falsos – revestimentos de tectos.

É amplamente utilizado como estrutura temporária, incluindo escoramentos, fôrmas e andaimes, assim como estrutura definitiva, englobando vigas, caibros, terças e pilares. Outrossim, a madeira desempenha um papel importante na decoração, sendo aplicada em forros e painéis, e também é utilizada como revestimento de pisos, como assoalhos e tacos (ZENID, 2009, p.20). Essa ampla variedade de aplicações ressalta ainda mais a vantagem e a adaptabilidade desse material na construção (COSTA, 2017).

Desse modo, Geralmente, madeiras resistentes são empregadas na construção de tetos, paredes e pisos, ao passo que madeiras mais maleáveis são comumente utilizadas na fabricação de caixilhos de janelas, portas e móveis. Entre os exemplos mais conhecidos de madeiras resistentes, destacam-se a teca, o carvalho, a cerejeira, o bordo, o mogno e a noqueira. (COSTA, 2017).

Nesse contexto, o sistema LWF se destaca como uma opção sustentável, utilizando estruturas de madeira renovável, com baixo impacto ambiental e contribuindo para a eficiência energética dos edifícios. Dessa forma, a adoção de materiais e práticas sustentáveis atende às expectativas dos stakeholders, promove a preservação do meio ambiente e impulsiona a construção de edifícios responsáveis e eficientes.

Para tal propósito, parte-se de uma metodologia de pesquisa essencialmente qualitativa, que busca adotar uma abordagem exploratória, utilizando-se de pesquisa bibliográfica, que consiste em buscar e analisar materiais já existentes, tais como livros, monografias e artigos científicos. Essa metodologia permitiu uma ampla revisão da literatura disponível sobre o tema em questão.

1.1. JUSTIFICATIVA

O presente trabalho fundamenta-se na ideia de que a madeira é um material de fácil manuseio, natural e renovável, o que lhe garante uma versatilidade única. Além disso, a madeira carrega consigo um histórico marcante desde o período colonial, sendo a primeira matéria-prima de importância econômica para o Brasil, inicialmente extraída e exportada para a Europa. No entanto, atualmente, existe uma noção sobre a sustentabilidade e o consumo da madeira para obtenção de materiais de construção. Assim, no presente trabalho será explorada a noção de que é possível trabalhar de forma sustentável com a madeira e compreender a sua viabilidade social.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Analisar a viabilidade social da utilização da madeira na construção civil e a relação com os *stakeholders*.

1.2.2. Específicos

- Reforçar as vantagens da aplicabilidade da madeira na construção civil;
- Explorar a utilização da madeira no ramo da sustentabilidade;
- Compreender a relação entre sustentabilidade, *stakeholders* e *wood frame*.

1.3. PROBLEMA DE PESQUISA

É viável argumentar que o envolvimento e o interesse dos *stakeholders* e sustentabilidade podem ser benéficos para promover o desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil, em particular no setor de comércio de madeira (*light wood frame*)?

1.4. HIPÓTESE

As organizações que implementam decisões estratégicas integradas às questões ambientais e ecológicas conseguem vantagens significativamente competitivas, além de redução de custos e incremento nos lucros a médio e longo prazos. Assim, no presente trabalho é defendida a ideia de que a influência e a transformação ecológica nos negócios serão percebidos de maneira crescente e com efeitos econômicos cada vez mais expressivos (Tachizawa, 2015).

2. METODOLOGIA

2.1. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

A pesquisa foi feita por meio de uma abordagem exploratória e qualitativa, como objetivo de investigar a utilização e a viabilidade socioambiental e econômica da madeira na construção civil. Dessa maneira, através de uma pesquisa bibliográfica, onde a pesquisa é constituída a partir de material já existente e artigos científicos de pessoas que estudam a madeira, especificamente na construção civil, mas também na área da arquitetura e na área ambiental. Ao adotar essa abordagem, levou-se em consideração responder a pergunta central, utilizando o argumento de autores que fizeram pesquisa sobre a viabilidade do sistema de *Light Wood Frame* e a relação de *stakeholders* no mercado socioambiental. Desse modo, de acordo com Gil (2008).

2.2. DA COLETA DE DADOS

A Captação de dados ocorreu através de bancos de dados online como: Google Acadêmico, Scielo e através de livros. Os termos utilizados na busca foram: Madeira, construção civil, *wood frame*, sustentabilidade e *stakeholders*.

Como critérios foram selecionados artigos disponibilizados completos nos bancos de dados online, entre os anos de 1994 a 2023. A pesquisa começou com uma análise exploratória de artigos, livros e monografias relacionadas ao tema. Posteriormente, uma leitura mais detalhada foi conduzida para embasar este estudo, no qual foram extraídas informações e fontes relevantes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O desenvolvimento sustentável foi estabelecido pela Comissão *Brundtland* (1987) como um processo é “capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações” (Commission mondiale sur l’environnement et le développement, 1988). Dessa maneira, o conceito de desenvolvimento sustentável implica em limites. No entanto, não se trata de limites absolutos, mas dos impostos pelo estado atual de nossas técnicas e organização social, bem como da capacidade da biosfera de suportar os efeitos da atividade humana (ibidem, p.10). Além disso, é possível entender que o desenvolvimento sustentável exige que os mais privilegiados adotem um estilo de vida que respeite os limites ecológicos do planeta para que todo o contingente populacional possa viver plenamente (ibidem, p.10).

De acordo com Takeshy Tachizawa e Andrade (2015), nesse novo contexto empresarial, os clientes apresentam expectativas de se relacionar com organizações que demonstrem ética, tenham uma boa reputação no mercado e atuem de maneira responsável em relação ao meio ambiente. O compromisso com a sustentabilidade em parceria com os *stakeholders*, como investidores, consumidores, organizações não governamentais, clientes, fornecedores, bem como a comunidade em geral, contribui para aprimorar a performance econômica da organização.

Dessa forma, no atual mercado de madeira, existe uma ampla proposta de diagnóstico socioambiental que considera os diversos impactos nas organizações, de acordo com seu setoreconômico (TACHIZAWA, 2015). Essa abordagem pode ser útil para a implementação de estratégias empresariais. Além disso, as razões para as empresas adotarem medidas visando melhorias socioambientais vão além da conformidade com a legislação vigente (ibidem, p.6). Elas incluem a oportunidade de elevar a qualidade dos produtos, aumentar a competitividade das exportações, atender às preocupações ambientais dos consumidores, responder às expectativas e demandas da comunidade, lidar com a crescente pressão das organizações não governamentais, aderir aos valores e crenças da empresa e aprimorar sua imagem perante a sociedade (TACHIZAWA, 2015).

Assim, ao tratar do mercado de madeira, acredita-se que o consumidor do futuro, começará a desfrutar não apenas a qualidade e o preço dos produtos, mas, especialmente, o comportamento social das empresas fabricantes de produtos que privilegiem um

desenvolvimento com base na sustentabilidade (TACHIZAWA, 2015, p.5).

