



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

JOÃO VITOR MARCADELLI DAKUSAKU

**ESTUDO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS E SUA
APLICABILIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: Tijolo ecológico e
madeira certificada**

**ARIQUEMES - RO
2023**

JOÃO VITOR MARCADELLI DAKUSAKU

**ESTUDO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS E SUA
APLICABILIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: Tijolo ecológico e
madeira certificada**

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 (a): Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes.

**ARIQUEMES - RO
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA (APÓS A BANCA)

JOÃO VITOR MARCADELLI DAKUSAKU

**ESTUDO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS E SUA
APLICABILIDADE EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: Tijolo ecológico e
madeira certificada**

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 (a): Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Me. Felipe Cordeiro de Lima
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Me. Jociel Honorato de Jesus
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO
2023**

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram e tornaram esse momento possível. Obrigado!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, a minha avó Paulina Marcadelli da Silva, ao meu avô, Francisco Crispim da Silva e minha mãe Lucineide Marcadelli da Silva por sempre estarem presentes nessa jornada acadêmica e permitirem esse momento, aos meus amigos que me apoiaram e ajudaram durante esta trajetória, principalmente nos momentos mais difíceis dessa etapa.

Aos meus colegas de trabalho e colegas de sala, que compartilhando ideias e cooperando conseguimos superar todas as adversidades. Aos meus docentes por todo o conhecimento repassado à minha pessoa. À minha coordenadora do curso de engenharia civil e docente orientadora Silênia Priscila da Silva Lemes por sugerir, propor, orientar e avaliar o meu trabalho de conclusão de curso.

Por fim, às minhas duas mascotes, Chopper e Nami, que sempre estiveram ao meu lado em todas as noites que passei acordado estudando para poder chegar a esse momento.

*“Uma mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original.”*
Albert Einstein

RESUMO

Os materiais de construção sustentável desempenham um papel essencial na redução do impacto ambiental. Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo investigar a aplicação de tijolos ecológicos e madeira certificada em projetos de construção civil, com enfoque na sustentabilidade. A pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica abrangendo conceitos, características, técnicas de produção, normas e regulamentos. Exemplos de projetos foram apresentados, discutindo os impactos ambientais, desempenho acústico e propriedades mecânicas e térmicas desses materiais sustentáveis. A revisão bibliográfica indica que o uso de tijolos ecológicos e madeira certificada contribui para a eficiência energética, sustentabilidade e redução do impacto ambiental na construção civil, mas pesquisas adicionais são necessárias para compreender plenamente suas implicações, incluindo a viabilidade econômica e a aceitação pelos usuários finais.

Palavras-Chave: Construção sustentável, Materiais de construção, impacto ambiental, madeira certificada, tijolo ecológico.

ABSTRACT

Sustainable building materials are essential for reducing environmental impact. This thesis aimed to investigate the application of eco-friendly bricks and certified wood in civil construction projects, with a focus on sustainability. The research involved a literature review covering concepts, characteristics, production techniques, as well as the norms and regulations governing their use in civil construction. Furthermore, examples of projects employing these sustainable materials were presented, discussing their environmental impacts, acoustic performance, and mechanical and thermal properties. The literature review indicated that the use of eco-friendly bricks and certified wood can significantly contribute to energy efficiency, sustainability, and reduced environmental impact in civil construction. However, further research is needed to fully understand the implications of using these materials in civil construction, including their economic feasibility and acceptance by end users.

Keywords: Sustainable construction, Building materials, Environmental impact, Certified wood, Ecological brick.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de exemplos de materiais de construção sustentáveis.	18
Figura 2 - Habitação em alvenaria estrutural utilizando tijolo ecológico em Ariquemes-RO.	20
Figura 3 - Residência unifamiliar utilizando madeira certificada em Içara-SC.	20
Figura 4 - Manejo Florestal.	24
Figura 5 - Sequência de confecção do tijolo ecológico na prensa hidráulica.	24
Figura 6 - Museu da Cerâmica Fachinetti em Arvorezinha-RS.	26
Figura 7 - Casa MP em Cabreúva-SP.	26
Figura 8 - Centro para la Cultura y las Artes de la Ribera em Jalisco, México.	27
Figura 9 - Casa Treliza em Alto dos Pinheiros-SP.	27
Figura 10 - Casa Asha em Paraty-RJ.	28
Figura 11 - Torre Ascent em Milwaukee nos EUA.	29

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CIB	Conselho Internacional da Construção
CLT	Madeira Laminada Cruzada
FSC	Forest Stewardship Council
MLC	Madeira Laminada Colada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Técnica Brasileira
PEFC	Program for the Endorsement of Forest Certification
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Geral.....	14
1.2.2 Específicos.....	15
2 METODOLOGIA	16
2.1 TIPO DE PESQUISA	16
2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 CONCEITO E DEFINIÇÕES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS.....	19
3.2 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO.....	21
3.3 TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO	23
3.4 EXEMPLOS DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL QUE UTILIZAM O TIJOLO ECOLÓGICO E A MADEIRA CERTIFICADA	25
3.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área que tem como objetivo a criação e aperfeiçoamento de projetos que visem o bem-estar da sociedade e a preservação do meio ambiente. Contudo, o Conselho Internacional da Construção (CIB) aponta essa indústria como uma das áreas que mais consome recursos naturais e energia, gerando grande quantidade de resíduos sólidos e emissões de gases de efeito estufa (MMA, 2016). Diante desse cenário, a busca por alternativas mais sustentáveis na construção de edificações torna-se imprescindível.

