



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

ALLANIS VITÓRIA CAMILO COSTA

WELINGTON CHARLES LOPES RODRIGUES

**INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA DOS AVANÇOS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

**ARIQUEMES - RO
2024**

ALLANIS VITÓRIA CAMILO COSTA
WELINGTON CHARLES LOPES RODRIGUES

**INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA DOS AVANÇOS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

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. Ma. SILÊNIA PRISCILA LEMES

ARIQUEMES - RO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

FICHA CATALOGRÁFICA Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837i Costa, Allanis Vitória Camilo.
Inovações sustentáveis na construção civil: revisão bibliográfica dos avanços e impactos ambientais. / Allanis Vitória Camilo Costa, Wellington Charles Lopes Rodrigues. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2024.
53 f. ; il.
Orientadora: Profa. Ma. Silênia Priscila Lemes.
Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2024.

1. Sustentabilidade. 2. Construção. 3. Ambiental. 4. Tecnologias sustentáveis. 5. Materiais sustentáveis. I. Título. II. Rodrigues, Wellington Charles Lopes. III. Lemes, Silênia Priscila.

CDD 624

Bibliotecária Responsável
Isabelle da Silva Souza
CRB 1148/11

ALLANIS VITÓRIA CAMILO COSTA
WELINGTON CHARLES LOPES RODRIGUES

**INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA DOS AVANÇOS E IMPACTOS AMBIENTAIS**

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. Ma. SILÊNIA PRISCILA LEMES

BANCA EXAMINADORA

SILENIA PRISCILA
DA SILVA
LEMES:020292790
30

Assinado de forma digital
por SILENIA PRISCILA DA
SILVA LEMES:02029279030
Dados: 2024.11.29
19:19:31 -04'00'

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

Assinado digitalmente por: FELIPE CORDEIRO
DE LIMA
Razão: Sou responsável pelo documento
Localização: UNIFAEMA - Ariquemes/RO

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

LINCOLN
SOUZA LOPES

Assinado digitalmente por LINCOLN SOUZA LOPES
ND: G=BR, S=Rondonia, L=Ariquemes, O=Centro
Universitario Faema - UNIFAEMA, CN=LINCOLN
SOUZA LOPES, OU=LINCOLN SOUZA LOPES
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização:
Data: 2024.11.29 10:59:01-04'00'
Foxit PDF Reader Versão: 2024.1.0

Prof. Ms. Lincoln de Souza Lopes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

ARIQUEMES – RO
2024

Dedico este trabalho aos meus irmãos Geovanna, Pietro, Davi e Maria Elena, que, muito antes de qualquer conhecimento em engenharia civil, me ensinaram o verdadeiro significado de lar.

- Allanis Camilo

Dedico este trabalho a minha família, esposa Juliana e meus filhos, Jhonn Charles, Jammye Vitoria e Emmily Gabrielle e ao professor Airton, que me deu apoio suporte e forças para chegar até aqui onde cheguei.

- Welington Charles.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, em primeiro lugar, a Deus, por nos dar força e perseverança para concluirmos essa jornada acadêmica.

Ao longo desse trabalho, contamos com o apoio e a orientação de muitas pessoas. Nosso sincero agradecimento aos nossos familiares, que sempre estiveram ao nosso lado, incentivando-nos e entendendo as longas horas de dedicação a esse projeto.

Agradecemos imensamente a nossa orientadora, Silênia Priscila Lemes, por compartilhar seu conhecimento e por todas as sugestões que ajudaram a guiar nosso trabalho. Sua paciência, apoio e feedback foram fundamentais para que alcançássemos este momento.

Agradecemos também aos professores e colegas do curso, que contribuíram com ideias e discussões que enriqueceram nossa formação e nos motivaram a buscar sempre mais.

Por fim, agradecemos um ao outro, por essa parceria. Trabalhar em dupla foi um aprendizado constante, onde cada um pôde somar suas forças e conhecimentos. A colaboração mútua e o respeito foram fundamentais para que enfrentássemos os desafios juntos e concluíssemos este trabalho com sucesso.

“Construir um futuro sustentável é construir uma ponte entre o que sabemos ser certo e o que ainda estamos dispostos a fazer.”

– Paul Hawken

RESUMO

A construção civil é exclusivamente reconhecida como uma das atividades econômicas de maior impacto ambiental, devido ao consumo intensivo de recursos naturais e à geração significativa de resíduos. Diante disso, surge a necessidade urgente de implementar práticas mais sustentáveis no setor, capazes de minimizar os danos ambientais sem comprometer as previsões econômicas e a eficiência produtiva. O presente trabalho tem por objetivo geral destacar os procedimentos aplicados dentro da construção sustentável. Para estabilizar os conteúdos apresentados realizou-se uma revisão de literatura, destacando alguns dos principais conceitos e análises de autores renomados no campo ambiental. Tendo por base principalmente livros, artigos e dissertações publicados ao longo dos últimos 20 anos, consolidando como as organizações da construção vem observando e promovendo adequações junto aos procedimentos ambientais para uma sustentabilidade eficaz. Pode-se concluir que os processos gerenciais e produtivos são de suma importância na busca por uma estabilidade quanto as atividades desenvolvidas na construção civil, dando uma maior eficácia as questões sustentáveis envolvendo o setor de maior impacto econômico no mundo.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Construção, Ambiental, Tecnologias sustentáveis, Materiais sustentáveis.

ABSTRACT

This paper aims to address sustainability in the construction industry, highlighting procedures and methods that are essential for sustainable performance in companies that carry out construction activities. The general objective of this paper is to highlight the procedures applied in sustainable construction. To stabilize the content presented, a literature review was carried out, highlighting some of the main concepts and analyses by renowned authors in the environmental field. Based mainly on books, articles and dissertations published over the last 20 years, consolidating how construction organizations have been observing and promoting adjustments to environmental procedures for effective sustainability. It can be concluded that management and production processes are of utmost importance in the search for stability in the activities developed in the construction industry, giving greater effectiveness to sustainable issues involving the sector with the greatest economic impact in the world.

Keywords: Sustainability, Construction, Environmental, Sustainable Technologies, Sustainable materials.

SUMÁRIO

.....	1
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA.....	10
1.2.1 Geral	12
1.2.2 Específicos	12
2 METODOLOGIA	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
3.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	23
3.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS	24
3.3.1 Construção civil 4.0	24
3.3.2 Materiais e métodos sustentáveis	26
3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DAS INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS	40
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o desenvolvimento das atividades econômicas tem ganhado destaque crescente e se tornado tema central em muitos debates. Um ponto que se tornou evidente ao longo do tempo é a necessidade de as empresas, independentemente do setor, alinharem suas atividades ao ambiente em que estão inseridas. Esse alinhamento visa promover um desenvolvimento sustentável, minimizando de forma significativa os impactos ambientais decorrentes de suas importações (Santos, 2021).

A construção civil desempenha um papel crucial no crescimento econômico, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil, onde o setor representa uma das maiores fatias da economia global, empregando cerca de 7% da população anualmente (Rodrigues et. al., 2020). Entretanto, a construção civil é frequentemente criticada por seus processos que resultam em desperdício de materiais, uso excessivo de recursos naturais, geração de grandes volumes de resíduos e por dificultar o cumprimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (John et al., 2019).

Além disso, o setor da construção civil apresenta uma das maiores taxas de acidentes de trabalho no mundo. Nesse contexto, o avanço na implementação de tecnologias se apresenta como uma solução social importante para a saúde e segurança dos trabalhadores (Queiroga et. al., 2015). As ferramentas tecnológicas de gestão e visualização de informações desempenham um papel crucial na melhoria da interpretação de dados complexos em projetos de construção, permitindo uma análise mais eficiente e precisa dos diversos aspectos do projeto (Costa, 2021).

Além disso, uma contribuição significativa das tecnologias da Indústria 4.0 na construção civil é a possibilidade de coleta de dados de forma automatizada para a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que permite avaliar o impacto ambiental de produtos e processos ao longo de seu ciclo de vida (Vieira, 2014). Contudo, a falta de dados específicos sobre a produção de materiais, produtos e processos é um desafio, comprometendo a confiabilidade dos estudos de ACV.

O conceito de construção sustentável abrange não apenas as edificações em si, mas também o ambiente em que estão inseridos e como esses elementos se integram para formar as cidades (Otobo et. al., 2016). O urbanismo sustentável visa

criar cidades que minimizem os impactos ambientais, garantindo recursos urbanos suficientes e promovendo a eficiência energética e hídrica, além de melhorar a qualidade de vida.

Atualmente, a construção civil continua sendo uma das indústrias que mais desperdiçam recursos como água, energia e materiais. No entanto, o uso de tecnologias pode contribuir para o aumento da eficiência e competitividade do setor, além de auxiliar no cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável (Vieira, 2014). A essência da Indústria 4.0 está em otimizar os processos produtivos de maneira contínua, utilizando os recursos de forma mais eficiente, precisa e inteligente, o que resulta em maior produtividade, qualidade e personalização dos projetos.

