

## **Eficiência energética e conforto térmico em construções Wood Frame**

**Energy efficiency and thermal comfort in Wood Frame constructions**

**Eficiencia energética y confort térmico en construcciones de Wood Frame**

Recebido: 24/10/2022 | Revisado: 02/11/2022 | Aceitado: 05/11/2022 | Publicado: 12/11/2022

**Ailton Alves de Sales Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9057-6243>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: [ailton.alves.aas@gmail.com](mailto:ailton.alves.aas@gmail.com)

**Rudimar Martelli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8314-3837>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: [rudiproeng@gmail.com](mailto:rudiproeng@gmail.com)

**Leondiniz Gomes de Sousa Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8095-516X>

Instituto Educacional Santa Catarina - Faculdade Guarai, Brasil

E-mail: [leondinniz.junior@iescfag.edu.br](mailto:leondinniz.junior@iescfag.edu.br)

### **Resumo**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar e analisar a questão da eficiência energética e conforto térmico presente no sistema construtivo Wood Frame, examinando conceitos sobre eficiência energética e sua importância, bem como Legislação vigente, medidas de eficiência energética, identificação das variáveis de conforto térmico e descrever o processo construtivo do sistema Wood Frame. O estudo foi realizado através de revisão bibliográfica, ou seja, um levantamento de revisar obras publicadas a respeito do assunto estudado, a fim de endossar o tema abordado, avaliando de forma rigorosa, imparcial e abrangente as informações a respeito de uma pesquisa científica. Não há uma norma específica para o método construtivo Wood Frame, o desempenho das edificações construídas em Wood Frame é avaliado seguindo os critérios e requisitos da NBR 15575 (2013) – Edificações habitacionais – Desempenho. Entretanto, é preciso analisar se essas construções atendem aos critérios exigidos pelas normas brasileiras, não apenas no aspecto construtivo, mas também do conforto do usuário da edificação com o objetivo de analisar a eficiência energética e conforto térmico presente no sistema construtivo Wood Frame. Por fim, foi possível observar que o sistema Wood Frame pode ser a melhor opção construtiva, obtendo-se eficiência energética significativa, pois ao se levar em conta todos os materiais que permeiam o sistema como, madeira, gesso acartonado e lã de rocha, além de permitir um maior conforto térmico, ampara de forma ambiental na absorção do gás carbônico e a produção de oxigênio na atmosfera.

**Palavras-chave:** Wood frame; Eficiência energética; Método construtivo; Conforto térmico.

### **Abstract**

The objective of the present work was to evaluate and analyze the issue of energy efficiency and thermal comfort present in the Wood Frame constructive system, examining concepts about energy efficiency and its importance, as well as current legislation, energy efficiency measures, identification of thermal comfort variables and describing the construction process of the Wood Frame system. The study was carried out through a bibliographic review, that is, a survey to review published works on the subject studied, in order to endorse the topic addressed, rigorously evaluating, impartial and comprehensive information about scientific research. There is no specific standard for the Wood frame construction method, the development of buildings built in Wood Frame is evaluated following the criteria and requirements of NBR15575 (2013) - Housing buildings - Performance. However, it is necessary to analyze whether these constructions meet the criteria required by Brazilian standards, not only the energy efficiency and comfort of the building user, with the objective of analyzing the energy efficiency and thermal comfort present in the Wood Frame constructive system. Finally, the Wood Frame system is the best constructive option, obtaining significant energy efficiency, because when taking into account all the materials that permeate the system such as wood, plasterboard and rock wool. in addition to allowing greater thermal comfort and environmental support in the absorption of carbon dioxide and the production of oxygen in the atmosphere.