Desse modo, iniciou-se uma tendência na construção civil de buscar adquirir o “conceito de programas de rotulagem ambiental e a instituição do selo verde para determinadas categorias de produtos” (TACHIZAWA, 2015). O selo verde, por sua vez, consiste na ação da empresa construtora que trabalha de forma eficiente economicamente, útil socialmente e responsável no eixo ambiental (VIEIRA; VIEIRA, 2012). Dessa forma, foram criados programas de rotulagem ambiental empregadas em diferentes países fundamentados em análise de ciclo de vida e conferidos por instituições independentes, sejam elas governamentais ou não-governamentais (CORRÊA, 2009).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 88,6% faz uso de alvenaria, sendo que de acordo com Laurilan Souza (2012) a alvenaria tradicional é um dos principais responsáveis pelo desperdício de materiais e geração de resíduos, indo totalmente contra a sustentabilidade.

3.2. CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

De acordo com Anna Souza (2010), a sustentabilidade é um conceito que envolve a manutenção dos aspectos econômicos, sociais, ambientais e culturais da sociedade humana. É a ideia de organizar a sociedade de maneira a satisfazer as necessidades das pessoas e suas economias, ao mesmo tempo em que preserva a biodiversidade e os ecossistemas naturais. É um enfoque que abrange diferentes níveis de organizações, tanto localmente quanto globalmente (CORRÊA, 2009).

De acordo com Capra (1996), as coisas precisam ser compreendidas levando em consideração o seu ambiente. Nesse sentido, os sistemas vivos são totalidades integradas, e suas propriedades não podem ser reduzidas às partes individuais. Cada parte é apenas um elemento em uma teia inseparável de relações, o que significa que todas as nossas ações e construções afetam, de alguma forma, o ambiente em que estão inseridas (CAPRA, 1969).

Os princípios e estratégias gerais da sustentabilidade podem ser resumidos no quadro a seguir elaborado por Anna Souza (2010):

Quadro 1 - Proposição de princípios e estratégias gerais de sustentabilidade

ASPECTOS	PRINCÍPIOS E ESTRATÉGIAS GERAIS
AMBIENTAL	Preservar a integridade do meio ambiente através da prevenção da poluição, do uso consciente dos recursos naturais, da conservação da diversidade da vida e do respeito aos limites dos ecossistemas.
SOCIAL	Promover uma distribuição mais justa de riquezas e oportunidades, combatendo práticas que excluam, discriminem e perpetuem a pobreza, e valorizando a diversidade.
ECONÔMICO	Alcançar o potencial econômico com foco na distribuição equitativa de riqueza e renda, ao mesmo tempo em que se reduzem os impactos sociais e ambientais negativos, visando obter resultados positivos para a sociedade como um todo.
POLÍTICO	Implementar mecanismos que promovam a participação da sociedade nas decisões, garantindo o reconhecimento e respeito aos direitos de todos, superando práticas políticas de exclusão, e fomentando o desenvolvimento de uma cidadania ativa.
CULTURAL	Promover a diversidade e a identidade cultural em todas as suas manifestações, especialmente aquelas que destacam as raízes locais, e garantir a conservação do patrimônio urbano, paisagístico e ambiental que representa a história e a memória das comunidades.

Fonte: Adaptação feita pelo próprio autor, elaborada por Anna Souza (2010).

O equilíbrio dos objetivos econômicos, sociais e ambientais, tanto agora quanto no futuro, tornou-se conhecido como desenvolvimento sustentável e isso é cada vez mais importante para uma série de necessidades organizacionais e espaciais. Portanto, o desenvolvimento sustentável se propõe como uma questão importante nas agendas internacionais, regionais e nacionais (RIBEIRO; DE MOURA; SANTOS; 2016).

De acordo com Anna Souza (2010), a construção civil possui uma função prática, mas também é essencial considerar a ética para que seja bem aceita pela população. Os edifícios não devem ser tratados apenas como produtos comerciais ou meros cenários urbanos; é importante adotar tecnologias mais sustentáveis em vez das poluentes (ibidem, p.34). O antigo conceito de ambientes artificiais resulta em poluição ambiental, alto consumo de

energia e afasta as pessoas da natureza, pois cria espaços internos fechados que contrastam com o conceito de sustentabilidade na construção. Em vez disso, o ambiente interno deve se harmonizar com o ambiente natural (ibidem).

O planejamento de uma construção realizado de forma sustentável é extremamente importante, pois permite evitar desperdícios durante a obra e adotar técnicas construtivas que consomem menos energia, dando preferência a fontes renováveis. Uma obra planejada dessa forma deve atender às carências do usuário, ao mesmo tempo em que aborda os principais problemas ambientais da atualidade (SOUZA, 2010). Assim, como dito anteriormente, o enfoque será dado para a utilização sustentável da madeira na construção civil, em especial o sistema *LWF*.

3.3. SISTEMA LIGHT WOOD FRAME

O sistema *light wood frame (LWF)*, também intitulado como construção de madeira, é um modelo construtivo que emprega a madeira como principal material estrutural. Em tal sistema, a estrutura da edificação é formada por painéis de madeira, geralmente de tábuas ou perfis de madeira, que são montados e fixados para formar as paredes, pisos e telhados da construção (SOTSEK, SANTOS, 2018).

Esse tipo de construção é caracterizado por ser leve, rápido de montar e oferecer boa eficiência energética, além de ser considerado uma opção sustentável, uma vez que a madeira é um recurso renovável. Ainda, de acordo com Wang et al. (2014) edifícios de aço e concreto incorporam e consomem de 12 a 20% a mais de energia do que edifícios de madeira.

As construções com madeira também resultam na redução de resíduos, visto que as construções de aço e concreto produzem de 6 a 16% a mais de resíduos sólidos do que a madeira, tanto em manufatura quanto em construção (WANG et al., 2014)., de acordo com Sotsek e Santos (2018) o *sistema LWF* é amplamente utilizado em países como Estados Unidos, Canadá e países escandinavos¹. Nos Estados Unidos, aproximadamente 90% das construções são feitas com o sistema *LWF* (THALLON, 2008). Além disso, esse sistema tem ganhado popularidade em outras regiões devido às suas vantagens técnicas e ambientais.

De acordo com Zenid (2009), a madeira apresenta uma série de propriedades atrativas em relação a outros materiais. Essas incluem baixo consumo de energia durante o processo de produção, alta resistência específica, boas características de isolamento térmico e elétrico, além de ser facilmente trabalhada tanto manualmente quanto por máquinas. O aspecto que

¹ Corresponde aos países da Noruega, Suécia e Dinamarca

realmente diferencia a madeira dos demais materiais é a sua capacidade de ser produzida de forma sustentável, tanto em florestas nativas como em plantações, e por meio de técnicas silviculturais modernas utilizadas em reflorestamento.

Essas práticas permitem ajustar a qualidade da matéria-prima de acordo com o uso final desejado.

Conforme Leandro Dussarrat Brito (2010), a madeira de reflorestamento tem sido amplamente utilizada para atender às diversas demandas da utilização de madeira, ao mesmo tempo em que visa à preservação das florestas nativas. Assim, na década de 60, o Brasil optou pelos gêneros *Eucalyptus* (dicotiledôneas) (Figura 1) e *Pinus* (coníferas) (Figura 2) para um programa de reflorestamento (BRITO, 2010).

Figura 1 - Eucalyptus (dicotiledôneas)

Figura 2 - Pinus Taeda (coníferas)



Fonte: INNOVA, 2020.



Fonte: PINUS TAEDA, [s.d].