O objetivo geral deste trabalho é evidenciar os procedimentos aplicados no âmbito da construção sustentável. Como objetivos específicos, busca-se: explorar o contexto da construção civil; destacar as práticas de sustentabilidade implementadas nesse setor; e analisar como a tecnologia tem contribuído para a consolidação de procedimentos sustentáveis na construção civil.

Diante da crescente ênfase na sustentabilidade nas práticas empresariais, o estudo propõe responder à seguinte questão: Quais são os principais procedimentos adotados pelas empresas do setor de construção civil para tornar suas atividades mais sustentáveis?

1.1 JUSTIFICATIVA

Sustentabilidade, em termos gerais, refere-se ao uso equilibrado dos recursos naturais, garantindo que eles não sofram entrega, esgotamento ou alcancem um ponto de não renovação, preservando-os para as gerações futuras. Nesse contexto, o conceito de sustentabilidade se tornou essencial em diversos setores, desde políticas de desenvolvimento global até o uso de fontes de energia, e do planejamento da produção ao projeto inovador.

As construções sustentáveis, muitas vezes relativas a edifícios inteligentes ou edifícios verdes, são exemplos de alta tecnologia, contando com sistemas avançados de controle e automação. Nesse tipo de projeto, há uma colaboração estreita entre diversas partes interessadas, como arquitetos, engenheiros, paisagistas, fabricantes

de produtos, consultores de energia, gerentes de projeto, usuários de construções e autoridades locais.

Diante disso, torna-se evidente a importância da proposta de pesquisa, que visa identificar e avaliar as principais medidas sustentáveis previstas pelos órgãos reguladores e profissionais responsáveis em um dos setores econômicos mais relevantes: a construção civil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Realizar uma revisão da literatura para identificar e analisar as inovações sustentáveis na construção civil, avaliando seus avanços tecnológicos e impactos ambientais.

1.2.2 Específicos

- Identificar as principais inovações tecnológicas em materiais e métodos construtivos que promovem a sustentabilidade na construção civil.
- Analisar os impactos ambientais associados às inovações sustentáveis na construção civil, com foco na redução de emissões de gases de efeito estufa, eficiência energética e diminuição de resíduos.
- Investigar as práticas de economia circular no setor da construção, como reciclagem de materiais e reuso de componentes, avaliando sua contribuição para a sustentabilidade.

2 METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura de natureza descritiva, elaborada por meio da leitura e análise de artigos científicos e monografias disponíveis em bases de dados reconhecidas, como a Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico e revistas eletrônicas. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Construção, Sustentabilidade, Ambiental, Inovações sustentáveis, Engenharia Civil, Recicláveis e Tecnologia.

Os critérios de inclusão estabelecidos para este estudo consistiram em selecionar periódicos relevantes para o tema proposto que oferecessem informações gratuitas e acessíveis. Para garantir a qualidade da revisão, foram analisados os títulos e resumos em relação à clareza e pertinência ao tema. Os artigos que atenderam a esses critérios foram lidos na íntegra para avaliar sua conformidade e inclusão no estudo (conforme Quadro 1).

Em contrapartida, os critérios de exclusão abrangeram trabalhos disponíveis em sites não acadêmicos, como blogs, aqueles que não estavam alinhados ao tema, bem como artigos duplicados em diferentes bases de dados. Desta forma, buscou-se garantir a seleção de fontes confiáveis e atualizadas, essenciais para a realização de uma análise sobre inovações sustentáveis.

Quadro 1 – Descrição dos trabalhos incluídos na revisão.

AUTOR	ANO	TIPO DE ESTUDO	TÍTULO
GRANDE, Fernando Mazzeo.	2003	Tese de doutorado	Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa.
PISANI, Maria Augusta Justi.	2005	Artigo	Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento.
AQUINO, Ligia Maria de; BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de	2010	Artigo	Light Steel Framing Aplicado a Construção de Habitação de Interesse Social: Interação Entre Vedos Verticais e Estrutura

BARROS. Antônio Ricardo Mendes. CHAVES. Jarbas Rodrigues. SANTOS. Elivânia Vasconcelos Moraes dos	2010	Artigo	Avaliação de custo/benefício do projeto de reuso de águas do IFCE- Limoeiro do Norte
BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	2010	Lei	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
CAMPOS, Holdianh Cardoso	2010	Artigo	Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema Light Steel Framing
SOARES. Raquel Baraldi Ramos.	2010	Artigo	Introdução a avaliação dos impactos ambientais
CRISTINA, E; SIMÕES, A; GARCEZ, N.	2011	Artigo	Construção verde.
FURRIELA, Rachel Biderman	2011	Artigo	Educação para o Consumo Sustentável.
MAMEDE, Fabiana Cristina	2011	Artigo	Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural.
ARASAKI, Thiago H.	2011	Artigo	Materiais de construção sustentáveis.
BOFF, Leonardo	2012	Artigo	Sustentabilidade: o que é: o que não é
FERRARESI, Amélia Cristina et al.	2012	Artigo	Os investimentos públicos no processo de desenvolvimento econômico do Brasil.
FERROLI, Paulo Cesar Machado.	2012	Artigo	Alternativas para a sustentabilidade na Construção Civil.

IRWIN, Alan. Riesgo, medio ambiente y conocimientos medioambientales. In: RE-DCLIFT, M.; WOODGATE, G. (Orgs.).	2012	Artigo	Sociologia del medio ambiente. Una perspectiva internacional.
JOURDA, Françoise-Hélène.	2012	Manual	Pequeno manual do projeto sustentável
MACHADO, Paulo Affonso Leme	2012	Monografia	Recursos Hídricos – Direito Brasileiro e Internacional
OLIVEIRA, Gustavo Ventura.	2012	Monografia	Análise Comparativa entre o Sistema Construtivo em Light Steel Framing e o Sistema Construtivo Tradicionalmente Empregado no Nordeste do Brasil Aplicados na Construção de Casas Populares.
VILLIERS, Marq. de	2012	Artigo	Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI.
FORWARD	2013	Artigo	Sustainable Construction at the Start of the 21st Century
RENDEIRO, José Eduardo.	2013	Artigo	Aproveitamento de águas pluviais.
ROOSHDI, Raja Rafidah Raja Muhammad; RAHMAN, Nurizan Ab; BAKI, Nazurah Zahidah Umar; MAJID, Muhd Zaimi Abdul; ISMAIL, Faridah	2013	Artigo	An evaluation of sustainable design and construction criteria for green highway.
FALCÃO, Elaine B.M; BARROSO, Marta F.;	2014	Pesquisa científica	Representações de natureza e caracterização do perfil cultural dos

BELO, Carolina L.A.			estudantes de Física da UFRJ.
FERREIRA, Alice Cristina Alves; COSTA, Fernanda Monteiro Vieira da; DIAS, Isabella de Cássia Teotônio; SANTOS, Silvio.	2014	Artigo	Gestão De Resíduos Sólidos Na Construção Civil.
GUAVARNI, Khosrow	2014	Artigo	Materiais e Tecnologias não convencionais para o século XXI.
JUNIOR, Jose de Sena Pereira.	2014	Monografia	Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidades e Usos.
LATOURE, Bruno.	2014	Livro	Políticas da natureza.
LESSING, J.	2014	Artigo	Industrial production of apartments with steel frames. A study of the Open House system.
LOWY, Michael	2014	Artigo	O que é Ecosocialismo.
MATEUS, Ricardo	2014	Dissertação de mestrado	Novas Tecnologias Construtivas Com Vista à Sustentabilidade da Construção.
ARAÚJO, Giovanni Moraes de	2015	Artigo	Sistema de Gestão Ambiental ISO14001/04
AZEVEDO, Elaine de	2015	Artigo	O Ativismo Alimentar na Perspectiva do Locavorismo. Ambiente & Sociedade
QUEIROGA, Adayanna Teberges Dantas.; MARTINS, Maria de Fátima.	2015	Artigo	Indicadores para a construção sustentável: Estudo em um condomínio vertical em Cabedelo, Paraíba.
WIECZYNSKI, Vladimir Jose	2015	Artigo	Construções mais sustentáveis: alternativas

			para uma habitação de baixo custo econômico
CONSTRUÇÃO CIVIL	2016	Artigo	Construção Civil no Brasil
COUTO, Amanda Barros; COUTO, João Pedro; TEIXEIRA, José Cardoso	2016	Artigo	Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção.
FOSTER, John Bellamy, AND Paul BURKETT.	2016	Livro	Marx and the Earth
LAGE, Allene Carvalho	2016	Artigo	Administração Pública orientada para o Desenvolvimento Sustentável – um estudo de caso: os ventos das mudanças no Ceará também geram energia.
OLIVEIRA, Verônica Macário; CORREIA, Suzanne Érica Nóbrega; GOMEZ, Carla Regina Pasa	2016	Artigo	Cultura de consumo, sustentabilidade e práticas empresariais: como as empresas podem contribuir para promover o valor simbólico da sustentabilidade nas atividades de consumo?
TEIXEIRA, J. C.	2016	Artigo	Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. Anais do VI Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios
LOSCHIAVO, Rafael	2016	Artigo	Telhas de caixas de leite
BASTOS, Fernanda Pereira	2017	Tese de doutorado	Tratamento da água de chuva através da filtração lenta e desinfecção UV
VILLELA, Fábio Fernandes.	2017	Tese	Indústria da Construção Civil e Reestruturação Produtiva: Novas Tecnologias e Modos