**Keywords:** Wood frame; Energy efficiency; Constructive method; Thermal comfort.

### **Resumen**

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar y analizar el tema de la eficiencia energética y el confort térmico presente en el sistema constructivo Wood Frame, examinando conceptos sobre eficiencia energética y su importancia, así como la legislación vigente, medidas de eficiencia energética, identificación de variables de confort térmico y describiendo las procesos constructivos del sistema Wood Frame. El estudio se realizó a través de una revisión bibliográfica, es decir,

una encuesta para revisar trabajos publicados sobre el tema estudiado, con el fin de avalar el tema abordado, evaluando de manera rigurosa, imparcial y comprensiva la información referente a una investigación científica. No existe un estándar específico para el método de estructura de madera constructiva. el desempeño de la construcción de la Estructura de Madera es valorado por la NBR 15575 (2013) – Edificações habitacionais – Deimpenho. Sin embargo, es preciso analizar se trata de construcciones como criterios exigidos pelas normas brasileiras, no parece ningún aspecto constructivo, así como el confort del usuario con el fin de analizar la eficiencia energética y el confort térmico presente en el sistema constructivo Wood Frame. Finalmente, el sistema Wood Frame es la mejor opción constructiva, obteniendo una importante eficiencia energética, ya que al tener en cuenta todos materiales que permean el sistema como la madera, pladur y lana de roca, además de permitir un mayor confort térmico, brinda apoyo ambiental en la absorción de dióxido de carbono y producción de oxígeno en la atmósfera.

**Palabras clave:** Wood frame; Eficiencia energética; Método constructivo; Comodidad térmica.

## 1. Introdução

Com a ascensão tecnológica que evolui exponencialmente, as instituições evoluam de forma concomitante, no intuito de oferecer as pessoas, em qualquer ambiente, conforto e comodidade (Gomes et al., 2021).

Na sociedade contemporânea, a energia elétrica é um recurso necessário à vida humana. Basicamente, todas as atividades cotidianas estão relacionadas a ela. Foi fator primordial para os avanços do último século, com o advento das máquinas elétricas que propiciaram maior eficiência na indústria, na construção civil, na medicina e nas demais áreas de concentração (Sirtuli et al., 2022).

A dependência de energia elétrica pode ser comprovada com uso de iluminação em edificações e com a necessidade de uso de aparelhos de ar-condicionado para refrigeração (Vargas, 2015).

A energia é fundamental em setores econômicos como a construção civil, visto que tal atividade consome energia na fase de construção e na utilização da edificação. O crescimento populacional aliado à mudança do estilo de vida da população ocorridos nas últimas décadas vem aumentando o consumo e com isso trazendo problemas aos setores responsáveis pelo abastecimento (Oliveira et al., 2022).

No entanto, apesar dos seus inúmeros benefícios, os meios de produção de eletricidade podem ser danosos ao meio ambiente, visto que as ações antrópicas consequentes da sua produção, na maioria das vezes, acabam por degradar a fauna e a flora. Como exemplos disso, têm-se as construções de usinas hidrelétricas causadoras de inundações em áreas imensas e, também, há as termelétricas que contribuem para a produção de gases aceleradores do desenvolvimento do efeito estufa. Além disso, são dois meios de produção que demandam grandes investimentos e contribuem para aumento do preço deste serviço, principalmente quando se fala em relação às termelétricas (Chaves, 2018).

De acordo com PSR (2021), o Brasil possui hoje 65% de energia provenientes de hidrelétricas, 20% são advindas de energia térmica e 15% de outras fontes, tais como eólica e solar, comparado com o ano de 2001, o consumo era 90% hidroelétrico e 10% térmico.

De acordo com a ANEEL (2020), o estado responsável pelo maior fornecimento de energia no país é o Paraná, em 2020, com 229 empreendimentos em operação gerou 19.300.654,12 kWh de energia, correspondente a 11,32% do total gerado no Brasil, ficando atrás apenas de São Paulo (15,78%), Pará (13,65%) e Minas Gerais (12,21%) (Aneel, 2020). No ano de 2017 o Paraná foi responsável por consumir 6,58% do total de consumo de energia no Brasil, ficando atrás apenas de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Estavare (2022) retratou o impacto sofrido no consumo de energia durante o cenário pandêmico da COVID-19, de acordo com o Gráfico 1. O consumo de energia foi comparado nos anos de 2019 e 2020, com diminuição a partir do mês de janeiro, antes do isolamento social. A partir de abril e maio, houve um aumento significativo, retrato da economia, houve uma queda do consumo nos setores comercial, público e energético, porém houve aumento no consumo residencial e uma variação positiva considerável nos setores agropecuário e de transportes.