Nesse contexto, os materiais de construção sustentáveis se apresentam como uma opção viável e promissora. Os materiais de construção sustentáveis são aqueles que possuem menor impacto ambiental em sua produção e uso, apresentam melhor desempenho em relação aos materiais convencionais e, muitas vezes, possuem vida útil mais longa. Esses materiais estão se tornando cada vez mais utilizados na construção civil, seja pela busca de edificações mais sustentáveis, seja pela demanda dos consumidores por produtos mais conscientes e responsáveis (FILHO *et al.*, 2017).

Dentre os materiais de construção sustentáveis estão a madeira de reflorestamento, proveniente de áreas de reflorestamento e os blocos de solo-cimento, produzidos a partir da mistura de solo, cimento e água, sem a utilização de queima (ALVES, 2021).

Contudo, é preciso considerar que a utilização de materiais de construção sustentáveis em projetos de construção civil exige cuidados específicos, desde a seleção dos materiais até a escolha das técnicas de construção e acabamento (ALVES, 2021). Dessa forma, é necessário que haja uma pesquisa sobre o tema, visando à identificação das melhores práticas e dos materiais mais adequados para cada tipo de projeto.

Assim, o estudo de materiais de construção sustentáveis e sua aplicabilidade em projetos de construção civil se mostra como uma temática relevante e atual (CORRÊA, 2009), uma vez que pode contribuir para a criação de edificações mais eficientes e sustentáveis, alinhadas com as demandas da sociedade e do meio ambiente. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo o estudo de materiais de construção sustentáveis e sua aplicabilidade na construção civil.

1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema “Estudo de materiais de construção sustentáveis e sua aplicabilidade em projetos de construção civil: tijolo ecológico e madeira certificada” é justificada pela necessidade imperativa de promover a sustentabilidade na indústria da construção. Estima-se que cerca de 50% dos recursos naturais extraídos estejam diretamente ligados às atividades de construção (MATOS, 2015). Além disso, de acordo com a CIB, mais de 50% dos resíduos sólidos gerados globalmente são provenientes da indústria da construção. Esses dados ressaltam a urgência de adotar práticas e materiais mais sustentáveis na construção civil, a fim de mitigar os impactos ambientais negativos e promover uma abordagem mais responsável e consciente no setor.

Os materiais de construção sustentáveis são uma alternativa viável e promissora para a construção de edificações mais eficientes e sustentáveis, além de serem mais acessíveis e econômicos em comparação aos materiais convencionais. No entanto, é necessário que haja um estudo mais aprofundado sobre o tema, a fim de identificar as melhores práticas e os materiais mais adequados para cada tipo de projeto.

Além disso, a pesquisa sobre materiais de construção sustentáveis e sua aplicabilidade em edificações contribui para o desenvolvimento da sociedade e do meio ambiente, uma vez que pode promover a redução do impacto ambiental da construção civil e a melhoria da qualidade de vida da população.

Dessa forma, o estudo proposto tem grande relevância para a área da construção civil e para a sociedade como um todo, uma vez que busca contribuir para a criação de edificações mais eficientes e sustentáveis, alinhadas com as demandas da sociedade e do meio ambiente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Estudar a viabilidade ambiental do tijolo ecológico e da madeira certificada, ponderando as melhores práticas, técnicas e aplicações para promover a sustentabilidade na construção civil.

1.2.2 Específicos

- Discutir os conceitos fundamentais do tijolo ecológico e da madeira certificada como materiais sustentáveis;
- Analisar as características específicas desses materiais em relação à sua resistência, isolamento térmico, acústico e impacto ambiental.
- Explanar sobre as técnicas e processos utilizados na produção de materiais de construção sustentáveis.
- Apresentar projetos de construção civil que incorporaram materiais de construção sustentáveis.
- Identificar e explicar as normas e regulamentações brasileiras relacionadas à utilização do tijolo ecológico e da madeira certificada.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em uma revisão bibliográfica e análise de projetos de construção civil que utilizaram materiais de construção sustentáveis. Para isso, foi realizada uma pesquisa em bases de dados eletrônicas, como Repositório de Universidades e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema.

Foram selecionados artigos científicos, livros e outros tipos de publicações que abordaram conceitos, definições, propriedades, características, técnicas de produção e exemplos de projetos de construção civil que utilizaram materiais de construção sustentáveis. Além disso, também foram analisadas normas e regulamentações relacionadas ao tema.

2.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa realizada neste trabalho foi uma revisão bibliográfica. Tratou-se de um tipo de pesquisa que consistiu na busca, seleção e análise crítica de publicações científicas e técnicas sobre um determinado tema. Nesse tipo de pesquisa, a coleta de dados foi feita por meio da consulta a fontes secundárias, como livros, artigos, teses, dissertações, entre outros materiais.

A revisão bibliográfica teve como objetivo fornecer uma visão geral do estado atual do conhecimento sobre um tema específico, permitindo identificar lacunas, tendências e perspectivas de pesquisa. Esse tipo de pesquisa é amplamente utilizado em diversos campos do conhecimento, incluindo a construção civil, e é uma importante ferramenta para a elaboração de trabalhos científicos, como monografias, dissertações e teses.

Neste trabalho, a revisão bibliográfica foi utilizada para coletar informações sobre materiais de construção sustentáveis e sua aplicabilidade em projetos de construção civil, com o objetivo de identificar propriedades e características desses materiais, bem como as normas e regulamentações relacionadas ao tema.