			de Socialização Construindo o Intelecto Coletivo ("General Intellect")
AMORIM, Simar Vieira de; PEREIRA, Daniel José de Andrade.	2018	Artigo	Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial.
ARAÚJO, Márcio	2018	Artigo	Produtos ecológicos para uma sociedade sustentável.
GIULIANI, Gian Mario.	2018	Artigo	Sociologia e ecologia: Um diálogo reconstruído.
SILVEIRA, B. Q.	2018	Artigo	Reuso da água em edificações residenciais.
PEREIRA, Caio.	2018	Artigo	Wood Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens
CLERC-RENAUD, Agnes; MÉCHIN, Colette; DA SILVA CÂMARA, Antônio	2019	Artigo	Enjeux Environnementaux Et Tourisme Au Brésil: le role de l'artisanat em forêt atlantique.
CORRÊA, Lásaro Roberto.	2019	Artigo	Sustentabilidade na construção civil
SILVA, Bruno Gomes da; ZAFALON, Ademar Ança.	2019	Tese de doutorado	Construção civil: importância do planejamento de obras.
HANNIGAN, John.	2019	Artigo	Sociologia ambiental
LYRA, Mariana Galvão; GOMES, Ricardo Corrêa; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves.	2019	Artigo	O papel dos Stakeholders na sustentabilidade da empresa: Contribuições para construção de um modelo de análise.

RIBEIRO, Marcel	2019	Artigo	Conheça 5 benefícios do reaproveitamento de água no canteiro de obras.
SILVA, R. F	2019	Artigo	Isolamento Térmico e Acústico em Sistemas de Word Frame
CRUZ, M. V., et al.	2020	Artigo	Eficiência energética em sistemas construtivos: análise comparativa entre alvenaria, concreto armado e Light Steel Frame.
RODRIGUES, Larissa Schmitz	2020	Trabalho de conclusão de curso	Certificação ambiental na construção civil: sistemas LEED e AQUA.
LIMA, Maria Cristina Alves de; SILVA, Ana Karla Batista da; SILVA JUNIOR, Marcos Antonio Barbosa da.	2020	Artigo	Certificação ambiental de habitações: um instrumento para ações sustentáveis na construção civil.
PIRAMIDAL	2020	Artigo	Reduzir, reutilizar e reciclar: Conhecendo os 3 R's
SILVA, João	2020	Artigo	Sustentabilidade na engenharia de construção: desafios e soluções no ciclo de vida das edificações.
ALMEIDA, J. R	2020	Livro	Sistemas Construtivos Sustentáveis: Uma Análise do Word Frame
MARTINS, A. P	2020	Artigo	Construção Civil e Sustentabilidade: O Papel do Word Frame
FOLADORI, Guillermo	2021	Artigo	O metabolismo com a natureza.
LEITE, J. S., et al.	2021	Artigo	Avaliação do desempenho térmico de edificações em light steel frame.

MASUERO, Angela Borges.	2021	Artigo	Desafio da Construção Civil: crescimento com sustentabilidade ambiental.
SANTOS, Maria de Fátima	2021	Artigo	Desenvolvimento econômico e sustentabilidade empresarial.
SILVA, João; MENDES, Carla	2021	Artigo	Soluções sustentáveis na construção civil: inovação e impacto ambiental.
COSTA, L. M	2021	Livro	A Evolução do Word Frame no Brasil: Desafios e Oportunidades
SOUZA, F. A	2021	Artigo	Vantagens e Desvantagens do Word Frame na Construção Civil
PEREIRA, T. S	2022	Artigo	Eficiência Energética em Construções: O Caso do Word Frame
ALMEIDA, Maria.	2023	Artigo	Desenvolvimento e impacto econômico da construção civil no Brasil.
SILVA, João	2023	Artigo	Inovações sustentáveis na construção civil: desafios e impactos ambientais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é o termo utilizado para descrever qualquer tipo de obra que interaja diretamente com a população, uma comunidade ou uma cidade. Segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a construção civil abrange a edificação de prédios, obras de infraestrutura e serviços especializados (Construção Civil No Brasil, 2016).

Por muitos anos, a construção civil foi considerada uma das atividades que mais impactam o meio ambiente, especialmente devido ao uso de determinados materiais e aos danos causados ao solo pelos processos construtivos. No entanto, surgiram práticas externas para reduzir esses impactos, levando ao desenvolvimento da chamada construção sustentável (Jourda, 2012).

Hoje, a construção civil é responsável pela edificação de residências, escolas, obras públicas e logradouros, proporcionando à população melhor qualidade de vida e contribuindo para a interação social e com o meio ambiente (Ferraresi, 2012). Além disso, o setor exerce papel fundamental na economia de um país, uma vez que influencia diretamente a estrutura econômica nacional. Como um dos setores mais relevantes para o Produto Interno Bruto (PIB), a construção civil consome produtos de diversos segmentos industriais e possui uma cadeia produtiva extensa, sendo essencial para o crescimento econômico (Teixeira, 2016).

No primeiro semestre de 2024, a construção civil criou mais de 180 mil novos postos de trabalho, registrando um aumento de 6,74% em comparação com o mesmo período de 2023. Esse crescimento foi impulsionado, em grande parte, pelos investimentos em infraestrutura e habitação, especialmente por meio de recursos do FGTS, como os financiamentos do programa “Casa Verde e Amarela”, que facilitam o acesso à moradia para famílias de baixa renda.

A construção civil tem uma importância notável na economia brasileira, especialmente por ser uma fonte significativa de geração de empregos, já que

diariamente novas vagas são criadas. Como resultado, novas técnicas, equipamentos, materiais e métodos construtivos são desenvolvidos e adaptados para atualizar o trabalho, aumentar a produtividade, melhorar a qualidade e reduzir os custos. Uma característica marcante do setor é a sua demanda por mão de obra intensiva, absorvendo um grande número de trabalhadores com diferentes níveis de qualificação. Isso permite que pessoas com pouca formação ingressem no mercado de trabalho (Almeida, 2023, p. 12).

A indústria da construção civil, especialmente o setor de edificações, passou por um processo de modernização a partir da década de 1990, com o objetivo de agilizar os processos construtivos e recuperar a confiança dos clientes. Esse movimento incluiu a adoção de sistemas de Reestruturação Produtiva e práticas rápidas, como a “Construção Rápida”, que permitiram a entrega de edifícios inteiros em apenas 40 dias (Villela, 2017). Destaca-se, ainda, o esforço crescente para preservar o meio ambiente e reduzir os impactos negativos da construção civil. O reaproveitamento de resíduos sólidos, por meio de coleta, reciclagem e criação de novos materiais, tem sido uma prática importante para equilibrar as atividades do setor com a preservação ambiental (Wieczynski, 2015). Um exemplo é a cidade de Praia Grande, que implementou uma política de reaproveitamento de resíduos sólidos, promovendo a limpeza de ruas, terrenos e canteiros de obras, além de cultivo, reciclagem e preservação do planeta.

Na construção civil, o uso racional de técnicas e componentes industrializados é sempre bem-vindo, pois permite aumentar a produtividade e reduzir os custos (Mamede, 2011). Contudo, é essencial destacar que a construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos globalmente, o que reforça a importância de adotar práticas mais sustentáveis no setor (Worldwatch Institute, 2010).

No entanto, o setor ainda enfrenta críticas por ser considerado uma indústria atrasada em comparação com outros setores, devido à baixa produtividade, grande desperdício de materiais, lentidão nos processos e baixo controle de qualidade.

3.2 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O conceito de sustentabilidade tem ganhado cada vez mais relevância na engenharia de construção, que abrange todas as fases do ciclo de vida de uma edificação, incluindo o projeto, planejamento, gestão, execução de obras, bem como a manutenção e reabilitação de edificações e infraestruturas (Silva, 2020, p. 112).

A construção sustentável tem crescido rapidamente em todo o mundo nos últimos anos, impulsionada pela escassez de recursos, o que traz uma série de desafios e problemas nas esferas gerenciais, estratégicas e operacionais (Ferroli, 2012). Além disso, a indústria da construção desempenha um papel crucial no atendimento às demandas da sociedade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida.

A adoção de práticas sustentáveis no setor de construção permite que as necessidades das gerações atuais e futuras sejam atendidas, promovendo a conservação de energia, água e recursos naturais por meio da reutilização, reciclagem, inovação no design e redução de resíduos e poluição (Boff, 2012). Para isso, medidas proativas são inovações para reverter ou mitigar os impactos negativos que as atividades de construção causam ao meio ambiente.

Segundo Gomes et al. (2019), é evidente a importância de se estudar a sustentabilidade no setor da construção civil, pois as organizações estão cada vez mais conscientes disso, para garantir uma vantagem competitiva, não basta apenas satisfazer os clientes com baixos custos ou qualidade nos produtos e serviços oferecidos. Os consumidores também esperam que as empresas respeitem o meio ambiente, ajam de forma ética e demonstrem responsabilidade social.