De acordo com Calil et al. (2006), o uso da madeira proveniente de reflorestamento de ciclo curto é uma maneira efetiva de promover a sustentabilidade ambiental. No entanto, ao considerar sua utilização na construção civil, é necessário levar em conta que essas espécies têm uma durabilidade natural que varia de baixa a moderada, e sua capacidade de absorver tratamentos preservativos também varia.

Em ambientes com alta presença de organismos biológicos agressivos, é essencial que a madeira, especialmente a utilizada em estruturas, possua uma permeabilidade adequada para garantir a retenção adequada dos produtos preservativos. Desse modo, o *LWF* que é construído a partir de madeira de reflorestamento, na maioria das vezes utilizando-se *Pinus*, deve ser uma madeira seca e sem imperfeições como nós ou desníveis (CALIL et al., 2006).

Segundo Brito (2010), em muitos países, o pinus tratado já é utilizado em diversas construções, como casas, pontes, barreiras de som e silos. O uso dessa madeira oferece algumas vantagens, como a redução do peso da estrutura, o que simplifica as fundações e os

alicerces, além de permitir uma construção mais rápida em comparação com a alvenaria. Ademais, o uso da madeira pré-fabricada reduz o desperdício de material, favorecendo a ideia de sustentabilidade. De acordo com Brito (2010):

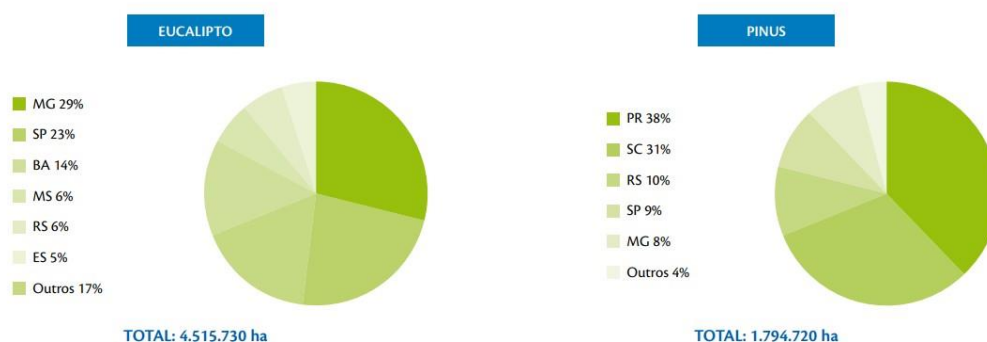
Embora o pinus seja considerado uma madeira de resistência mecânica e durabilidade natural relativamente baixas, possui uma alta capacidade de absorção de tratamentos preservativos. Isso garante um tratamento adequado, com penetração e retenção adequadas, resultando em uma vida útil da madeira superior a 50 anos, dependendo do produto, do processo de tratamento e das condições de uso.

Em virtude dessas vantagens supracitadas pelo autor, existe ainda a vasta quantidade de plantação de Eucalipto e Pinus no Brasil (BRITO, 2010). No Brasil, doravante a década de 60, o governo criou um programa de incentivos fiscais para aumentar a área plantada destas árvores e em poucos anos, a área com plantações de Eucalipto aumentou de 400 mil para 3 milhões de hectares (ibidem).

Segundo dados da Agência Brasil (2021), a área total de florestas plantadas no ano de 2021 atingiu 9,5 milhões de hectares, com 70,1% dessa extensão concentrada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Dentre essa área, 7,3 milhões de hectares eram destinados ao cultivo de eucalipto, enquanto 1,8 milhão de hectares eram ocupados por pinus. As plantações de eucalipto representaram 76,9 % do total das florestas destinadas a fins comerciais. Vale destacar que 45,4 % das áreas de eucalipto estavam localizadas na região Sudeste, enquanto a predominância nas regiões restantes era de florestas de pinus, que corresponderam a 83,9% do total no Sul. Assim, a imagem abaixo ilustra a distribuição da área de florestas plantadas das associadas individuais da ABRAF por segmento industrial, entre eucalipto e pinus, em 2009:

Figura 3 - Distribuição de *eucalyptus* e *pinus* no Brasil por estado em 2009

Gráfico 1.02 Distribuição das florestas plantadas com eucalipto e pinus no Brasil por estado em 2009



Fonte: Associadas da ABRAF (2010), adaptado por STCP (2009).

Desse modo, observa-se que as áreas plantadas com eucalipto e pinus vêm evoluindo bastante nos últimos anos, o que favorece a ideia de utilizar com maior frequência estas madeiras para os projetos com o sistema *LWF*. Ainda de acordo com Zenid (2009), essas madeiras estão substituindo o pinho-do-paraná e a peroba-rosa, que eram amplamente utilizados na construção civil. Isso se deve às várias vantagens que elas oferecem, como resistência, baixo peso, baixo consumo de energia durante o processamento, disponibilidade e facilidade de manuseio.

Algumas problemáticas surgem pensando em um método novo e pouco usado no Brasil, quanto a sua estrutura, resistência, conforto, mão de obra e até mesmo a sua beleza, levando em consideração que a primeira impressão que muitos brasileiros têm ao pensar em casas de madeira é relacionada a construções antigas, com aparência desagradável e vulneráveis a pragas, incêndios e umidade. No entanto, o sistema *LWF* tem um grande potencial para crescimento de no Brasil, devido seu material, constituído principalmente por montantes e travessas demadeira maciça e chapas de revestimento de *Oriented Strand Board*² (OSB), lascas de madeira de reflorestamento coladas em diferentes direções.

Ainda, de acordo com Pitzahn (2016), no Brasil, existe uma oportunidade favorável para a exploração florestal, pois há uma extensa área degradada e subutilizada que pode ser utilizada para expandir essa atividade. O setor florestal já é um dos maiores

² Oriented Strand Board (OSB) é um tipo de painel de madeira amplamente utilizado na construção civil e na indústria moveleira. É composto por camadas de lascas de madeira orientadas e prensadas com resina, formando uma placa rígida e resistente. O OSB é conhecido por sua alta resistência mecânica, estabilidade dimensional e facilidade de usinagem. Ele é utilizado em várias aplicações, como revestimento de paredes, pisos, tetos, estruturas de telhado e embalagens industriais. Sua produção é considerada sustentável, pois utiliza madeira proveniente de florestas plantadas e resíduos da indústria madeireira.

do país e está em constante crescimento. De acordo com a CONSUFOR³, atualmente existem 9 milhões de hectares dedicados a essa atividade, com um impacto econômico significativo, estimado em cerca de R\$65 bilhões.

A imagem ilustrada abaixo (Figura 4) demonstra como a estrutura *LWF* é um sistema construtivo em que as paredes, pisos e telhados são compostos por painéis de madeira:

Figura 4 - Sistema *Light Wood Frame*



Fonte: Atos Arquitetura, [s.d.]

O LWF possui um ótimo desempenho térmico e acústico, além de uma excelente relação resistência-peso. Isso significa que é uma construção leve, porém com grande rigidez. Também, oferece praticidade na manutenção e reduz a geração de resíduos e desperdícios de materiais. Como resultado, a construção é muito mais rápida em comparação com a construção convencional (MOLINA; CALIL, 2010).