**Gráfico 1 - Consumo no Sistema Interligado Nacional.**



Fonte: Estavare (2022).

No Gráfico 1 acima, observa-se que ao decorrer da pandemia em 2020, o consumo de energia aumentou drasticamente. O consumo comercial, diminuiu, pois diversas empresas fecharam ou demitiram os funcionários, assim diminuindo o consumo de energia. Porém, houve um aumento extremo de consumo de energia nas áreas residenciais, por ter mais pessoas em casa, desempregadas ou trabalhando em Home Office. E esse aumento residencial de consumo de energia elétrica, cobriu o consumo comercial, assim, mostrando no grafico um aumento geral.

O crescente aumento do consumo de energia elétrica e sua utilização de maneira sustentável têm sido temas para discussões e acordos a níveis nacionais e internacionais. O gasto com energia elétrica representa uma parte significativa dos custos que uma empresa possui, logo, a busca pela eficiência energética é um fator preponderante para que tais empresas possam manter-se competitivas perante o mercado (Correa et al., 2021).

Nesse panorama, o desenvolvimento sustentável é definido como sendo o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Os equipamentos e hábitos de consumo passaram a ser analisados nos termos da conservação de energia, sendo verificada a viabilidade de sua implantação (Chaves, 2018).

Estão sendo produzidos equipamentos mais eficientes, que consomem menos, e têm sido feito campanhas com o objetivo de incentivar o consumo consciente, objetivando reduzir os impactos ocasionados por esse insumo (Fortes, 2015).

O Wood Frame configura-se como um método construtivo alternativo que aos poucos vem sendo disseminado no Brasil e usado nas construções de edificações habitacionais. O Wood Frame é uma tecnologia alternativa para construção de edificações habitacionais. Geralmente, essas construções são associadas à construções renováveis, pois fazem uso de madeira replantada, sendo um tipo de construção seca, logo, não exige um consumo elevado de água (Fischer et al., 2021).

Entretanto, é preciso analisar se estas construções atendem aos critérios exigidos pelas normas brasileiras, não apenas no aspecto construtivo, mas também do conforto do usuário da edificação. Por este motivo, o presente estudo tem por objetivo analisar a eficiência térmica e energética em construções de Wood Frame e as principais características que tangem o tema, como: definição e medidas de eficiência energética e sua importância, Legislação vigente, identificação das variáveis de conforto térmico e descrever o processo construtivo do sistema, e, ante o exposto, o objetivo da presente pesquisa é analisar a eficiência energética e conforto térmico presente no sistema construtivo Wood Frame.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Desenho do estudo (Tipo de estudo)**

O presente trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica sistemática, seguindo o roteiro disponibilizado no trabalho dos autores Conforto et al. (2011). A pesquisa científica tem o intuito de investigar a fim de solucionar, responder as questões e aprofundar sobre um determinado estudo. Apresenta diversas modalidades, uma delas é a revisão bibliográfica, trata-se de uma investigação de caráter científico em trabalhos acadêmicos já publicados em plataformas. A revisão bibliográfica consiste em um levantamento ou o ato de revisar obras publicadas a respeito do assunto estudado, a fim de endossar o tema abordado (Sousa et al., 2021).

Para a evidencição de particularidades do estudo foram reunidas publicações originais de diversos autores sobre o assunto, esta forma de pesquisa científica tem crescido exponencialmente, fornecendo evidências científicas importantes para a comunidade científica. Entretanto, a revisão sistemática permite avaliar rigorosamente, de forma imparcial e abrangente as informações a respeito de uma pesquisa científica, porém, se malconduzida, resulta em erros. Suas vantagens incluem poucos recursos, permitindo que os pesquisadores produzam artigos altamente relevantes e de alta qualidade (Okoli, 2019).