A busca por uma construção sustentável abrange uma série de ações, entre as quais se destacam: capacitação de construtores e projetistas, melhoria da qualidade dos materiais, qualificação da mão de obra, obtenção de certificações, atualização, aprimoramento dos meios de comunicação, troca de informações e implementação de materiais e tecnologias inovadoras (Ferroli, 2012). Essas iniciativas visam aumentar a competitividade, elevar a qualidade dos produtos e serviços, reduzir

custos, otimizar o uso de recursos e, principalmente, diminuir o desperdício e o impacto ambiental gerado pela construção.

3.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS SUSTENTÁVEIS

3.3.1 Construção civil 4.0

A indústria da construção civil também foi impactada pelo avanço tecnológico, resultando no conceito de Construção 4.0, que tem ganhado relevância nos últimos anos. Introduzido por Roland Berger em 2016, esse termo reflete a crescente consciência sobre a digitalização no setor da construção, sendo fundamentado em quatro pilares principais: dados digitais, automação, conectividade e acesso digital. Embora seja um conceito relativamente recente, sua definição evoluiu rapidamente, sendo entendida como um metaconceito que abrange áreas fundamentais (Guavarni, 2014).

Leite et al. (2021) definem a Construção 4.0 como uma “estrutura transformadora”, que envolve três principais transformações: industrialização da produção e da construção, sistemas ciberfísicos e tecnologias digitais. Entre as tecnologias digitais mais comuns estão o Building Information Modeling (BIM), o Common Data Environment (CDE), drones, gestão de projetos na nuvem, Realidade Aumentada/Realidade Virtual (AR/VR), inteligência artificial, segurança cibernética, big data, análise de dados, blockchain e scanners a laser. Já no campo dos sistemas ciberfísicos, destacam-se a robótica e a automação, sensores, Internet das Coisas (IoT), trabalhadores com dispositivos vestíveis, atuadores, produção aditiva, construção externa e interna automatizada e equipamentos sensorizados.

Essas inovações oferecem oportunidades excelentes para as empresas de construção que buscam aumentar sua competitividade, melhorar a qualidade do trabalho, cumprir prazos de projetos e ampliar os serviços oferecidos aos seus clientes (Guavarni, 2014). Além disso, tecnologias como BIM, sensores e IoT têm se mostrado essenciais para alcançar metas de sustentabilidade no ambiente construído, promovendo decisões mais sustentáveis na construção civil.

Tradicionalmente vista como uma indústria ineficiente e resistente à tecnologia, a construção civil foi profundamente impactada por essas inovações (Cruz et al., 2020). Apesar da automação ter sido amplamente utilizada em diversas indústrias desde os anos 1970, sua aplicação na construção ainda é limitada ou subutilizada.

O conceito de Construção 4.0 deriva de uma abordagem mais ampla: a Indústria 4.0; Também conhecida como a “Quarta Revolução Industrial”, ela tem sido amplamente discutida por seu potencial de transformar indústrias em níveis de design e produção, moldando o futuro da produtividade e do crescimento industrial (Leite et al., 2021). Esse conceito foi inicialmente proposto na Alemanha em 2011, como parte de uma estratégia nacional de inovação tecnológica.

A avaliação da sustentabilidade no setor da construção também se tornou essencial, abordada por diferentes métodos, geralmente baseada em duas linhas principais: a Análise do Ciclo de Vida (ACV) e o uso de ferramentas com critérios e indicadores específicos. O ACV é utilizado para medir o impacto ambiental e quantificar os materiais e a energia envolvidos na produção de um bem, alinhando-se às discussões da Rio-92 e Rio+10. Essas conferências destacaram a importância de ações planejadas para desenvolver políticas que promovam a produção e o consumo sustentável, melhorando produtos e serviços e, assim, reduzindo impactos ambientais (Gomes et al., 2019).

No entanto, os métodos e resultados da ACV, comumente aplicados por países desenvolvidos, podem não ser adequados para os países em desenvolvimento. Por isso, é necessário desenvolver técnicas adaptadas às condições e particularidades de cada país. Na prática, a avaliação do ciclo de vida enfrenta desafios, como a falta de dados dos produtores locais de materiais e componentes, além da complexidade da análise, que pode ser influenciada por fatores como as distâncias de transporte (Masuero, 2021).

Embora não haja uma classificação formal, as ferramentas de avaliação ambiental podem ser divididas em duas categorias principais. A primeira categoria inclui sistemas específicos para serem de fácil uso pelos projetistas, permitindo que suas iniciativas em prol da sustentabilidade sejam reconhecidas pelo mercado, como o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) e o LEED (Liderança em Energia e Design Ambiental). A segunda categoria inclui

ferramentas mais detalhadas para a análise profunda e o desenvolvimento de metodologias científicas robustas, como o BEPAC (Building Environmental Performance Analysis Club) e o GBC (Green Building Council) (QUEIROGA et al., 2015).

As metodologias baseadas nos critérios do LEED e do BREEAM são flexíveis e permitem a incorporação de análises qualitativas. Os indicadores de sustentabilidade do ambiente construídos abordam aspectos ambientais, econômicos e sociais, forneceram informações valiosas para orientar o desenvolvimento de políticas e estratégias (Masuero, 2021). Esses indicadores são úteis para uma ampla gama de profissionais da construção civil, como projetistas, clientes, gestores, decisores políticos e funcionários públicos.

Para se adequar às demandas do mercado e seguir a tendência de sustentabilidade, muitas empresas buscam certificações ambientais. No entanto, a implementação de padrões de preservação ambiental requer investimentos substanciais, o que, muitas vezes, não gera retornos financeiros imediatos (RODRIGUES et al., 2020). Embora as certificações possam trazer benefícios, a adaptação dessas práticas é mais desafiadora para pequenas empresas, que possuem menos recursos para realizar grandes investimentos.

3.3.2 Materiais e métodos sustentáveis

Materiais sustentáveis: Materiais sustentáveis são aqueles que apresentam baixo impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida, desde a remoção e produção até o transporte, uso e descarte. Eles têm como objetivo reduzir o consumo de recursos naturais, diminuir a emissão de substâncias poluentes e resíduos, além de promover a reutilização e a reciclagem. A seguir dois exemplos de materiais sustentáveis.

- **Tijolo ecológico:**

Wieczynski (2015) apresenta os tijolos ecológicos como uma das soluções adotadas pelas empresas para promover maior sustentabilidade em suas atividades e reduzir os impactos ambientais relacionados aos processos construtivos. Segundo

o autor, o desenvolvimento de materiais ecológicos representou um avanço significativo para o setor da construção civil, proporcionando às empresas uma oportunidade poderosa para melhorar suas práticas.

Conforme Pisani (2005), é essencial aliar praticidade e economia de custos em uma edificação, pois a escolha dos materiais e métodos utilizados está fortemente associada ao objetivo de reduzir custos. Nesse contexto, o tijolo de solo-cimento surge como uma alternativa promissora, uma vez que sua matéria-prima é abundante em todo o mundo. A autora destaca ainda que esse produto dispensa a queima, o que contribui para a economia de energia, além de proporcionar ambientes com conforto térmico e acústico devido às suas propriedades isolantes.

O uso de tijolos de solo-cimento oferece diversas vantagens, como o controle de perdas e a redução de desperdícios, além de serem de baixo custo em relação às alvenarias tradicionais. São duráveis, seguros e podem ser produzidos de forma independente da localidade, oferecendo eficiência construtiva pelo sistema de encaixe que requer pouca ou nenhuma argamassa. Além disso, sua produção local reduz o impacto ambiental e os custos de transporte (Grande, 2003).

Grande (2003) afirma ainda que, comparado aos tijolos comuns, o tijolo de solo-cimento apresenta textura e dimensões uniformes, o que evita desperdício de material para correções e garante um bom acabamento. O sistema de encaixe facilita o alinhamento e mantém as juntas regulares, reduzindo o surgimento de trincas. Seu uso também reduz o peso da construção, o tempo de execução e o custo com mão de obra, mantendo o canteiro de obras mais limpo e organizado. Os tijolos podem ter furos internos, conforme figura 1, para passagem de instalações hidráulicas e elétricas, evitando cortes e quebras e gerando menos resíduos.

Figura 1 – Tijolo de solo-cimento.



Fonte: Cimento Itambé, 2024.

- **Telhas ecológicas:**

As telhas TretaPak, conforme ilustrado na Figura 2, são fabricadas a partir de embalagens de leite longa vida (Tetra Pak). De acordo com Arasaki (2011), as embalagens compostas por papel, plástico e alumínio são recicladas em conjunto. O papel, o componente principal, é o primeiro a ser reciclado, transformando-se em papelão. O plástico e o alumínio são prensados e transformados em telhas, que, além de ecológicas, apresentam vantagens em comparação com as telhas tradicionais: são mais baratos, mais leves e proporcionam melhor conforto térmico ao ambiente.

Figura 2 – Telhas ecológicas de caixas de leite.



Fonte: O Globo, 2020.