2.2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Neste trabalho, a revisão bibliográfica desempenhou um papel fundamental, sendo a principal técnica utilizada. Para isso, foi realizada uma ampla consulta a diversas fontes, incluindo livros, artigos científicos, teses, dissertações, relatórios técnicos, normas e regulamentações pertinentes ao tema abordado.

A seleção criteriosa dos materiais bibliográficos permitiu uma análise crítica e aprofundada, com o intuito de extrair as informações e dados mais relevantes para o desenvolvimento deste estudo. Essa análise crítica foi fundamental para a organização das informações de forma clara e objetiva.

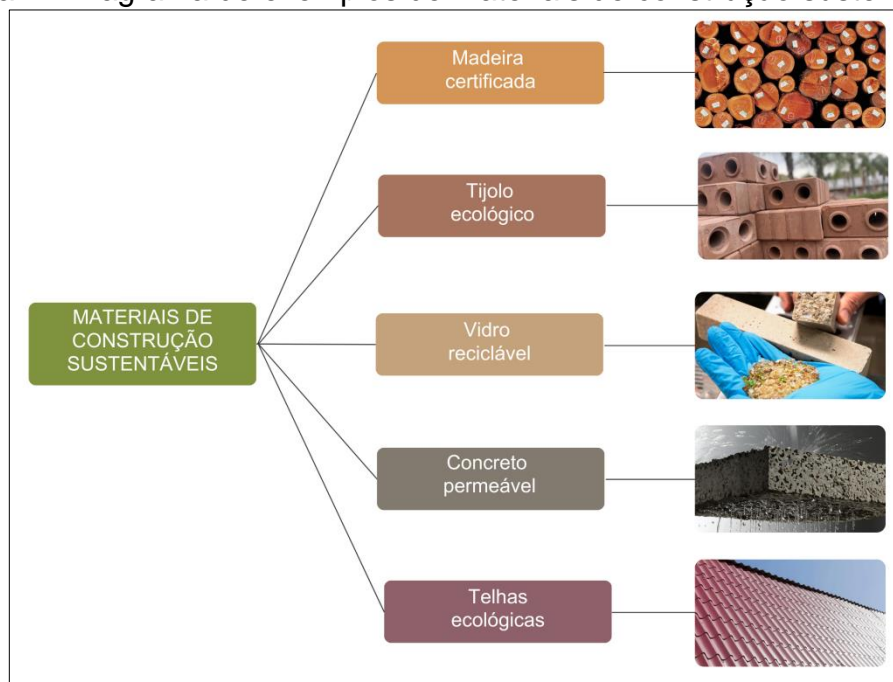
Por fim, os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica foram apresentados de maneira clara e objetiva, com o propósito de contribuir para o avanço e aprimoramento de projetos de construção civil sustentáveis. Além disso, buscou-se promover a conscientização e o uso adequado de materiais de construção sustentáveis, visando à preservação do meio ambiente e à construção de edificações mais eficientes e responsáveis.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão bibliográfica realizada para este trabalho teve como objetivo identificar dois materiais de construção sustentáveis utilizados na construção civil, bem como as suas propriedades, vantagens e desvantagens em relação aos materiais convencionais. Além disso, foram analisadas as técnicas de produção dos materiais sustentáveis, bem como as normas e regulamentos aplicáveis.

Entre os materiais de construção sustentáveis, destacam-se: madeira certificada, tijolo ecológico, telhas ecológicas, vidro reciclado, concreto permeável, ilustrados na figura 1, entretanto o presente trabalho será focado em estudar a madeira certificada e o tijolo ecológico.

Figura 1 - Diagrama de exemplos de materiais de construção sustentáveis.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com relação às técnicas de construção e acabamento, foram identificadas práticas como a utilização de sistemas construtivos mais eficientes, como a alvenaria estrutural e a construção em “Wood Light Framming”.

Por fim, foram analisadas as normas e regulamentos aplicáveis aos materiais de construção sustentáveis, como a ABNT NBR 15575, que estabelece requisitos para o desempenho de edificações habitacionais, a ABNT NBR 7190, que define as regras

para o uso da madeira na construção civil, a ABNT NBR 8491, que faz as especificações/requisitos para os tijolos de solo-cimento.

3.1 CONCEITO E DEFINIÇÕES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS

Os materiais de construção sustentáveis são aqueles que visam reduzir o impacto ambiental e promover a eficiência energética nas edificações, desde a sua produção até o seu descarte. Esses materiais são desenvolvidos a partir de fontes renováveis, recicláveis ou reutilizáveis e possuem menor impacto ambiental em relação aos materiais convencionais (BAUER, 2019).

A seleção de materiais de construção sustentáveis pode ser baseada em critérios como eficiência energética, durabilidade, resistência mecânica, isolamento térmico e acústico, além de requisitos estéticos e de conforto. Para isso, é importante conhecer as propriedades e características desses materiais, bem como as técnicas de construção e acabamento adequadas para seu uso (GUADAGNIN, 2016).

Segundo Sala (2006), o tijolo ecológico ou de solo-cimento é feito a partir de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno a lenha, o que evita desmatamento e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial, na Figura 2, é possível observar uma residência unifamiliar em alvenaria de vedação fazendo o uso do tijolo ecológico no município de Ariquemes, Estado de Rondônia.

Figura 2 - Habitação em alvenaria estrutural utilizando tijolo ecológico em Ariquemes-RO.