As palavras-chave utilizadas para a busca foram: Wood Frame, Eficiência Energética, Método Construtivo, Conforto Térmico. Através das palavras-chave iniciou-se uma busca dos trabalhos, os quais foram analisados e separados de acordo com o critério de coerência estabelecido. Através de embasamento científico, verificou-se o quanto fundamental é a energia em setores econômicos como a construção civil, visto que tal atividade consome energia na fase de construção e na utilização da edificação, portanto, os termos de busca foram “consumo de energia” e "construção civil". Após a pesquisa inicial, foi realizada uma busca para identificar e dimensionar a eficiência e desempenho térmico em construções que utilizam o método construtivo Wood Frame (Okoli, 2021).

### **2.2 Quanto a Natureza/Abordagem da Pesquisa**

A pesquisa pode ser classificada quanto a abordagem da pesquisa utilizada no desenvolvimento de um trabalho acadêmico. Sendo qualitativa ou quantitativa. A qualitativa busca adquirir informações de forma detalhada e compreender o significado de determinado assunto. A pesquisa quantitativa busca a afirmação de conceitos através do levantamento de dados, analisados através de métodos matemáticos no intuito de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não (Galvão et al., 2017).

Baseado nesses conceitos, a pesquisa aplicada no presente trabalho trata-se de uma pesquisa de caráter qualitativo (Galvão et al., 2017).

### **2.3 Critério de inclusão e exclusão**

Foram analisados artigos de cunho científico, dissertações de mestrado, teses de doutorado, monografias, dispostos no banco do Google Acadêmico. Os artigos publicados em jornais e revistas, dissertações de mestrado, teses de doutorado, monografias, escolhidos foram publicados do ano de 2012 até a atualidade. Os trabalhos selecionados respeitaram a coerência, coincidência e que de certa forma o conhecimento contido acrescentou no tema do trabalho. O critério de exclusão foi aplicado excluindo os trabalhos que não estiverem coerentes e que não acrescentarão conhecimento para elaboração do trabalho (Zuza, 2021).

### **2.4 Método de análise**

O método utilizado para analisar o conteúdo selecionado foi a análise de conteúdo. Que são técnicas de análise das comunicações, que visam extrair por processos sistemáticos e objetivos de descrever o conteúdo da mensagem, indicadores

quantitativos ou não que concederam a conclusão de conhecimentos referentes aos conjuntos de fatores atuantes de produção/recepção destas mensagens (Bardln, 1977).

## 2.5 Seleção de trabalhos

Inicialmente foram pré-selecionados 33 artigos (Quadro 1) para compor o corpus da pesquisa. As pesquisas foram feitas utilizando combinações das palavras chaves anteriormente descritas. Após passarem por uma análise de conteúdo e os critérios de inclusão e exclusão, obteve-se os seguintes resultados. Foram incluídos 29 (87,88%) artigos referentes ao conteúdo em foco, estando entre os anos de 2014 a 2021, os mesmos variando entre os idiomas inglês e português. Portanto, foram excluídos, 4 (12,12%) dos artigos selecionados no início.