Essas telhas se destacam pela maior durabilidade e impermeabilidade. Segundo Loschiavo (2016), hoje já existem mais de 15 empresas no Brasil que fabricam esse tipo de telha, oferecendo um produto até 25% mais barato que as opções convencionais, com um benefício adicional: as telhas de Tetra Pak ajudam a reduzir a transferência de calor para dentro do ambiente. Estudos realizados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) demonstram que essas telhas retêm até 30% mais calor em comparação com as telhas tradicionais.

O uso desse material oferece benefícios que vão além da construção civil e do custo da obra. Arasaki (2011) destaca que a utilização das embalagens da Tetra Pak valoriza a cadeia da reciclagem, gerando emprego e renda. Além disso, contribui para a redução do impacto ambiental, pois toneladas de material plástico, papel e alumínio deixam de ser descartados em aterros sanitários. Contudo, apesar das vantagens, a demanda por esse tipo de material ainda é pequena em comparação com os materiais feitos de construção civil.

Métodos sustentáveis: Os métodos sustentáveis na construção civil visam minimizar os impactos ambientais, sociais e econômicos ao longo de todas as fases do ciclo de vida de um projeto, incluindo o planejamento, a execução, a operação e o descarte, adotando práticas que promovem o uso eficiente dos recursos naturais, a redução de resíduos e a incorporação de tecnologias inovadoras para melhorar o desempenho ambiental das edificações (BRASIL, 2020). A seguir dois exemplos de métodos sustentáveis.

- **Reutilização da água:**

A reutilização de água não protegida em residências é uma solução eficaz para ajudar as comunidades a recuperar, reciclar e reutilizar água. Esses sistemas captam e tratam fontes de água geradas no interior ou ao redor dos edifícios, como esgoto, águas cinzas, águas pluviais e água da chuva coletada dos telhados. A água tratada é reutilizada localmente para fins não potáveis, como descarga de vasos sanitários, lavagem de roupas e higiene de plantas ornamentais.

A reutilização de águas pluviais também alivia a carga sobre as estações de tratamento de esgoto. A instalação de sistemas de coleta de água da chuva faz sentido tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, muitas vezes pagando-se em

menos de dois anos (Amorim; Pereira, 2018). Nos últimos anos, o interesse por construções ecológicas aumentou, com a eficiência hídrica se tornando um aspecto crucial desses projetos.

O uso mais comum da água da chuva capturada é uma questão de segurança. Mesmo substituir uma pequena parte da água potável utilizada pela água de chuva pode reduzir significativamente os custos. O tratamento necessário para a reutilização com segurança é mínimo, tornando os sistemas simples e acessíveis. Muitas empresas já utilizam sistemas básicos de barris para coleta de água da chuva e utilizá-la na agricultura (Bertolo, 2016).

A coleta de água da chuva é uma prática de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID, Low Impact Development) que traz múltiplos benefícios para a bacia hidrográfica e a comunidade. Ao reter a água em cisternas ou tanques para uso local, o volume de escoamento e o risco de inundação são reduzidos. Em larga escala, esses sistemas podem melhorar a saúde das bacias hidrográficas, reduzindo a demanda sobre aquíferos e reservatórios (Campos; Azevedo, 2013).

Ao instalar sistemas de reaproveitamento de água em residências, os moradores podem obter maior estabilidade em termos de sustentabilidade, um fator que pode interferir significativamente no desenvolvimento e aplicação desses sistemas (Mateus, 2014). Além disso, conforme Villiers (2012), a manipulação causada por esgotos, poluição industrial, pragas de algas e excesso de nutrientes tem reduzida a disponibilidade per capita de água potável, impulsionando pesquisas em novas técnicas que promovem o uso racional desse recurso.

O futuro das cidades dependerá da integração entre abordagens centralizadas e descentralizadas, maximizando as vantagens de diferentes sistemas para garantir a confiabilidade e a adaptabilidade dos suprimentos de água (Bastos, 2017). O consumo sustentável, definido por Furriela (2011) como o uso responsável dos recursos naturais, respeitando as necessidades das gerações futuras, vem ganhando relevância no Brasil e no mundo, influenciando hábitos de consumo. A combinação de sustentabilidade com economia nos gastos mensais é um incentivo para o uso de sistemas de aproveitamento da água da chuva.

A sustentabilidade tem sido amplamente discutida pelas organizações devido aos problemas sociais e ambientais globais (Rooshdi et al., 2013). Mais que um modismo, é um conceito abrangente e sistêmico, focado na preservação do meio ambiente e no uso responsável dos recursos naturais, essenciais para a vida animal,

vegetal e humana (Cristina; Simões; Garcez, 2011). Ao longo do tempo, a sustentabilidade tornou-se um segundo princípio a qualidade do atendimento das necessidades atuais não deve comprometer as futuras gerações.

A busca pela sustentabilidade tem desafiado o setor da construção, impulsionando entidades como o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) para promover mudanças (Cbcs, 2015). Embora seja um tema relativamente recente, com pouco mais de uma década de estudos, há confusão em torno dos termos "construção sustentável", "construção verde" e "projeto sustentável", com várias definições compartilhando aspectos comuns (Brasileiro; Matos, 2015).

Na complexa cadeia produtiva da construção civil, é evidente que o desenvolvimento sustentável só progredirá se a própria indústria da construção se tornar sustentável (Brasileiro; Matos, 2015). Melhorar a sustentabilidade dos processos, com foco no uso de energias renováveis e tecnologias limpas, pode ser uma estratégia eficaz para o setor, embora exija mudanças significativas (Baptista Junior; Romanel, 2013).

- **Wood Frame:**

O sistema construtivo Wood Frame, desenvolvido na América do Norte no início do século XIX, é reconhecido como um dos métodos mais sustentáveis na construção civil. Surgiu como resposta à rápida urbanização e expansão territorial nos Estados Unidos e no Canadá. Baseado em uma estrutura leve de madeira, ilustrada na figura 3, o Wood Frame se destaca por sua eficiência e baixo impacto ambiental. Inicialmente, utilizavam-se madeiras avançadas, mas, com o avanço da tecnologia e a crescente preocupação com a sustentabilidade, ocorreu a transição para componentes industrializados, como vigas laminadas e painéis de madeira compensada. Essas inovações não apenas melhoraram o uso da matéria-prima, como também melhoraram a durabilidade e as propriedades estruturais do sistema (Martins, 2020).

Figura 3 – Casa em Wood Frame



Fonte: Escola Engenharia, 2019.

Evolução e Aplicação do Wood Frame

Ao longo do século 20, o sistema construtivo Wood Frame passou por uma evolução marcante, integrando novas técnicas e materiais que aprimoraram o isolamento térmico e acústico das edificações. A incorporação de membranas e barreiras de vapor aumentou a resistência das estruturas, enquanto o uso de placas de gesso e revestimentos externos trouxe maior flexibilidade arquitetônica (Silva, 2019).

Mais recentemente, o Wood Frame tem sido destacado como uma alternativa sustentável na construção civil, especialmente pelo seu menor impacto ambiental em comparação com os métodos tradicionais, como a alvenaria e o concreto armado. No Brasil, sua adoção ganhou impulso na década de 2010, em meio ao fortalecimento de políticas de sustentabilidade e à busca por soluções habitacionais mais rápidas e econômicas (Costa, 2021).

Uma das principais vantagens do Wood Frame é a redução significativa no prazo de execução das obras, que pode ser até seis vezes menor, resultando em economia de tempo e custos. Além disso, a utilização de materiais renováveis, como madeira de reflorestamento, reduz as emissões de CO₂, contribuindo para maior eficiência energética e menores custos operacionais para os proprietários (Pereira, 2022). O conforto térmico oferecido pelas paredes desse sistema, composto por camadas de materiais isolantes como lã de vidro ou espuma, é um diferencial

importante, adaptando-se a diversos climas e conforto excelente isolamento térmico e acústico (Almeida, 2020).

Vantagens e Desvantagens do Wood Frame

Por ser um sistema construtivo sustentável, o Wood Frame apresenta diversas vantagens:

- **Sustentabilidade:** reduz as emissões de CO₂ e utiliza madeira de reflorestamento.
- **Rapidez:** possibilita construções mais ágeis, redução de custos com mão de obra e equipamentos (Souza, 2021).
- **Leveza e Adaptabilidade:** sua estrutura é ideal para terrenos com condições geológicas desafiadoras e oferece flexibilidade para projetos personalizados.

No entanto, algumas limitações ainda são evidentes:

- Permanece a necessidade de concreto armado em pisos e contrapisos.
- O acabamento das chapas de OSB pode exigir maior cuidado para alcançar o padrão estético desejado (Martins, 2020).

Embora existam desafios, como a ausência de uma norma técnica nacional específica para o dimensionamento desse sistema, as vantagens do Wood Frame superam as melhorias, tornando-o uma alternativa promissora para a construção civil.

O Wood Frame no Brasil

No Brasil, o uso do Wood Frame ainda é incipiente, apesar de suas primeiras aplicações remontarem a 2009. A Diretriz SINAT nº 005, disponível no Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), apresenta as diretrizes para sistemas estruturados com peças de madeira maciça e serrada, conhecida como Light Wood Frame.