Fonte: <https://www.instagram.com/p/CT99-Hel7yh/> (2021)

Segundo o autor brasileiro Gandini, a madeira certificada é aquela proveniente de florestas manejadas de forma sustentável, de acordo com critérios estabelecidos por sistemas de certificação reconhecidos internacionalmente, como o Forest Stewardship Council (FSC) e o Program for the Endorsement of Forest Certification (PEFC). Esses sistemas de certificação garantem que a extração da madeira ocorra de maneira responsável, considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Figura 3 - Residência unifamiliar utilizando madeira certificada em Içara-SC.



Fonte: <https://www.instagram.com/p/CsWb-4Dx2Y1/> (2023)

A utilização de materiais de construção sustentáveis em projetos de construção civil é uma prática cada vez mais frequente, seja pela busca de edificações mais sustentáveis, seja pela demanda dos consumidores por produtos mais

conscientes e responsáveis. A adoção desses materiais pode trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais (MARQUES,2016).

Porém, é importante destacar que a utilização de materiais de construção sustentáveis deve ser acompanhada por práticas sustentáveis em todas as etapas do projeto, desde a escolha do local até o descarte dos resíduos gerados na obra. Além disso, é fundamental considerar a viabilidade econômica desses materiais em relação aos materiais convencionais, bem como avaliar seus impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida do produto (SERIGHELLI, 2020).

3.2 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO

Os materiais de construção sustentáveis são especialmente adequados para a construção de edificações eficientes e sustentáveis devido às suas propriedades e características distintas. De acordo com Torgal (2007), esses materiais apresentam menor impacto ambiental em sua produção e uso, além de um melhor desempenho em comparação aos materiais convencionais. Além disso, eles muitas vezes possuem uma vida útil mais longa.

Dentre as propriedades e características relevantes do tijolo ecológico, conforme Pisani (2005), destaca-se a abundância de matéria-prima. Esse tipo de tijolo é produzido a partir de materiais como solo, areia, cimento e água, geralmente utilizando uma menor quantidade de cimento em comparação com os tijolos convencionais. Isso resulta em uma redução do impacto ambiental durante sua produção. Além disso, os tijolos ecológicos possuem excelente isolamento térmico, mantendo a temperatura interna dos ambientes, e também possuem propriedades acústicas, reduzindo a transmissão de ruídos entre os ambientes.

Outro aspecto destacado por Pisani (2005) é a resistência do tijolo ecológico, capaz de suportar cargas e exigências estruturais em construções. O autor afirma que esses tijolos contribuem significativamente para a economia de energia, devido às suas propriedades de isolamento térmico, o que reduz o consumo energético necessário para aquecimento e resfriamento dos ambientes.

De acordo com informações do SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (p.3), o tijolo de solo-cimento oferece vantagens que vão além

das questões ambientais, proporcionando economia no processo construtivo, conforto e estética. Conforme estudos realizados em todo o Brasil, os tijolos ecológicos podem gerar uma economia de 20% a 40% em relação à construção convencional (SEBRAE, p.3).

No que diz respeito à madeira certificada, Laroca (2002) explica que ela é proveniente de florestas gerenciadas de forma sustentável, seguindo padrões e critérios estabelecidos por certificações reconhecidas internacionalmente, como o FSC e o PEFC. A autora também destaca algumas características e propriedades da madeira certificada, como a sustentabilidade, uma vez que a utilização desse material contribui para a conservação dos ecossistemas, da biodiversidade e dos direitos das comunidades locais.

Além disso, Laroca (2002) ressalta a durabilidade da madeira certificada quando utilizada corretamente e submetida a tratamentos adequados. Ela menciona que esse tipo de madeira apresenta alta resistência às intempéries, cupins e outros agentes de deterioração. A autora também destaca o isolamento térmico como uma propriedade relevante da madeira, uma vez que ela possui características naturais relacionadas à condutividade térmica, conforme evidenciado na tabela 1. Vale ressaltar ainda a propriedade natural da madeira de atuar como isolante acústico.

Outros estudiosos que também destacam as características da madeira são Junior e Brito, em seu livro intitulado "Manual de projeto e construção de estruturas com peças roliças de madeira de reflorestamento". Eles ressaltam que a madeira certificada apresenta não apenas resistência, mas também possui baixo peso, baixo consumo energético durante o processo de fabricação, ampla disponibilidade e facilidade de manuseio. Essas características contribuem para tornar a madeira certificada uma escolha vantajosa na construção.

Tabela 1 - Condutividade térmica

MATERIAL	λ
Concreto	1,5
Tijolo	0,65
Madeira com massa específica elevada	0,29
Compensado	0,15
Carvalho, Ipê, Pinho, Cedro, Pinus	0,15
Aglomerado	0,14
Isopor	0,03

Fonte: Lamberts (1997)

A madeira certificada ainda apresenta a versatilidade de sua usabilidade, pois pode ser aplicada em diferentes situações, como na construção civil, estruturas, revestimentos, pisos, portas, janelas, entre outros, devido à sua maleabilidade e facilidade de trabalho. Por fim a autora apresenta que a madeira possui uma aparência natural e atraente, conferindo um aspeto visual agradável a projetos arquitetônicos.

Em suma, os materiais de construção sustentáveis, como o tijolo ecológico e a madeira certificada, oferecem propriedades e características que os tornam opções adequadas para a construção de edificações eficientes e sustentáveis. Esses materiais sustentáveis são importantes aliados na construção de um futuro mais consciente e ecologicamente responsável.