3.4. NORMAS REGULAMENTADORAS

Para favorecer a propagação destes projetos, a norma técnica para sistema construtivo de casas de madeira em *wood frame* (ABNT NBR 16.936: Edificações em *light wood frame*) foi encaminhada para consulta nacional em fevereiro de 2019 (02/02). A publicação dessa norma permite que os profissionais consultem seu conteúdo para obter suporte técnico na utilização de tal tecnologia. De acordo com a Abimci (Associação Brasileira da Indústria de

³A CONSUFOR é uma empresa que ajuda outras empresas a melhorarem seus negócios e estratégias. Ela se especializa em trabalhar com indústrias como a madeira, papel e celulose, bioenergia, siderurgia, floresta e agronegócio.

Madeira Processada Mecanicamente), a implementação da norma é uma etapa fundamental para a evolução da utilização da madeira como material primário no país:

O interesse pelo sistema construtivo Light Wood Framing (LWF) começou a se expandir em todo o mercado brasileiro no início dos anos 2010. Para garantir a expansão desse sistema com qualidade, foram estabelecidas diretrizes de desempenho específicas. Em 2011, foi aprovada a primeira Diretriz SINAT nº 005, que trata dos sistemas construtivos estruturados em placas finas, também conhecidos como *Light Wood Framing* (BRASIL, 2011). Em 2013, o sistema construtivo TECVERDE, sistema TECVERDE utiliza como base os sistemas americano, alemão e canadense e assim eles criaram sua própria tecnologia construtiva, que é capaz de entregar obras até quatro vezes mais rápido que os sistemas tradicionais, com uma qualidade superior, bem como com eficiência nos processos. Com a Tecverde, é concebível atender incorporadoras e construtoras para os modelos residenciais uni e multi familiares, loteadores, órgãos públicos e empresas em geral, para obras comerciais, projetos especiais e franquias, bem como hospitais (TECVERDE, [s.d.]).

Um exemplo notável desse sistema leve em madeira, recebeu aprovação no Documento de Avaliação Técnica (DATec) nº 20 (BRASIL, 2013). Desde então, essas publicações foram sendo atualizadas de acordo com as necessidades dos envolvidos no processo, assim como está contido no Quadro a seguir (Quadro 2):

Quadro 2 - Publicações alteradas conforme necessidades

Publicação /ano		Campo de aplicação
DIRETRIZ SINAT Nº 005	2011	Sistema construtivo de unidades habitacionais unifamiliares térreas sobrados, isoladas e geminadas
	2016	Vedação vertical e entrepiso de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas e geminadas
	2017a	Parede, entrepiso e cobertura de unidades habitacionais unifamiliares térreas e sobrados, isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até 4 pavimentos
DATec Nº020	2013	Sistema construtivo de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas
DATec Nº020-A	2015	Vedação vertical de unidades habitacionais unifamiliares térreas isoladas ou geminadas
DATec Nº020-B	2017b	Vedação vertical de unidades habitacionais unifamiliares térreas sobrados, isoladas ou geminadas
ATec Nº020-C	2018	Vedação vertical e entrepiso de edificações unifamiliares térreas sobrados, isoladas ou geminadas, e edificações multifamiliares de até 4 pavimentos.

Fonte: Adaptação própria com base na obra de Albuquerque, et al, 2020.

No Brasil, as edificações construídas em LWF aderem às diretrizes estabelecidas pela Diretriz SINAT Nº 005 (2011). Essas diretrizes abordam os sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com revestimentos em placas finas (sistemas leves conhecidos como "*Light Wood Framing*"). Essa diretriz estabelece os requisitos, critérios de desempenho e métodos de avaliação para esses sistemas construtivos. Os sistemas construtivos objetos dessa diretriz referem-se a estruturas, paredes (vedação vertical externa ou interna) e entrepisos (BRASIL, 2016).

Além disso, seguir essas diretrizes é importante para orientar as decisões em projetos de LWF. No entanto, é essencial considerar critérios específicos para as diferentes regiões do Brasil. É necessário fornecer informações detalhadas no projeto, evitando erros de concepção que possam prejudicar as vantagens desse sistema e, principalmente, o uso da madeira. Porém, as informações contidas nos documentos existentes são extensas, mencionando normas nacionais e internacionais que podem não ser claras ou de fácil acesso para os

profissionais técnicos, construtores e projetistas que não têm familiaridade com essa tecnologia em sua formação ou rotina de trabalho. Portanto, há uma demanda por materiais mais didáticos, interativos e informativos que expliquem como aplicar o LWF no contexto brasileiro (ALBUQUERQUE, et al., 2020).

Além dessas normas que já foram citadas, existe uma norma brasileira (NBR) que rege o projeto e detalhamento de estruturas de madeira é a NBR 7190 de 1997 (Projeto de estruturas de madeira) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3.5. UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE FORMA SUSTENTÁVEL

A madeira é um material largamente utilizado na construção civil, desde os estágios iniciais até os acabamentos (JÚNIOR; SILVA; SOARES, 2017), sendo um dos produtos florestais mais utilizados em todo o mundo. É usada em edifícios grandes e pequenos. Assim, existe uma ampla oferta global para o futuro previsível e, embora haja uma tendência mundial de desmatamento, geralmente é devido ao desmatamento para agricultura, em vez de extração de madeira. No entanto, a extração ilegal de madeira continua sendo uma preocupação (JÚNIOR; SILVA; SOARES; 2017).

A madeira não é uniforme nas camadas de cerne e alburno. Em geral, as árvores produzem anéis anuais. Esses anéis refletem o ambiente em mudança. O rápido crescimento durante a primavera produz “madeira precoce”, menos densa e composta por grandes células com paredes mais finas, permitindo um transporte eficiente de água para suportar fotossíntese intensa (AMARAL, 1994).

Este período é seguido por um crescimento mais lento, produzindo “lenho tardio”, caracterizado por células menores e mais compactadas, cuja produção é interrompida no inverno (AMARAL, 1994). Cada anel anual consiste em madeira inicial e tardia. Em madeiras macias, a transição pode ser gradual, distinta ou uma combinação de cada um. Já nas folhosas, os vasos podem ter um tamanho diferente inicial e tardia (grandes vasos em madeira inicial de madeira porosa anelar, como carvalho, olmo) ou ter uma aparência mais uniforme (madeira de porosidade difusa de faia e amieiro) (AMARAL, 1994).

É importante entender o tempo adequado de manuseio da madeira. A construção civil tem sido criticada por causar impactos negativos ao meio ambiente. Para diminuir esses impactos, a indústria busca implementar práticas sustentáveis em toda a sua cadeia produtiva. A construção sempre foi reconhecida como uma grande fonte de problemas ambientais devido ao uso intensivo de recursos naturais e energia, além da poluição gerada. Por isso, projetos que visam reduzir esses efeitos prejudiciais são muito valorizados

(ANDRADE, TACHIZAWA; CARVALHO, 2004). Atualmente, de acordo com a ONU (2023), estima-se que o setor de construção seja responsável por até 45% das emissões anuais de gases de efeito estufa, principalmente devido ao uso de combustíveis fósseis durante a fase operacional, e consome cerca de 40% de todos os recursos naturais utilizados.

O Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (2007) estimou que as emissões de gases de efeito estufa (GEE) relacionadas à construção foram de aproximadamente 8,6 milhões de toneladas métricas de CO₂ equivalente em 2004. Um ponto que chama atenção é a taxa de crescimento dessas emissões: entre 1971 e 2004, estima-se que as emissões de dióxido de carbono, incluindo aquelas provenientes do uso de eletricidade em edifícios, tenham aumentado a uma taxa de 2,5% ao ano para edifícios comerciais e 1,7% ao ano para edifícios residenciais (VERAS, 2014).