Embora a alvenaria ainda seja predominante no país, algumas regiões, especialmente no Sul, têm experimentado esse sistema construtivo. Em 2016, a cidade de Araucária, no Paraná, inaugurou o primeiro prédio sustentável construído com a tecnologia Wood Frame no Brasil, utilizando madeiras de reflorestamento,

como eucalipto e pinus, devidamente tratadas para garantir sua qualidade e durabilidade.

Com a crescente demanda por habitações sustentáveis e a ampla disponibilidade de madeira em diversas regiões, o Wood Frame apresenta um potencial significativo para atender às necessidades habitacionais do Brasil. Além disso, a sua adoção promove práticas construtivas mais responsáveis, contribuindo para um futuro mais sustentável na construção civil.

- **Light steel framing:**

No Brasil, os materiais utilizados para fechamento de edificações em Light Steel Frame (LSF) são disponibilizados em chapas de diferentes espessuras, sendo tão comuns quanto placas de cimento e gesso. No entanto, as placas de gesso deverão ser utilizadas exclusivamente em áreas internas. Esses fechamentos devem ser combinados com uma camada de isolamento térmico, como fibra de vidro, e uma camada de ar (Campos, 2010).

O uso do sistema LSF, conforme figura 3, representa um avanço tecnológico na construção civil, permitindo um controle rigoroso dos processos. Por ser um sistema racionalizado, é ideal para a produção industrial, o que contribui para a criação de construções mais eficientes em várias dimensões, incluindo a sustentabilidade, devido à possibilidade de reciclagem de materiais e à redução de desperdícios.

Figura 3 – Light Steel Frame.



Fonte: Oliveira, 2012.

Quando comparado aos sistemas de construção tradicionais, o LSF, por ser mais industrializado, traz melhorias significativas nas operações dos canteiros de

obras, como a redução expressiva da mão de obra e a otimização das condições logísticas internas. Isso resulta em economia de espaço para armazenamento de materiais no local, melhor controle de qualidade, redução de desperdícios e um gerenciamento mais eficiente da cadeia de suprimentos.

Segundo Aquino e Barros (2010), uma das principais justificativas para a adoção do Steel Framing nas práticas construtivas é a sua capacidade de promover uma interação menos impactante entre o desenvolvimento das construções e o meio ambiente. Essa metodologia busca alternativas mais eficientes, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, priorizando recursos que possam ser utilizados em atividades construtivas sem causar danos significativos ao meio ambiente em que o projeto será implementado.

Esses aspectos são cruciais para que diversas empresas do setor da construção civil estejam incorporando a metodologia Steel Framing em suas operações, envolvendo constantemente recursos e métodos que fundamentam o desenvolvimento sustentável nas práticas de engenharia e em nosso entorno.

O estudo de Mamede (2011) destaca que o Light Steel Frame (LSF) é um dos sistemas estruturais que não estão especificados nos padrões de projeto para proteção contra incêndio. Trata-se de um sistema construtivo composto por esquadrias de aço galvanizado conformadas a frio e revestidas com placas protegidas, conforme figura 4, formando divisórias que resistem às exigências do projeto. Dependendo da combinação desses pórticos, esses sistemas podem desempenhar uma função estrutural. Por ser um método industrializado e seco, o LSF oferece grande velocidade na execução e racionalização do uso de materiais.

Figura 4 – Desenvolvimento do LSF.



Fonte: O Globo, 2023.

Um ponto relevante destacado pelo autor em sua pesquisa é que apenas 4,5% do consumo doméstico é destinado à construção de estruturas em aço, especialmente em edifícios industriais e arranha-céus urbanos. Apesar dessa proporção relativamente pequena, o Brasil já possui uma infraestrutura necessária para a fabricação e montagem de estruturas em aço. Nesse contexto, surge uma necessidade dupla de mudança: uma transformação cultural que incentive o uso do aço em edifícios de vários andares e uma melhoria na competitividade econômica do aço em relação ao concreto (conforme Quadro 2) seu principal concorrente.

Quadro 2 – Comparativo entre o LSF e o Concreto.

Aspectos	Sistema LSF	Sistema Convencional (Alvenaria/Concreto)
Durabilidade	Alta durabilidade (50-100 anos), com manutenção periódica.	Alta durabilidade, mas pode exigir mais manutenção devido a infiltrações, fissuras e corrosão.

Aspectos	Sistema LSF	Sistema Convencional (Alvenaria/Concreto)
Emissões de CO2 (produção e transporte)	Menores emissões devido ao uso de aço galvanizado e à redução de material descartado. O aço tem um impacto ambiental maior na produção, mas é altamente reciclável.	Mais altas emissões, especialmente no uso de cimento e concreto, com grandes impactos no processo de fabricação e transporte. A alvenaria também gera mais resíduos.
Uso de energia	Consome menos energia na produção e transporte. O aço é mais leve e facilita a logística.	Consome mais energia, especialmente pela produção de cimento e concreto, além do maior peso dos materiais.
Reciclabilidade	Muito alta, especialmente para os perfis de aço, que podem ser completamente reciclados.	Baixa reciclabilidade da alvenaria e concreto. Resíduos são difíceis de reaproveitar.
Desperdício durante a construção	Menor desperdício, pois as peças pré-fabricadas são cortadas com precisão e geram menos sobras.	Maior desperdício, devido ao manuseio de materiais pesados e à necessidade de mais mão de obra para cortes e ajustes.
Custo inicial	Geralmente mais baixo, devido ao uso de pré-fabricação e menores custos de transporte e mão de obra.	Custo inicial mais alto, devido ao maior consumo de materiais e maior complexidade de mão de obra.
Tempo de construção	Rápido, devido à pré-fabricação das peças e à facilidade de montagem.	Mais demorado, principalmente devido ao tempo de cura do concreto e à necessidade de mais etapas de construção.
Isolamento térmico e acústico	Pode ter desempenho similar ao sistema convencional com	Bom desempenho térmico e acústico, mas depende de

Aspectos	Sistema LSF	Sistema Convencional (Alvenaria/Concreto)
	o uso de materiais adequados (ex: lã de rocha, EPS).	técnicas de construção e da espessura das paredes.
Resistência estrutural	Boa resistência, mas depende de projetos e dimensionamento adequados. Pode ser mais eficiente em algumas situações devido à leveza do aço.	Excelente resistência estrutural, especialmente em edifícios de múltiplos andares, mas com maiores custos e peso.
Manutenção	Menor necessidade de manutenção, mas exige vigilância quanto à corrosão do aço, especialmente em regiões costeiras ou úmidas.	Exige mais manutenção devido ao risco de infiltrações, fissuras e desgaste do concreto e das alvenarias.
Impacto ambiental no ciclo de vida	Menor impacto ambiental se comparado ao sistema convencional, devido à reciclabilidade e menor consumo de recursos naturais.	Maior impacto ambiental devido à produção de concreto e à extração de recursos como areia e pedra.

O sistema Light Steel Framing (LSF) se destaca por sua eficiência energética, menor impacto ambiental e redução no tempo de construção. Além disso, é altamente reciclável e gera menos desperdício durante a obra.

Por outro lado, o sistema convencional (baseado em alvenaria e concreto) é amplamente utilizado em projetos de maior porte, devido à sua resistência estrutural e durabilidade. No entanto, apresenta um impacto ambiental mais elevado e exige um tempo de construção mais longo.

A escolha entre LSF e o sistema convencional depende de diversos fatores, como o tipo de projeto, o orçamento disponível, as características da localização e as preocupações com sustentabilidade.

Oliveira (2012) ressalta que, nas construções com LSF, os elementos estruturais podem provocar problemas como a transmissão excessiva de calor entre o ambiente externo e o interno, além da condensação de umidade nos painéis de fechamento. No sistema LSF, uma estrutura de aço representa menos de 0,5% da área de fechamento. Entretanto, como a condutividade térmica do aço é até 1.500 vezes maior do que a do material isolante, desconsiderar o desempenho térmico dessas barras em edifícios sob condições climáticas severas pode resultar em uma superestimação da resistência térmica do edifício em até 50%.

Conforme destacado por Araújo (2018), as estruturas híbridas de aço conformado a frio (HCFS) representam um novo sistema estrutural na indústria da construção em aço leve, proporcionando diversas oportunidades, especialmente para construções de médio porte. O desempenho estrutural, a sustentabilidade e os custos econômicos e sociais dessas estruturas são fatores cruciais para os tomadores de decisão ao considerar a adoção desses sistemas e sua comparação com alternativas convencionais.

É possível observar que os benefícios inerentes à filosofia de construção modular estão ganhando reconhecimento, especialmente entre o público em geral. Exemplos internacionais evidenciam que essa tecnologia possui um grande potencial, até mesmo na arquitetura contemporânea. O sucesso dessa abordagem depende da capacidade de arquitetos, planejadores e engenheiros em explorar suas possibilidades.