3.3 TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO

A produção do tijolo ecológico e da madeira certificada no Brasil envolve técnicas e processos que visam garantir a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental na construção civil de acordo com os autores Sirvino, Fischer e Linke (2021) os materiais de construção sustentáveis tem ganhado cada vez mais espaço no mercado da construção civil devido às suas características e propriedades favoráveis ao meio ambiente.

Em relação à preservação da biodiversidade o BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) aponta que uma das técnicas fundamentais é o manejo florestal sustentável, ilustrado na figura 4. Esse manejo envolve práticas responsáveis que incluem o planejamento adequado da colheita de árvores, levando em consideração a capacidade de regeneração da floresta, a preservação da biodiversidade, a conservação do solo e a proteção dos recursos hídricos. Além disso, é essencial o envolvimento das comunidades locais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico. A certificação florestal, como o FSC e o PEFC, desempenham um papel crucial na garantia de que as florestas sejam manejadas de acordo com os padrões e critérios estabelecidos para a sustentabilidade.

Figura 4 - Manejo Florestal



Fonte: Plano de manejo florestal da Duratex, (2021).

No âmbito da produção dos tijolos ecológicos, uma técnica comumente utilizada é a compressão hidráulica. Esse processo de fabricação é regido pela NBR 10833/1989, nesse processo o solo, a areia, cimento e a água são cuidadosamente misturados em proporções adequadas para formar uma massa homogênea. Essa massa é então colocada em moldes e submetida a altas pressões hidráulicas, compactando e solidificando o tijolo, conforme a figura 5. Após a prensagem, os tijolos são curados e secos antes de serem utilizados na construção. Outra técnica utilizada é a estabilização com cal, Soeth (2009) apresenta esta técnica de maneira sucinta, de acordo com os registros emitidos o solo é misturado com cal hidratada ou cal virgem para melhorar suas propriedades de estabilização e durabilidade. Essas técnicas permitem a produção de tijolos resistentes, duráveis e com menor impacto ambiental, uma vez que reduzem a necessidade de argila e a quantidade de cimento utilizado.

Figura 5 - Sequência de confecção do tijolo ecológico na prensa hidráulica.



Fonte: VALADÃO *et al* (2017)

Em síntese, as técnicas de produção da madeira certificada e do tijolo ecológico no Brasil refletem um compromisso com a sustentabilidade e o uso consciente dos recursos naturais. Esses materiais oferecem propriedades e características que os tornam mais adequados para a construção de edificações eficientes e sustentáveis. Ao optar por esses materiais, se faz a contribuição para a redução do impacto ambiental da indústria da construção e promovendo um futuro mais sustentável.

3.4 EXEMPLOS DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL QUE UTILIZAM O TIJOLO ECOLÓGICO E A MADEIRA CERTIFICADA

A utilização de materiais de construção sustentáveis em projetos de construção civil vem se tornando cada vez mais comum e relevante, devido às suas propriedades e características benéficas para o meio ambiente e para a sociedade (AGUIAR *et al.*, 2014). Abaixo, apresentam-se alguns exemplos de projetos que utilizam materiais sustentáveis:

O Museu da Cerâmica Fachinetto (Figura 6), também conhecido como Museu do Tijolo, foi projetado pelo escritório Brasil Arquitetura e concluído em 2021 na cidade de Arvorezinha (RS). Com uma área total de 530m², distribuídos em dois pisos, sendo 330m² no piso superior e 200m² no piso inferior, o museu tem como destaque o uso do tijolo de cerâmica Fachinetto como material principal em sua estrutura, incluindo paredes, colunas estruturais e paredes de vedação. O tijolo é uma característica marcante do museu, mesmo que algumas partes dele estejam pintadas. As colunas foram cuidadosamente construídas, uma a uma, utilizando formas irregulares compostas por tijolos inteiros e quebrados, criando uma estética orgânica e única. (MOREIRA, 2023)

Figura 6 - Museu da Cerâmica Fachinnetto em Arvorezinha-RS



Fonte: ArchDaily, (2023).

A Casa MP (Figura 7), foi produzida pelo escritório Taguá Arquitetura, finalizada no ano de 2021, na cidade de Cabreúva, no Estado de São Paulo. A casa possui 350 m² de área construída, com sistema construtivo em tijolo solo-cimento/ecológico com alguns elementos em concreto aparente e aço. É uma construção ecologicamente correta e inteligente, tirando o melhor das características que esse tipo de material pode oferecer. (MOREIRA, 2022)

Figura 7 - Casa MP em Cabreúva-SP



Fonte: ArchDaily, (2023).

Um exemplo fora dos limites brasileiros é o Centro para Cultura e as Artes da Ribeira (Figura 8), projetado pelo Ateliê ARS e finalizado em 2022, no estado de Jalisco, no México, um caso inspirador de utilização de tijolo ecológico em uma

construção de grande porte. Com uma área construída de 3100 m², o projeto adotou o sistema de tijolo solo-cimento/ecológico, demonstrando a viabilidade e os benefícios desse material sustentável. (ZAPICO, 2023)