Há uma demanda crescente para que os profissionais de engenharia civil lidem com a sustentabilidade e a utilização de recursos naturais, tornando-se cada vez mais escassos a cada ano. Além disso, há uma crescente aceitação nos órgãos profissionais de engenharia de que esses profissionais têm uma responsabilidade com toda a sociedade, não apenas com seus empregadores ou clientes. Portanto, é necessário que o profissional de engenharia civil possua conhecimento sobre materiais sustentáveis (CORRÊA, 2009).

A forma mais eficiente para que o engenheiro e a indústria da construção adotem práticas sustentáveis é incorporando resíduos de outras indústrias em materiais de construção. Quanto maior for a durabilidade de um material, maior será sua vida útil e, por conseguinte, menor será seu impacto ambiental, a adoção de técnicas mais sustentáveis na construção civil traz vantagens para todas as partes envolvidas. Ao abraçar o conceito de obras sustentáveis é possível gerar economia, tanto no planejamento quanto na execução, além de proporcionar benefícios a longo prazo. Existem diversas maneiras de aplicar a sustentabilidade nesse setor. Os impactos podem ser reduzidos por meio de ações simples, como o planejamento adequado do uso de papel e a gestão adequada do descarte de resíduos, como entulhos, além de que existe uma extensa vantagem econômica. Assim como diz Takeshy Tachizawa (2015):

Ademais, a indústria da construção civil está vivenciando um período próspero, com aumento de lucros, valorização dos profissionais e expansão do mercado. No entanto, assim como em qualquer setor, as empresas precisam estar atentas às demandas da sociedade em que estão inseridas. A preocupação com questões ambientais tem se tornado

cada vez mais relevante, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento.

Um dos principais pontos de discussão relacionados à sustentabilidade é a quantidade de resíduos gerados pelas construções, que atualmente é estimada em cinco vezes mais do que a quantidade de produtos utilizados (GOLDEMBERG; et al., 2011). Aproximadamente 35% do total dos recursos naturais consumidos pelo setor produtivo são associado à construção. Dessa forma, cresce progressivamente a procura por empreendimentos sustentáveis, movimentando toda a cadeia da construção civil (GREEN BUILDING COUNCIL, 2015).

Segundo Marques (2008) a sustentabilidade na indústria da construção pode ajudar a atender às necessidades das gerações presentes e futuras, conservando energia, água e recursos naturais por meio de reutilização, reciclagem, design inovador e minimização de resíduos e poluição. Para tanto, são tomadas medidas proativas para reverter ou minimizar os impactos negativos que as atividades de construção causam ao meio ambiente.

Construir utilizando materiais sustentáveis traz benefícios não apenas para o meio ambiente, mas também para o cliente em termos de economia, preservação do patrimônio e atendimento às políticas de planejamento. Existe um consenso de que um material sustentável é aquele que não esgota os recursos naturais e não causa impactos negativos ao meio ambiente quando utilizado. Portanto, utilizar materiais sustentáveis é uma escolha consciente que promove a harmonia entre a construção e a preservação ambiental.

Tachizawa e Andrade (2015) destacam que a implementação de regulamentações abrangentes e políticas governamentais que fomentem um ambiente de mercado favorável é de extrema importância para promover o desenvolvimento sustentável nos setores de construção e materiais de construção. Tendo em vista que essa demanda por produtos, projetos e processos construtivos mais sustentáveis tem ganhado reconhecimento tanto por organizações internacionais quanto por governos, resultando na promoção de novos critérios de sustentabilidade na indústria da construção

Esses critérios englobam requisitos relacionados ao desempenho funcional, técnico, ambiental, social e econômico que devem ser atendidos. Tornando a criação de um ambiente de mercado favorável como fator essencial para impulsionar a adoção de práticas mais sustentáveis na construção (RIBEIRO; et al., 2016).

Um levantamento feito em 2018 pela US Green Building Council (USGBC) coloca o Brasil em quarto lugar no mundo com mais construções certificadas pelo

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED⁴), um programa de construções sustentáveis(BRASIL, 2018).

Leonardo Borges (2017) utiliza como um exemplo de material sustentável as telhas feitas com Tetra Pak, que são desenvolvidas através das caixas de leite de longa vida, com papel, alumínio e plástico reciclados. Essas telhas estimulam a reciclagem, já que são feitas com materiais para os quais os destinos mais comuns seriam os lixões ou aterros sanitários. Desta forma, contribui essencialmente para a sustentabilidade, em especial o meio ambiente(BORGES, 2017).

Outro exemplo são os cimentos contendo alto volume de um ou mais materiais cimentícios complementares (CCM), como cinzas volantes de carvão, escória granulada, sílica ativa e cinzas reativas de casca de arroz. Durante o processo de fabricação do cimento, é emitido um grande volume de CO₂, diretamente (0,9 toneladas/tonelada de clínquer). A redução da quantidade de clínquer, por meio da substituição por CCM, resulta em menores emissões de CO₂ (PINHEIRO, 2003).

Ainda nesse contexto, os blocos de lama estabilizados (SMB) são uma opção ecológica e energeticamente eficiente em substituição aos tijolos de barro queimado. Esses blocos são feitos compactando uma mistura de solo, areia, estabilizador (cimento/cal) e água, resultando em blocos sólidos.

Segundo Baldin (2019) quando se trata da construção civil, a mistura de resíduos da fabricação de blocos cerâmicos com polpa de bambu refinada pode substituir com segurança até 20% do cimento utilizado.

Portanto, os indicadores de construção sustentável são importantes para a concepção, verificação e planejamento de um ambiente construído sustentável. Nesse contexto, um indicador é uma variável quantitativa ou qualitativa mensurável, que descreve um resultado desejável que leva ao alcance das metas de sustentabilidade (ANDRADE, TACHIZAWA e CARVALHO, 2004). Os empreendimentos sustentáveis devem ser executados e projetados para que diminua a agressão em áreas de vegetação, produzam menos resíduos, consumam uma quantidade menor de energia e água durante as operações, otimizem o uso de matérias primas. Os materiais usados devem ter boa durabilidade ser flexíveis, e serem de fácil reaproveitamento, podendo assim serem reutilizados (THALLON, 2008).

⁴ O LEED é um símbolo de excelência reconhecido e continua a agregar o nível em termos de sustentabilidade para edifícios, cidades e comunidades.

3.6. A SUSTENTABILIDADE E A RELAÇÃO COM OS STAKEHOLDERS

Levando em consideração a comprovação da viabilidade da madeira, a última resposta que falta para concluir o argumento utilizado no trabalho é: Existe a possibilidade de conciliar a sustentabilidade e o interesse dos *stakeholders*?