Segundo Corrêa (2019), a indústria da construção enfrenta uma pressão significativa para aumentar sua eficiência. No cenário global, métodos inovadores de construção, conhecidos como Métodos Modernos de Construção (MMC), estão se tornando cada vez mais comuns. O MMC abrange a produção externa e a pré-fabricação de componentes e módulos de construção em ambientes industriais, incluindo edifícios inteiros.

Os métodos modernos de construção têm um grande potencial para aprimorar a eficiência na produção, qualidade, satisfação do cliente, impacto ambiental, sustentabilidade e previsibilidade na entrega dos projetos de construção. O foco do MMC é a busca por melhorias no desempenho de construção.

Para Lessing (2014), grande parte dos processos relacionados à Light Steel busca alternativas mais eficientes, tanto do ponto de vista financeiro quanto ambiental, transferindo a utilização de recursos que possam ser integrados às atividades

construtivas sem causar danos prejudiciais ao meio ambiente onde o projeto será realizado.

3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS DAS INOVAÇÕES SUSTENTÁVEIS

As inovações sustentáveis na construção civil buscam melhorar a qualidade ambiental dos espaços, promovendo benefícios como maior saúde e bem-estar dos ocupantes, aumento da produtividade, redução no consumo de matéria-prima e diminuição do uso de energia. Esses avanços também foram aprimorados para reduzir o volume de resíduos em aterros e as emissões de carbono (Silva, 2023).

Sendo um setor de grande relevância, a construção civil é uma das questões que mais gera resíduos em larga escala (Lima et al., 2020), sendo que muitos desses resíduos são descartados de forma inconveniente, sem reaproveitamento. Tecnologias sustentáveis no setor, propostas práticas de sustentabilidade, englobam um conjunto de técnicas e métodos voltados à produção de bens e serviços com menor impacto ambiental. Eles visam reduzir os efeitos da construção sobre o meio ambiente e minimizar a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Com a adoção dessas tecnologias, o setor de construção civil vem buscando soluções cada vez mais inovadoras para mitigar seus impactos ambientais. Entre as práticas mais destacadas, estão a redução da destruição e do consumo de matéria-prima, o reaproveitamento de materiais descartados como novos insumos ecológicos, e a coleta de águas pluviais para reutilização em diferentes funções (Silva; Mendes, 2021).

Para alcançar a sustentabilidade, é essencial que essa abordagem seja mantida ao longo de todo o ciclo do empreendimento, desde a concepção até a conclusão do projeto. Isso inclui a observância dos três pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), os quais são complementados pelos 3 Rs: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Cada um desses princípios promove uma relação mais harmoniosa entre o consumidor e o meio ambiente, contribuindo para a redução de custos e a preservação de recursos (Piramidal, 2020).

1. REDUZIR: Foca na redução do consumo de bens e serviços, promovendo um consumo consciente que beneficia tanto a economia doméstica quanto o meio ambiente.

Ações práticas para reduzir:

- Uso racional de água: Implementar tecnologias que minimizem o consumo de água.
- Economia de energia: Adotar painéis fotovoltaicos para reduzir a dependência de fontes energéticas tradicionais.

2. REUTILIZAR: Incentivo ao aproveitamento de materiais e produtos que possam ser destinados a novas finalidades antes de serem descartados.

Ações práticas para reutilizar:

- Reutilizar água da lavagem de roupas para limpeza de calçadas e quintais.

3. RECICLAR; Consiste em separar resíduos recicláveis (como plástico, metais, vidro e papel) de orgânicos, promovendo sua transformação em matéria-prima para novas aplicações.

Ações práticas para reciclar:

- Separar papéis e vidros, que possuem grande potencial para reciclagem.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um dos setores que mais impactam o meio ambiente, devido ao consumo elevado de recursos naturais, à produção de resíduos e à emissão de gases de efeito estufa. Este trabalho explorou inovações sustentáveis recentes que buscam mitigar esses impactos, destacando tecnologias como o uso de materiais reciclados, a construção modular e pré-fabricada, e a integração de fontes de energia renovável. Essas práticas não só reduzem resíduos e consomem menos recursos, mas também tornam os processos mais eficientes em termos de energia.

Além disso, sistemas de construção verde e certificações como LEED e AQUA-HQE têm incentivado as empresas a adotarem projetos mais sustentáveis, alinhados às exigências globais por sustentabilidade. Contudo, desafios significativos ainda persistem, como os altos custos iniciais das tecnologias sustentáveis, a qualificação da mão de obra e a resistência do mercado a inovações. A falta de regulamentações adequadas e de incentivos governamentais também dificulta a adoção em larga escala dessas soluções.

Portanto, a sustentabilidade na construção civil não depende apenas de inovações tecnológicas, mas também de uma mudança cultural e estrutural no setor. É essencial que governos, empresas e a sociedade trabalhem juntos para promover práticas de construção mais responsáveis e ambientalmente conscientes. Isso exigirá um esforço colaborativo e a implementação de políticas públicas que incentivem a adoção de soluções sustentáveis, contribuindo para um futuro mais equilibrado com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. **Sistemas Construtivos Sustentáveis: Uma Análise do Wood Frame**. São Paulo: Editora Universitária. 2020

ALMEIDA, Maria. **Desenvolvimento e impacto econômico da construção civil no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Construção, 2023.

AMORIM, Simar Vieira de; PEREIRA, Daniel José de Andrade. **Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2018.

AQUINO, Ligia Maria de; BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de. **Light Steel Framing Aplicado a Construção de Habitação de Interesse Social: Interação Entre Vedos Verticais e Estrutura**. ENATEC 2010 – XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente; Canela – Rio Grande do Sul, 2010.

ARASAKI, Thiago H. **Materiais de construção sustentáveis**. Disponível em: <http://blog.giacomelli.com.br/2011/12/14/materiais-de-construcaosustentaveis/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Sistema de Gestão Ambiental ISO14001/04**. Rio de Janeiro. Editora Gerenciamento Verde, 2015. p.74-128.

ARAÚJO, Márcio. **Produtos ecológicos para uma sociedade sustentável**. 2018.

AZEVEDO, Elaine de. **O Ativismo Alimentar na Perspectiva do Locavorismo. Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 81-98, jul./set. 2015.

BARROS. Antônio Ricardo Mendes. CHAVES. Jarbas Rodrigues. SANTOS. Elivânia Vasconcelos Moraes dos. **Avaliação de custo/benefício do projeto de reúso de águas do IFCE- Limoeiro do Norte**, 2010.

BASTOS, Fernanda Pereira. **Tratamento da água de chuva através da filtração lenta e desinfecção UV**. 2017. 135f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é: o que não é**. Petrópolis, RJ, Vozes, 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 2010.

CAMPOS, Holdianh Cardoso. **Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema Light Steel Framing** 2010. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CLERC-RENAUD, Agnes; MÉCHIN, Colette; CÂMARA, Antônio da Silva. **Enjeux Environnementaux Et Tourisme Au Brésil: le role de l'artisanat em forêt atlantique**. Paris: L'Harmattan, 2019.

CONSTRUÇÃO CIVIL. **Construção Civil no Brasil**. 2016.

CORRÊA, Lásaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia, UFMG, 2019.

COSTA, L. M. **A Evolução do Wood Frame no Brasil: Desafios e Oportunidades**. Rio de Janeiro: Editora Construção Sustentável. 2021

COUTO, Amanda Barros; COUTO, João Pedro; TEIXEIRA, José Cardoso. **Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção**. Anais do VI Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios - NUTAU, São Paulo, 2016.

CRISTINA, E; SIMÕES, A; GARCEZ, N. **Construção verde**. Revista Edificar. Fevereiro/ março, 2011.

CRUZ, M. V., et al. **Eficiência energética em sistemas construtivos: análise comparativa entre alvenaria, concreto armado e Light Steel Frame**. Revista de Engenharia e Tecnologia, vol. 14, no. 3, pp. 41-51, 2020. de São Paulo. 2011.

FALCÃO, Elaine B.M; BARROSO, Marta F.; BELO, Carolina L.A. **Representações de natureza e caracterização do perfil cultural dos estudantes de Física da UFRJ**. In: Enc. Pesq. Ens. Física, 9, São Paulo, 2014. Anais... São Paulo: Soc. Bras. Física.

FERRARESI, Amélia Cristina et al. **Os investimentos públicos no processo de desenvolvimento econômico do Brasil**. 2012.

FERREIRA, Alice Cristina Alves; COSTA, Fernanda Monteiro Vieira da; DIAS, Isabella de Cássia Teotônio; SANTOS, Silvio. **Gestão de resíduos sólidos na construção civil**. Revista Pensar Engenharia, 2014.

FERROLI, Paulo Cesar Machado. **Alternativas para a sustentabilidade na Construção Civil**. Florianópolis, SC, DIOESC. 2012.

FOLADORI, Guilherme. **O metabolismo com a natureza**. Revista Crítica Marxista, Campinas, v. 1, n. 12, p. 105-117, 2021.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FORWARD: **Sustainable Construction at the Start of the 21st Century**. IeJC. ISBN. 1-886531-09-4. 2013.

FOSTER, John Bellamy, AND Paul. BURKETT. **Marx and the Earth**. Chicago: Haymarket. 2016.