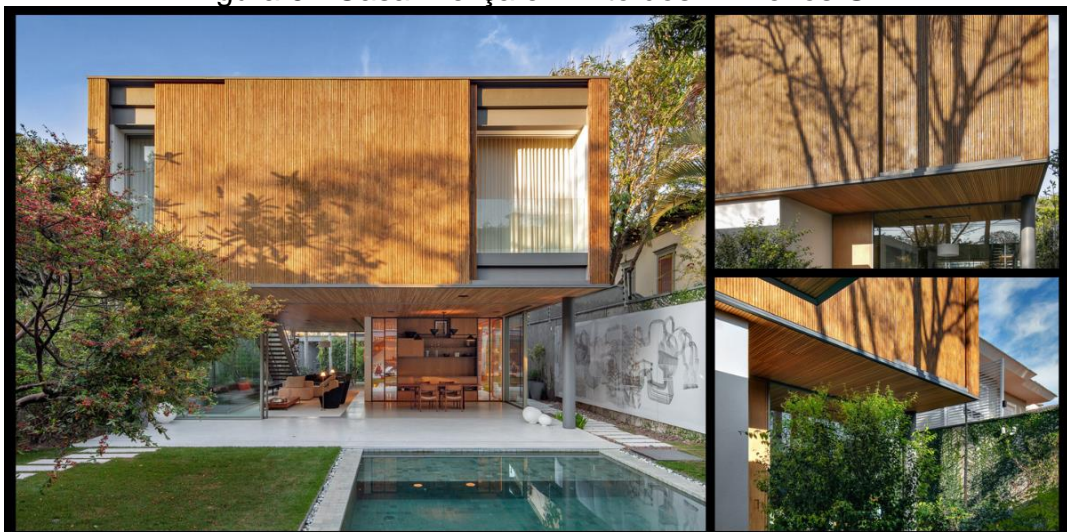
Figura 8 - Centro para la Cultura y las Artes de la Ribera em Jalisco, México



Fonte: ArchDaily, (2023).

A Casa Treliça (Figura 9), foi produzido através de uma parceria entre os escritórios Galeria Arquitetos e Terra Capobianco, finalizada no ano de 2020, na cidade de Altos Pinheiros, no Estado de São Paulo. A casa possui 464 m² de área construída, é uma casa ecologicamente correta, seu material principal é o metal, porém faz combinação com elementos de madeira reflorestada. (MOREIRA, 2023)

Figura 9 - Casa Treliça em Alto dos Pinheiros-SP



Fonte: ArchDaily, (2022).

A Casa Asha (Figura 10), projetada pelo renomado arquiteto Marko Brajovic, é uma obra concluída em 2018, localizada na encantadora cidade de Paraty, no estado do Rio de Janeiro. Com uma área de 195 m², a Casa Asha é inspirada na arquitetura da aldeia indígena Ashaninka, especificamente na comunidade chamada Apiwtxa. A construção da casa utiliza predominantemente a madeira em seu sistema estrutural, proporcionando um ambiente acolhedor e integrado à natureza. A Casa Asha, além de ser uma obra de arte arquitetônica, também se destaca por sua sustentabilidade e harmonia com o ambiente ao redor. (MOREIRA, 2023)

Figura 10 - Casa Asha em Paraty-RJ



Fonte: ArchDaily, (2023).

No âmbito internacional, destaca-se o projeto da Torre Ascent (Figura 11), localizada na cidade de Milwaukee, nos Estados Unidos. Concluída em 2022, essa obra se tornou, em 2023, o edifício de madeira maciça mais alto do mundo. Com 25 andares e impressionantes 86,6 metros de altura, o projeto foi desenvolvido pelo renomado estúdio americano Korb+ Associates Architects.

De acordo com Safarik, Elbrench e Miranda (2022) a Torre Ascent apresenta uma estrutura inovadora, na qual a base do prédio é construída em concreto, enquanto o restante da estrutura é composto por madeira laminada cruzada (CLT) e madeira laminada colada (MLC). Essa abordagem construtiva combina a resistência e durabilidade do concreto com as vantagens estéticas e sustentáveis da madeira. O uso de madeira laminada cruzada e madeira laminada colada proporciona uma

estrutura sólida e confiável, capaz de suportar as cargas e demandas do edifício em altura. Além disso, essa escolha contribui para a redução da pegada ambiental da construção, uma vez que a madeira é um material renovável e de baixo impacto ambiental quando produzida de forma sustentável. A Torre Ascent representa um marco significativo na arquitetura e engenharia, demonstrando o potencial da madeira como material de construção em projetos de grande escala. Essa obra destaca-se não apenas por sua altura impressionante, mas também por sua abordagem sustentável e pela criação de um ambiente moderno e esteticamente atraente.

Figura 11 - Torre Ascent em Milwaukee nos EUA



Fonte: Casa Vogue, (2023).

Esses exemplos demonstram a viabilidade e a aplicabilidade do tijolo ecológico e da madeira de reflorestamento em projetos arquitetônicos e de construção civil, além de apresentar benefícios ambientais e econômicos para as edificações. É importante ressaltar que a utilização desses materiais exige cuidados específicos em relação às técnicas de construção e acabamento, bem como à seleção dos materiais mais adequados para cada tipo de projeto.

3.5 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES DA MADEIRA CERTIFICADA E DO TIJOLO ECOLÓGICO

Diante da crescente preocupação com a sustentabilidade e a busca por construções mais eficientes, diversas normas e regulamentações têm sido estabelecidas para orientar o uso de materiais de construção sustentáveis.

ABNT NBR 15.575-1:2013 - Parte 1: essa norma complementa a NBR 15575:2013, estabelecendo os requisitos gerais para o desempenho das edificações habitacionais em relação a aspectos como segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, isolamento acústico, conforto térmico e eficiência energética.