Assim, neste subtópico final, o enfoque será dado para responder a pergunta central desta pesquisa: É viável argumentar que o envolvimento e o interesse dos *stakeholders* em sustentabilidade podem ser benéficos para promover o desenvolvimento sustentável na indústria da construção civil, em particular no setor de comércio de madeira (*wood frame*)? Para responder tal questionamento, será utilizado principalmente os argumentos de Takeshy Tachizawa e Andrade (2015). Desse modo, de acordo com Takeshy e Andrade, é possível estabelecer estratégias de e responsabilidade social e gestão ambiental. Essas estratégias não são necessariamente as mesmas aplicadas em todas as organizações desse tipo. Elas dependem das características únicas e do estilo de gestão (crenças e valores) adotado pelo principal gestor em cada organização específica (ANDRADE; TACHIZAWA, 2015). O autor cita o exemplo da Aracruz Celulose, que dissemina suas práticas socioambientais baseadas na comunicação institucional dos valores sociais e ambientais da empresa os stakeholders. Em vez de focar em seus produtos, ela apresenta um breve perfil da empresa e os seus valores corporativos, entre eles o de preocupação com o futuro do planeta (ANDRADE; TACHIZAWA, 2015).

Além desse primeiro exemplo, Takeshy e Andrade (2015) mencionam que, devido ao alto teor tecnológico dos produtos fabricados pelas empresas do setor de comunicações e telecomunicações, a estratégia de reciclagem de componentes obsoletos descartados por essas empresas é viável (ANDRADE; TACHIZAWA, 2015):

De acordo com Tachizawa e Andrade (2015), a sociedade atual é mais consciente e mais receptiva a aspectos de marketing ecológico que os produtos irão lhe oferecer. Para comprovar esse fato o autor cita cerca de 40 empresas (Tramontina, Tok & Stok, Cickel, entre outras) que criaram o grupo de Compradores de Madeira Certificada com adoção de selo de procedência ambiental e social. Além da *Forest Stewardship Council* – FSC (Conselho de Administração Florestal), que certifica florestas e produtos de madeira, assegurando ao consumidor que os locais de onde provêm esses produtos são bem administrados

Essa certificação é concedida aos produtores florestais que operam de forma adequada, levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos. Ela estabelece medidas preventivas e de monitoramento ambiental para o crescimento das florestas. Além disso, a administração de uma floresta certificada inclui planos para proteger áreas e espécies raras, ameaçadas ou em perigo de extinção. O FSC está presente em mais de 50 países e cerca de 5% da madeira comercializada é certificada. No Brasil, as matas certificadas incluem plantações de pinus e eucaliptos no sul do país e na floresta amazônica (ANDRADE; TACHIZAWA, 2015).

O autor ressalta as vantagens comparativas do Brasil na obtenção de madeira de matas plantadas levaram grandes empresas estrangeiras se estabelecerem no país, em *joint-ventures* (parcerias e alianças estratégicas) com empresas brasileiras, grandes plantas industriais (fábricas) desse produto, esse modo, estas empresas possuem práticas de produção de madeira reflorestada utilizando um bom uso dos recursos naturais e preservando um significativo volume de matas nativas, aliada à observância da legislação florestal federal vigente (ANDRADE; TACHIZAWA, 2015).

A presença desses *stakeholders* no Brasil traz benefícios econômicos significativos em termos de lucro e estabilidade financeira. Elas também buscam alcançar resultados sociais positivos e melhorar sua imagem como uma organização ecologicamente consciente e comprometida com o meio ambiente (ibidem, p.66)

Além do valor econômico, existe o valor socioambiental, pois o número de matas nativas que são preservadas aumenta consideravelmente, levando em conta que elas são preservadas por conta das necessidades produtivas de madeira, ao mesmo tempo que mantém um parque ecológico (museu, criadouro científico de animais e trilha ecológica), além de laboratório de produção de medicamentos fitoterápicos (cremes, pomadas, xaropes, pastilhas e itens afins produzidos a partir de folhas, flores, cascas e raízes) (ibid).

4. DISCUSSÕES

Desse modo, de acordo com o autor Luís Marques (2008), os edifícios e construções feitos a partir da madeira possuem uma alta resistência e um baixo peso, o que ajuda a diminuir o tamanho das fundações e o efeito da ação sísmica. Além de sua alta durabilidade, isolamento térmico, acústico e elétrico excepcional, quando cumpridas as boas condições de manutenção, isto é, mantendo-a arejada e seca (MARQUES, 2008). Além da madeira ter um excelente desempenho com relação a resistência ao fogo, pois apesar desta ser combustível e opostamente ao que se passa com o aço ou o betão, a sua combustão é lenta e as propriedades da zona não ardida permanecem quase inalteradas.

De acordo com Marques (2008), a utilização da madeira na construção civil também contribui com a sustentabilidade quando comparado a emissão de gases, produção de resíduos sólidos, energia incorporada e liberação de poluentes para a água e o ar, tendo como análise o ciclo de vida dos materiais, a madeira apresenta um melhor desempenho em comparação aos principais materiais utilizados na construção civil.

Além de que como foi citado anteriormente, a madeira é um material com extensa abundância e pode estar sendo sempre passando por processos de reflorestamento (MARQUES, 2008):

Ainda de acordo com Marques (2008), A análise do ciclo da madeira mostra que ela possui desempenho muito melhor que o aço ou o betão quando se trata de energia incorporada, liberação de poluentes para o ar, produção de poluentes para a água e produção de sólidos. Dessa forma, a madeira possui vantagens e propriedades que a tornam num material fundamental para uma racionalização ecológica de qualquer construção, reduzindo o consumo energético, a utilização de recursos, minimizando a poluição e reduzindo o impacto ambiental (MARQUES, 2008). Assim como diz Luís Marques (2008):

“A utilização de madeira, seja para construção ou qualquer outro fim, deve ser conduzida de maneira sustentável, garantindo um equilíbrio global por meio do reflorestamento. Esse reflorestamento é fundamental para preservar os recursos e a biodiversidade do nosso planeta e de seus sistemas ecológicos, mantendo uma harmonia necessária entre o desenvolvimento humano e a manutenção desses recursos. Quando as florestas são exploradas de forma sustentável, elas contribuem para a preservação do equilíbrio biológico, garantindo o crescimento das árvores e a fixação contínua do dióxido de carbono na atmosfera. No entanto, a destruição ou a substituição das florestas para outros fins resultam na diminuição da biomassa

e na perda significativa na captura de dióxido de carbono. Portanto, é essencial que as florestas façam parte de um sistema de reflorestamento sustentável, com renovação e replantio contínuos. Isso requer um planejamento que leve em consideração o estado inicial das florestas, a biodiversidade, assim como a qualidade do solo e da água específicos de cada região. Esse processo deve ser realizado gradualmente, com a gestão das florestas considerando árvores de diferentes idades, o que possibilita uma exploração contínua e economicamente equilibrada.”

Além de tudo isso, as florestas plantadas a partir de madeiras como Pinus e eucalipto, podem ter uma durabilidade de até 30 anos quando tratadas com sais especiais e submetidas a processos de retirada de umidade em autoclaves industriais (ALMEIDA, 2016). Isso a torna tão durável quanto ou até superior às madeiras nativas. Além disso, as madeiras de florestas plantadas são economicamente viáveis, pois mesmo com o processo de tratamento, seu custo continua baixo (ALMEIDA, 2016).

5. CONCLUSÃO

A partir da análise realizada nesta pesquisa, evidencia-se a noção de que a madeira possui potencial para contribuir com a sustentabilidade na indústria da construção civil, principalmente no Brasil, que é reconhecido mundialmente pela sua vasta quantidade de solo fértil para plantio de madeira de reflorestamento. Embora a madeira seja frequentemente associada ao desmatamento, é importante reconhecer que se trata de um recurso renovável que, se utilizado de maneira adequada, pode apresentar benefícios ambientais significativos. Assim como escreve Luís Marques (2008), a madeira é um dos melhores recursos quando se trata de sustentabilidade, por conta de sua facilidade, resistência e versatilidade.