FURRIELA, Rachel Biderman. **Educação para o Consumo Sustentável**. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente. MEC/SEF/COEA, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIULIANI, Gian Mario. **Sociologia e ecologia: Um diálogo reconstruído**.

GOMES, B.; SILVA, D. A. **Construção civil: importância do planejamento de obras**. construction. Revista Científica Semana Acadêmica, v.1, n.158, p.1-18, 2019.

GRANDE, Fernando Mazzeo. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) — Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

GUAVARNI, Khosrow. **Materiais e Tecnologias não convencionais para o século XXI**. ResearchGate, 2014.

HANNIGAN, John. **Sociologia ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2019.

IRWIN, Alan. Riesgo, medio ambiente y conocimientos medioambientales. In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. (Orgs.). **Sociologia del meio ambiente. Una perspectiva internacional**. Madrid: Mcgraw-Hill; Interamericana de Espanã, 2012.

JOURDA, Françoise-Hélène. **Pequeno manual do projeto sustentável**. Barcelona: GG, 2012.

JUNIOR, Jose de Sena Pereira. **Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidades e Usos**. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2014. 25p.

LAGE, Allene Carvalho. **Administração Pública orientada para o Desenvolvimento Sustentável – um estudo de caso: os ventos das mudanças no Ceará também geram energia**. Rio de Janeiro, RJ: Escola Brasileira de Administração Pública (Fundação Getúlio Vargas), 2016. 140p. Dissertação Mestrado.

LATOURE, Bruno. **Políticas da natureza**. Bauru (SP): Edusc, 2014.

LEITE, J. S., et al. **Avaliação do desempenho térmico de edificações em light steel frame**. Revista Ibero-Americana de Engenharia Mecânica, vol. 25, no. 2, pp. 95- 103, 2021.

LESSING, J. **Industrial production of apartments with steel frames. A study of the OpenHouse system**. The Swedish Institute of Steel Construction Report 229-4, 2014.

LIMA, Maria Cristina Alves de.; SILVA, Ana Karla Batista da; SILVA JUNIOR, Marcos Antonio Barbosa da. **Certificação ambiental de habitações: um instrumento para ações sustentáveis na construção civil**. Fórum Ambiental Da Alta Paulista, Periódico Eletrônico, v. 16, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17271/1980082716220202326>. Acesso em: 6 nov. 2024.

LOSCHIAVO, Rafael. **Telhas de caixa de leite**. Disponível em: <http://www.ecoeficientes.com.br/telhas-de-caixas-de-leite/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

LOWY, Michael. **O que é Ecosocialismo**. São Paulo: Cortez, 2014.

LYRA, Mariana Galvão; GOMES, Ricardo Corrêa; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves. **O papel dos Stakeholders na sustentabilidade da empresa: Contribuições para construção de um modelo de análise**. Curitiba: Revista de Administração Contemporânea - RAC. vol. 13, art.3. 2019.

MACHADO, Flávia Olaya; CORDEIRO, João Sérgio. **Gerenciamento sustentável das águas pluviais**, 2012. São Carlos, São Paulo, Brasil. 2012.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Recursos Hídricos** – Direito Brasileiro e Internacional. Malheiros Editores: São Paulo, 2012.

MAMEDE, Fabiana Cristina. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural**. 188p. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos / Universidade

MARTINS, A. P. **Construção Civil e Sustentabilidade: O Papel do Wood Frame**. Belo Horizonte: Editora Eco. 2020

MASUERO, Angela Borges. **Desafio da Construção Civil: crescimento com sustentabilidade ambiental**. Matéria (Rio de Janeiro) [online]. 2021, v. 26, n. 04, e13123.

MATEUS, Ricardo. **Novas Tecnologias Construtivas Com Vista à Sustentabilidade da Construção**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, 2014.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **Análise Comparativa entre o Sistema Construtivo em Light Steel Framing e o Sistema Construtivo Tradicionalmente Empregado no Nordeste do Brasil Aplicados na Construção de Casas Populares**. 2012. 78 f. Monografia – Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

OLIVEIRA, Verônica Macário; CORREIA, Suzanne Érica Nóbrega; GOMEZ, Carla Regina Pasa. **Cultura de consumo, sustentabilidade e práticas empresariais: como as empresas podem contribuir para promover o valor simbólico da sustentabilidade nas atividades de consumo?** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. v. 05, n.1. p. 61-77, 2016.

PEREIRA, Caio. **Wood Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/wood-frame/>. Acesso em: 22 de novembro de 2024.

PEREIRA, T. S. **Eficiência Energética em Construções: O Caso do Wood Frame**. Curitiba: Editora Verde. 2022

PIRAMIDAL. **Reduzir, reutilizar e reciclar: conhecendo os 3 R's**. 2020. Disponível em: <https://www.piramidal.com.br/blog/economia-circular/3-rs-da-sustentabilidade/#:~:text=Muito%20conhecidos%20como%20a%C3%A7%C3%B5es%20fundamentais,al%C3%A9m%20de%20poupar%20a%20natureza>. Acesso em: 6 nov. 2024.

PISANI, Maria Augusta Justi. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento**. SINERGIA, São Paulo, v. 6, n. 1, 2005.

QUEIROGA, Adayanna Teberges Dantas; MARTINS, Maria de Fátima. **Indicadores para a construção sustentável: Estudo em um condomínio vertical em Cabedelo, Paraíba**. Revista de Administração da Universidade de Santa Maria, v. 08, p.114-130, 2015.

RENDEIRO, José Eduardo. **Aproveitamento de águas pluviais**. 2013.

RIBEIRO, Marcel. **Conheça 5 benefícios do reaproveitamento de água no canteiro de obras**. Mais Controle, 2022. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/reaproveitamento-de-agua-no-canteiro-de-obras>. Acesso em: 6 nov. 2024.

RODRIGUES, Larissa Schmitz. **Certificação ambiental na construção civil: sistemas LEED e AQUA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2020. 140 f.

ROOSHDI, Raja Rafidah Raja Muhammad; RAHMAN, Nurizan Ab; BAKI, Nazurah Zahidah Umar; MAJID, Muhd Zaimi Abdul; ISMAIL, Faridah. **An evaluation of sustainable design and construction criteria for green highway**. Procedia Environmental Sciences.v.20, p. 180 – 186. 2013.

SANTOS, Maria de Fátima. **Desenvolvimento econômico e sustentabilidade empresarial**. Rio de Janeiro: Editora Verde, 2021.

SETOR DA CONSTRUÇÃO GERA MAIS DE 180 MIL NOVOS EMPREGOS NO 1º SEMESTRE DE 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/setor-da-construcao-gera-mais-de-180-mil-novos-empregos-no-1o-semester-de-2024/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

SILVA, João. **Inovações sustentáveis na construção civil: desafios e impactos ambientais**. Rio de Janeiro: Editora Verde, 2023.

SILVA, João. **Sustentabilidade na engenharia de construção: desafios e soluções no ciclo de vida das edificações**. São Paulo: Editora Engenharia Sustentável, 2020.

SILVA, João; MENDES, Carla. **Soluções sustentáveis na construção civil: inovação e impacto ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Verde, 2021.

SILVA, R. F. **Isolamento Térmico e Acústico em Sistemas de Wood Frame**. Florianópolis: Editora Sustentável. 2019

SILVEIRA, B. Q. **Reuso da água em edificações residenciais**. 2018. 44 p. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG.

SOARES. Raquel Baraldi Ramos. **Introdução a avaliação dos impactos ambientais**, 2010. texto da graduação do curso de Ecologia/Unesp – Rio Claro.

SOUZA, F. A. **Vantagens e Desvantagens do Wood Frame na Construção Civil**. Brasília: Editora Inovação.a Inovação. 2021

TEIXEIRA, J. C. **Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção**. Anais do VI Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios - NUTAU, São Paulo, 2016.

VILLELA, Fábio Fernandes. **Indústria da Construção Civil e Reestruturação Produtiva: Novas Tecnologias e Modos de Socialização Construindo o Intelecto Coletivo (“General Intellect”)** / Fabio Fernandes Villela. - Campinas, SP: [s. n.], 2017.

VILLIERS, Marq. de. **Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2012.

WIECZYNSKI, Vlademir Jose. **Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo econômico**. 2015.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Allanis Vitória Camilo Costa, Welington Charles Lopes Rodrigues.

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 26.11.2024

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **2,64%**

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

Suspeitas confirmadas: **2,64%**

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

Texto analisado: **84,51%**

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 2.9.6
terça-feira, 26 de novembro de 2024

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho dos discentes ALLANIS VITÓRIA CAMILO COSTA n. de matrícula **44703**, e WELINGTON CHARLES LOPES RODRIGUES n. de matrícula **47335**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 2,64%. Devendo os alunos realizarem as correções necessárias.

Assinado digitalmente por: ISABELLE DA SILVA SOUZA
Razão: Responsável pelo documento
Localização: UNIFAEMA - Ariqueme/RO
O tempo: 26-11-2024 22:22:02

ISABELLE DA SILVA SOUZA
Bibliotecária CRB 1148/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário Faema – UNIFAEMA