A ABNT NBR 8491:2012 é uma norma técnica brasileira que estabelece os requisitos para o recebimento de tijolos de solo cimento. Esta Norma se aplica aos tijolos de solo-cimento destinados à execução de alvenaria sem função estrutural em obras de construção civil.

A ABNT NBR 8492:2012 é uma norma técnica brasileira que estabelece o método para análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção em tijolos de solo-cimento para alvenaria sem função estrutural.

A ABNT NBR 10833:2012 Versão Corrigida:2013, é uma norma técnica brasileira que estabelece os requisitos para fabricação de tijolos e blocos solo-cimento em prensa manual ou hidráulica.

A ABNT NBR 7190:2022 é uma norma técnica brasileira que estabelece os requisitos e critérios para o projeto de estruturas de madeira. Ela abrange desde as propriedades e características da madeira até as recomendações para o dimensionamento e cálculo estrutural.

O Forest Stewardship Council (FSC) é uma organização internacional que estabelece padrões para o manejo florestal responsável e a certificação de produtos florestais. O FSC tem diferentes normas específicas para diferentes tipos de florestas e regiões. A certificação FSC é reconhecida mundialmente e assegura que a madeira provém de florestas manejadas de forma sustentável.

Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) é um programa global de certificação florestal que promove a gestão sustentável das florestas. Assim como o FSC, o PEFC tem critérios específicos para a certificação da madeira e produtos florestais.

A ABNT NBR 14789:2012 é uma norma técnica brasileira que tem como objetivo estabelecer os princípios, critérios e indicadores para o manejo de plantações florestais. Essa norma visa garantir que as plantações florestais sejam realizadas de forma sustentável, levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos.

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece normas para proteção da vegetação nativa em áreas de preservação permanente, reserva legal, uso restrito, exploração florestal e assuntos relacionados.

Quado 1 - Normas e regulamentações de habitações, tijolo solo-cimento e madeira certificada.

	Normas e Regulamentações	Descrição
Habitacional	NBR 15575-1:2013	Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais
Tijolo Solo-Cimento	NBR 8491:2012	Tijolo de Solo Cimento - Requisitos
	NBR 8492:2012	Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio
	NBR 10833:2012	Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento
Madeira Certificada	NBR 7190:2022	Projeto de estruturas de madeira
	NBR 14789:2012	Manejo florestal sustentável - Princípios, critérios e indicadores para plantações florestais
	FSC	Sigla em inglês para a palavra Forest Stewardship Council, ou Conselho de Manejo Florestal, em português.
	PEFC	Programa para o Reconhecimento da Certificação Florestal (em inglês: Programme for the Endorsement of Forest Certification)
	Lei 12.651/2012	Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal

Fonte: Elaborado pelo autor, (2023)

Essas normas e regulamentações são essenciais para orientar e garantir a adoção de práticas sustentáveis na construção civil, promovendo a preservação ambiental, a eficiência energética, o conforto e a segurança das edificações, assim como a responsabilidade socioeconômica na utilização dos recursos naturais. É fundamental que os profissionais da área estejam atualizados e sigam essas diretrizes para contribuir com uma construção mais sustentável e consciente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foram abordados os conceitos fundamentais do tijolo ecológico e da madeira certificada como materiais sustentáveis, destacando sua relevância na construção civil atual. Por meio de uma análise detalhada, foram discutidas suas características específicas, como resistência, isolamento térmico, acústico e impacto ambiental, ressaltando seus benefícios em termos de eficiência energética e redução do impacto ambiental.

Além disso, foram apresentadas e explanadas as técnicas e processos utilizados na produção desses materiais de construção sustentáveis, fornecendo uma visão abrangente dos métodos empregados para garantir a qualidade e a sustentabilidade durante sua fabricação.

Outro ponto abordado neste estudo foi a análise de projetos de construção civil que incorporaram esses materiais sustentáveis, exemplificando casos reais em que o tijolo ecológico e a madeira certificada foram utilizados com sucesso, promovendo edificações mais eficientes e sustentáveis.

Por fim, foram identificadas e explicadas as normas e regulamentações brasileiras relacionadas à utilização do tijolo ecológico e da madeira certificada. Essas normas desempenham um papel fundamental ao estabelecer diretrizes e critérios para o uso adequado desses materiais, garantindo a segurança, a qualidade e a sustentabilidade das construções.

Portanto, este estudo contribui para uma compreensão aprofundada dos aspectos relacionados ao tijolo ecológico e à madeira certificada como materiais de construção sustentáveis. Espera-se que as informações apresentadas neste trabalho sirvam como referência para profissionais da área e estimulem a adoção de práticas construtivas mais sustentáveis, promovendo a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento de edificações mais eficientes e responsáveis.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. et al. Materiais de construção sustentáveis. **Materiais de Construção Sustentáveis, Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis**, v. 1, p. 2183–1866, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190-1: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491: Tijolo de Solo Cimento - Requisitos**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8492: Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10833: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14789: Manejo florestal sustentável - Princípios, critérios e indicadores para plantações florestais**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro. 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. *Cerâmica*, v. 61, n. 358, p. 178–189, 2015.

CALIL JUNIOR, C.; DUSSARRAT BRITO, L. **Manual de projeto e construção de estruturas com peças roliças de madeira de reflorestamento**. São Paulo: EESC/USP, 2010. (132 p.)

Como montar uma fábrica de tijolos ecológicos - Sebrae. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-uma-fabrica-de-tijolos-ecologicos,ce387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Construção Sustentável. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/item/8059.html>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

CORRÊA, L. R. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Belo Horizonte : Escola de Engenharia UFMG, 2009.