Diferente de outros materiais de construção utilizados pelo ser humano, a madeira não causa tantos danos ao meio ambiente como o concreto e o aço, que possuem uma enorme pegada de carbono. Assim, o uso de madeira em vez de aço ou concreto reduz o impacto ambiental, bem como os custos de construção e operação (THALLON, 2008) (WANG et al., 2014). Deste modo, os avanços na tecnologia de construção permitem o uso de madeira em uma ampla escala de edifícios não residenciais, de vários andares e de grandes vãos. Os códigos de construção têm evoluído de acordo, para acomodar os métodos de construção em madeira proporcionando um vasto catálogo de opções com o uso da madeira (MARQUES, 2018).

Dessa maneira, esta pesquisa atingiu seu objetivo ao demonstrar que cada vez mais se investe em pesquisas e formas inovadoras de trabalhar com a madeira no Brasil, e em especial com o *Light Wood Frame*. Assim, estes sistemas “inovadores” que utilizam painéis de madeira de reflorestamento, permitem a substituição quase total do uso de cimento e outros materiais de alto custo produtivo, considerando a utilização dos recursos naturais para sua fabricação (COSTA, 2017) (ZENID, 2009).

A industrialização da construção em madeira possui vantagens financeiras significativas em comparação com o concreto. A leveza da madeira permite o uso de maquinário mais leve, resultando em menores investimentos iniciais. Isso é especialmente vantajoso no setor volátil da construção. Além disso, se houver uma demanda reduzida, os custos fixos a serem cobertos também serão menores. Essa vantagem financeira adaptável promove a sustentabilidade econômica das empresas de construção em madeira (MARQUES, 2018).

Nesse cenário, o uso de madeira de reflorestamento na construção civil está em sintonia com a nova era, focada em diminuir os danos ao meio ambiente causados pela interferência no ser humano (ANDRADE; TACHIZAWA; CARVALHO, 2004). Fica comprovado, então, que a construção em madeira é definitivamente uma tendência que as construtoras e os engenheiros civis e arquitetos devem levar em consideração. Em consonância, as empresas interessadas irão adquirir o serviço visando diminuir os impactos ambientais e aumentar seus lucros econômicos.

Em vista de atingir esses objetivos, nos últimos anos, muitas construtoras têm investido na industrialização de seu processo construtivo – que ainda tem como base o concreto. É esperado que exista uma intensa demanda para casas e materiais feitos de madeira. Esta mudança seria responsável por gerar reparos e futuros ganhos para essas empresas de construção, que já tiveram tantos problemas com construções feitas a partir de aço e concreto.

Desse modo, para empresas que ainda não investiram na industrialização, construir com madeira é certamente uma oportunidade. Assim, os *stakeholders* poderiam responder a esta nova tendência que verá um aumento da demanda nos próximos anos. É uma vantagem para eles que a industrialização da construção em madeira, como mencionado anteriormente, requer investimentos menores porque a madeira é muito mais leve que o concreto. O maquinário utilizado pode, portanto, ser mais leve. Esse investimento inicial mais baixo é uma vantagem no volátil setor de construção. Se uma fábrica de casas de madeira não puder operar a plena capacidade devido à menor demanda, os custos fixos que precisam ser cobertos também serão menores.

Portanto, o presente estudo atingiu o objetivo proposto ao constatar que a madeira apresenta alta viabilidade social, sendo de fácil utilização na construção e apresentando um material sustentável, proporcionando melhorias a longo prazo para a sociedade e vantagens para os *stakeholders*.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro. BESSETTE, A. E.; HOYLE R. J. (1985). (Projeto de estruturas de madeira) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- ALBUQUERQUE, Juliana Guarda de, *et al.* **Revisão das diretrizes técnicas do SINAT paracomponentes das paredes do sistema Light Wood Frame no Brasil**. 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229528>>. Acesso em: 14. jun. 2021.
- ALMEIDA, Tamires. **Pinus: uma importante resina para indústria madeireira**. 2016. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/pinus-uma-importante-resina-paraindustria-madeireira>>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- AMARAL, Alina Célia Banzatto. **Implantação da metodologia de densitometria de raios-X em madeira**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 1994. doi:10.11606/D.11.1994.tde-20210918-200951. Acesso em: 06. jun. 2023.
- ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento das cidades sustentáveis**. 2015.
- ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental: Enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. In: *Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável*. 2002.
- ARQUITETURA, Atos. **Dicas para quem vai construir sua casa – Construção em Wood Frame**. Com.br. Disponível em: <<https://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-e-m-wood-frame/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 1997. 107 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118.
- BALDIN, Claudia Regina Bernardi. **Estudo da influência da substituição parcial do cimento por resíduo de cerâmica vermelha na transferência de calor em placas de fibrocimento**. 2019. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4518>>. Acesso em: 14. jun. 2023.
- BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial**. Saraiva Educação SA, 2017.
- BORGES, Leonardo. **Telhas recicladas de embalagens Tetra Pak**. Autossustentavel.com. 2018. Disponível em: <<https://autossustentavel.com/2017/11/telhas-tetra-pak.html#:~:text=As%20telhas%20feitas%20com%20Tetra%20Pak%20estimulam%20a,para%20a%20sustentabilidade%2C%20em%20especial%20o%20meio%20ambiente.>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL, G. B. C. **Brasil ocupa o 4o lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional LEED**. GBC Brasil. Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Cidade. DATec nº 020-A - **Sistema de vedação vertical leve em BRASIL**, Ministério da Cidade. DATec nº 20 - Sistema construtivo TECVERDE: BRASIL, Ministério da Cidade. Diretriz Sinat nº 005: Sistemas construtivos. 2020.

BRASIL, Ministério das Cidades. DATec Nº 020-C - **Produto "Sistema estruturado em BRASIL**, Ministério das Cidades. Diretriz SINAT nº 005. 2019.

BRASIL, Ministério das Cidades. Diretriz SINAT nº 005 - Revisão 01 - **Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas** (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing"). Brasília: PBQP-H, 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. Diretriz SINAT nº 005 - Revisão 02 - Sistemas CAIADO, Alessandra Ramos. **Contribuição ao estudo da rotulagem ambiental dos materiais de construção civil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, University of São Paulo, São Paulo, 2014. doi:10.11606/D.16.2014.tde-25072014-094008. Acesso em: 13. jun. 2023.

CALIL, C. Jr.; DIAS, A. A. et al (2006). **Manual de projeto e construção de pontes de madeira**. São Carlos: Suprema, 2006. 252p. ISBN: 85-98156-19-1.

CAO, Lilly. Estruturas de madeira são o futuro dos arranha-céus? **ArchDaily Brasil**. 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/924518/estruturas-de-madeira-sao-o-futuro-dos-arranha-ce-us>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

CHAPAS (**Sistemas leves tipo "Light Wood Framing"**). Brasília: PBQP-H, 2016.

CHAPAS (**Sistemas leves tipo "Light Wood Framing"**). Brasília: PBQP-H, 2017a.

CONTTEUDO. WOOD FRAME → **O que é, Benefícios, Fotos, Preços**. ConstruindoDECOR. Disponível em: <<https://construindodecor.com.br/wood-frame/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil)-Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

ONU. **EMISSÕES de CO2 na área de construção civil atingem novo recorde**. ONU News. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805122>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

AGÊNCIA BRASIL. **Florestas plantadas no Brasil ocuparam 9,5 milhões de hectares em 2021**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-09/florestas-plantadas-no-brasil-ocuparam-95-milhoes-hectares-2021>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

GALLOWAY, Andrew. **Por que edifícios de madeira estão em ascensão?** Uma entrevista com especialista em estruturas de madeira da Perkins+Will. ArchDaily Brasil. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/623862/por-que-edificios-de-madeira-estao-em-ascensao-uma-entrevista-com-a-especialista-em-estruturas-de-madeira-da-perkins-mais-will>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio dasustentabilidade na construção civil**. Editora Blucher, 2011.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificado leed: gráficos de crescimento no Brasil**. 2016.

HENDGES, Antônio Silvio. **Saiba mais: Fibras vegetais, artigo de Antônio Silvio Hendges**. 2010. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2010/07/28/saiba-mais-fibras-vegetais-artigo-de-antonio-silvio-hendges/>>. Acesso em: 12. jun. 2023.

JÚNIOR, Carlos Roberto Cordeiro; SILVA, Wendna Cristina Rocha; SOARES, Paulo de Tarso Machado Leite. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, v. 2, n. 4, p. 79-93, 2017. Disponível em: <<https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/projectus/article/view/278>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

KANEHIRA, Caroline. **O uso da madeira na Construção Civil: no Brasil e no mundo**. EESCjr. 2022. Disponível em: <<https://eescjr.com.br/blog/o-uso-da-madeira-na-construcao-civil-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-tema/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MASSETTO, Giovana. **Norma para construção de casas de madeira em wood frame é enviada para consulta nacional**. ABIMCI. 2023. Disponível em: <<https://abimci.com.br/norma-wood-frame-consulta-nacional/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MOLINA, J. C.; CALIL, C. J. **Sistema Construtivo em Wood Frame Para Casas De Madeira**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p.143- 156, 2010.

OFFICE FÉDÉRAL DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL ARE. 1987: Le Rapport Brundtland. **Admin.ch**. Disponível em: <<https://www.are.admin.ch/are/fr/home/medien-und-publikationen/publikationen/nachhaltige-entwicklung/brundtland-report.html>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

PINHEIRO, Manuel. **Construção sustentável: mito ou realidade**. In: Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente. 2003.

PINUS taeda - **Bonsai, Conifer, Evergreen Leaves** - Loblolly Pine. Sheffields Seeds OnlineLtd. Disponível em: <<https://sheffields.com/seeds-for-sale/Pinus/taeda/////1095/Loblolly-Pine/Loblolly-Pine>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

QUEM Somos. Com.br. Disponível em: <<https://www.tecverde.com.br/a-tecverde/>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

RELATÓRIO ESPECIAL DO PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE

MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE OS IMPACTOS DO AQUECIMENTO GLOBAL DE; DE EFEITO ESTUFA, 5°C Acima dos Níveis Pré-Industriais e. Respectivas Trajetórias de Emissão de Gases; DO CLIMA, no Contexto do Fortalecimento da Resposta Global à Ameaça da Mudança; *et al.* **Aquecimento Global de 1, 5°C. Ipcc.ch.** Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

RIBEIRO, Denise; DE MOURA, Larissa Santos; DOS SANTOS PIROTE, Natália Stéfanie. Sustentabilidade: formas de reaproveitar os resíduos da construção civil. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 20, n. 31, p. 41-45, 2016. Disponível em: <<https://seer.pgsscogna.com.br/index/login?source=%2Farticle%2Fdownload%2F3880%2F3230%2F0>>. Acesso em: 15. jun. 2023.

RIZZI, Caroline. Wood frame: tudo sobre conceito, estrutura e benefícios. **Mega Sistemas Corporativos**. 2018. Disponível em: <<https://www.mega.com.br/blog/wood-frame-tudo-sobre-conceito-estrutura-e-beneficios-2731/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

ROQUE, Rodrigo Alexander Lombardi; PIERRI, Alexandre Coan. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Research, society and development**, v. 8, n. 2, p. e3482703-e3482703, 2019.

SISTEMA leve em madeira. **Secretaria Nacional da Habitação, Programa Brasileiro da SNH, PBQP-H, SINAT**, 2018.

SOTSEK, Nicolle Christine; SANTOS, Adriane de Paula Lacerda. Panorama do sistema construtivo light wood frame no Brasil. 2018. **Ambiente construído**, v. 18, n. 3, p. 309–326, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/Rtrt8PVLhMJWjQzzZ8y9j6M/?lang=pt&format=pdf>>.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Florianópolis, SC, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/9885607-Analise-comparativa-do-custo-de-uma-casa-unifamiliar-nos-sistemas-construtivos-de-alvenaria-madeira-de-lei-e-wood-frame.html>>. Acesso em: 15. jun. 2023.

TÉCNICO, Apoio. **Elaboração STCP Engenharia de Projetos Ltda. Supervisão ABRAF. Ipef.br**. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/acervo/historico/informacoestecnicas/estatisticas/anuario-ABRAF-2010-BR.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

TELHAS recicladas de embalagens Tetra Pak. **Autossustentavel.com**. Disponível em: <<https://autossustentavel.com/2017/11/telhas-tetra-pak.html#:~:text=As%20telhas%20feitas%20com%20Tetra%20Pak%20estimulam%20a,para%20a%20sustentabilidade%2C%20em%20especial%20o%20meio%20ambiente.>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

THALLON, Rob. **Graphic guide to frame construction**. Taunton Press, 2008.

VENKATARAMA REDDY, B. V.; LAL, Richardson; NANJUNDA, K. S. Optimum soil grading for the soil-cement blocks. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 19, n. 2, p. 139-148, 2007. Disponível em: <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2007\)19:2\(139\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(2007)19:2(139))>. Acesso em: 12. jun. 2023.

VERAS, Mariana Ribeiro. **Sustentabilidade e habitação de interesse social na cidade de São Paulo**: análise de obras. 2014. 141 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/25963>>. Acesso em: 12. jun. 2023.

VERTICAL leve em madeira - Tecverde". Brasília: SNH, PBQP-H, SINAT, 2017b.

VIEIRA, Patrícia Elias; VIEIRA, Charles Bittencourt. O selo verde na construção civil e sustentabilidade. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 7, n. 3, p. 2366-2385, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/5589>>. Acesso em: 12. jun. 2021.

Wang L, Toppinen A, Juslin H. **Use of wood in green building**: A study of expert perspectives from the UK. *Journal of Cleaner Production* 65:350-361. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.023>. 2014.

ZENID, Geraldo José (coord.). **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo/SVMA.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: João Gabriel de Oliveira Zamarchi

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 12.12.2023

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **9,19%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [△](#)

Suspeitas confirmadas: **8,86%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [△](#)

Texto analisado: **95,49%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).


Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5
terça-feira, 12 de dezembro de 2023 08:24

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **JOÃO GABRIEL DE OLIVEIRA ZAMARCHI**, n. de matrícula **40963**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 9,19%. Devendo o aluno realizar as correções necessárias.

Documento assinado digitalmente
 HERTA MARIA DE AÇUCENA DO NASCIMENTO S
Data: 12/12/2023 17:15:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário Faema – UNIFAEMA