DA SILVA, A. M. **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DOS TIJOLOS ECOLÓGICOS PRODUZIDOS NA REGIÃO DE FEIRA DE SANTANA**. Cruz das Almas/BA: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA, 2016.

DE ARRUDA FILHO, F. C. et al. MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **ENGENHARIA CIVIL | Temas, técnicas e aplicações - Volume II**, p. 545, 2017.

DE FREITAS COSTA ALVES, R. **BIOCONSTRUÇÃO COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL E IMPACTOS AMBIENTAIS**. FORTALEZA: Centro Universitário da Grande Fortaleza – UNIFAMETRO, 2021.

DE MEDEIROS, C. P.; GUADAGNIN, M. R. **ANÁLISE DE CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E PROPOSIÇÃO DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS BASEADO NO ESTUDO DE UNIDADES NA CIDADE DE FORQUILHINHA, SC**. Porto Alegre/RS: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), 2016.

DURATEX. **Plano de manejo floresta da Duratex**. Disponível em: <<https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/91f4a038-dddb-40a9-95b2-7a436386019c/7f5a49f8-4b0a-46e3-bc20-58b6f7c226cc?origin=2>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Infográfico: como funciona o manejo florestal sustentável? Disponível em: <<https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Infografico-como-funciona-o-manejo-florestal-sustentavel/>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

L12651. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 25 jun. 2023.

LAMBERTS, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LAROCA, C. **HABITAÇÃO SOCIAL EM MADEIRA: UMA ALTERNATIVA VIÁVEL**. Curitiba/PR: Universidade Federal do Paraná, 2002.

LOPES, T. **O Ascent é o edifício de madeira mais alto do mundo e tem mais de 80 metros**. Disponível em: <<https://www.nit.pt/fora-de-casa/o-ascent-e-o-edificio-de-madeira-mais-alto-do-mundo-e-tem-mais-de-80-metros>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MOREIRA, S. **Casa MP / Taguá Arquitetura**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/995434/casa-mp-tagua-arquitetura?ad_source=search&ad_medium=projects_tab>. Acesso em: 25 jun. 2023a.

MOREIRA, S. **Museu do Tijolo / Brasil Arquitetura**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/975261/museu-do-tijolo-brasil-arquitetura?ad_source=search&ad_medium=projects_tab>. Acesso em: 25 jun. 2023b.

MOREIRA, S. **Casa Treliça / Terra Capobianco + Galeria Arquitetos**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/970390/casa-trelica-terra-capobianco-plus-galeria-arquitetos>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MOREIRA, S. **Casa Asha / Atelier Marko Brajovic**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/977524/casa-asha-atelier-marko-brajovic?ad_source=search&ad_medium=projects_tab>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Manejo Florestal. Disponível em: <<https://br.fsc.org/br-pt/tipos-de-certificacao/manejo-florestal>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

Os 10 prédios de madeira maciça mais altos do mundo. Disponível em: <<https://casavogue.globo.com/arquitetura/edificios/noticia/2023/04/predios-de-madeira-macica-mais-altos-do-mundo.ghtml>>. Acesso em: 6 jul. 2023.

PACHECO-TORGAL, F.; JALALI, S. **Construção sustentável: o caso dos materiais de construção**. 2007.

PEFC - programme for the endorsement of forest certification. Disponível em: <<https://www.pefc.org/>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

PISANI, M. A. J. Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento. **TIJOLOS DE SOLO CIMENTO** por Maria Augusta Justi Pisani, p. 17, 2006.

SAFARIK, D. ; ELBRENCHT, J. ; MIRANDA, W. **STATE OF TALL TIMBER 2022**. CHICAGO, US, 2022.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SERIGHELLI, R. **FERRAMENTAS APLICÁVEIS À GESTÃO DE UM CANTEIRO DE OBRAS SUSTENTÁVEL**. PATO BRANCO: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

SETIC-UFSC. **UFSC Sustentável**. Disponível em: <<https://ufscsustentavel.ufsc.br/construcoes-sustentaveis/>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SIVIRINO, K. J.; FISCHER, Y. P.; LINKE, P. P. Construção sustentável: uma reflexão necessária. **Revista Monografias Ambientais**, v. 1, p. e2, 2021.

SOETH, L. F. **Utilização de resíduos da construção civil em tijolos ecológicos**. Itajaí-SC: ., 2009.

VALADÃO, I. C. R. et al. (EDS.). **TIJOLO ECOLÓGICO CONFECCIONADO COM CÉDULAS DE DINHEIRO SEM VALOR**. [s.l.] <https://doi.org/10.15202/1981996x.2017v11n4p64>, 2017a. v. 11

ZAPICO, B. **Centro para a Cultura e as Artes da Ribera / ATELIER ARS**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1000850/centro-para-a-cultura-e-as-artes-da-ribera-atelier-ars?ad_content=1000850&ad_medium=widget&ad_name=featured_loop_main>. Acesso em: 25 jun. 2023.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: João Vitor Marcadelli Dakusaku

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 26.06.2023

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **7,33%**

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

Suspeitas confirmadas: **7,07%**

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

Texto analisado: **91,63%**

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
segunda-feira, 26 de junho de 2023 18:00

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **JOÃO VITOR MARCADELLI DAKUSAKU**, n. de matrícula **33821**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 7,33%. Devendo o aluno realizar as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: Herta Maria de A?ucena do Nascimento Soeiro
Razão: Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

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