**Quadro 1** – Dados das pesquisas com seus autores, títulos, e seus status de inclusão e exclusão.

Ordem	Autores e Data	Título	Status de inclusão
1	Fortes, P. D., Jardim, P., & Fernandes, J. G. (2015).	Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado.	Incluso
2	Eloi, S. S., Silva, T. D. F. A., de Jesus Guedes, F. N., & de Paula, B. G. (2019)	Eficiência energética e realização de pré-diagnóstico energético em instituições de ensino de João Monlevade–MG.	Incluso
3	Frاندoloso, M. A. L. (2019).	As decisões para a inserção da eficiência energética em parque construído universitário.	Incluso
4	Sobreira, S. G. A. (2017).	<i>Eficiência Energética Aplicada a Iluminação.</i>	Incluso
5	Bernades, D. M., Celeste, W. C., & Chaves, G. D. L. D. (2020).	Eficiência energética na iluminação pública urbana: revisão bibliográfica dos equipamentos e tecnologias.	Incluso
6	Castro, D. F. (2015).	<i>Eficiência Energética Aplicada a Instalações Elétricas Residenciais.</i>	Incluso
7	Pereira, D. S. (2021).	Diversificação de fontes geradoras da matriz elétrica brasileira: uma revisão sistemática.	Incluso
8	Oliveira, D. P. R. D. (2021).	<i>Eficiência energética segundo regulamento brasileiro de etiquetagem: estudo em edificação do exército brasileiro.</i>	Incluso
9	Costa, J. dos S., & Andrade Junior, L. M. L. de. (2021).	Energy efficiency applied to electricity consumption: A bibliographic review study.	Incluso
10	Brasil. Lei Federal Nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. (2001).	Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.	Incluso
11	Santos, B. C., da Fonseca Costa Filho, A., & Nichioka, J. (2019).	BENCHMARKING: Políticas Públicas de Incentivo a Geração de Energia Fotovoltaica.	Incluso
12	Chepp, E. D., & Gasparin, F. P. (2019).	Análise de medidas de eficiência térmica no consumo energético e conforto térmico de uma edificação.	Incluso
13	Xavier, T. C., Oliveira, W. D., & Fialho, E. S. (2021).	Análise das condições de conforto térmico da cidade de Vitória, ES.	Incluso
14	Sousa, M. C. B., & Leder, S. M. (2019).	Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano.	Incluso
15	Holanda, M. M., de Lima, K. C. S., de Lima, D. M. N., de Souza, L. A., & de Macêdo Feitosa, A. R. C. (2021).	Análise do conforto térmico nos projetos de enfermarias hospitalares nos trópicos: uma revisão sistemática.	Incluso
16	Bavaresco, M. V., Cuchivague, H. Y. O., Schinazi, A., & Ghisi, E. (2020).	Aspects impacting on the energy performance of Brazilian social housing: a literature review.	Incluso

17	Roque, R. A. L., & Pierri, A. C. (2019).	Intelligent use of natural resources and sustainability in civil construction.	Incluso
18	Marques, S. B., Bissoli-Dalvi, M., & Alvarez, C. E. D. (2018).	Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros.	Incluso
19	Almeida, G. F. D. (2021).	<i>Viabilidade do sistema construtivo Wood Frame para habitações de interesse social em comparação ao sistema convencional.</i>	Incluso
20	Resende, E. B., Faria, L. C. S., Freitas-Ferreira, E., & Aversi-Ferreira, T. A. (2021).	Uso de wood frame na construção civil no Brasil.	Incluso
21	Careta, S. A. (2021).	<i>Construções em CLT: o uso da madeira na construção civil como elemento sustentável.</i>	Incluso
22	Fischer, A. C., dos Santos Sanchotene, C. Y., de Azevedo, N. C., da Silva, J. B., Langer, M., & dos Santos, E. P. (2021).	Processo produtivo de materiais de madeirque compõem o sistema construtivo Wood Frame The production process of wood materials that make up the Wood Frame building system.	Incluso
23	Ribaski, N. G., Dudek, L. C., & Rotta, C. E. (2017).	O sistema wood frame e o setor madeireiro paranaense.	Incluso
24	Corvalão, A. B. M., & Souza, U. M. (2021).	<i>Wood Frame no Brasil: Comparativo entre Alvenaria Convencional e Wood Frame.</i>	Incluso
25	Vichinsky, L. C., & de Almeida, M. R. (2019).	Casas pré-fabricadas em madeira: uma alternativa frente à construção em alvenaria.	Incluso
26	Collinetti, D. A. (2016).	<i>Estudo de caso da eficiência energética de dois sistemas construtivos em madeira: clt e wood frame.</i>	Incluso
27	Farias, R. D. S. (2018).	<i>Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto com a incorporação da interação solo-estrutura e das ações evolutivas</i>	Incluso
28	Vasques, C. C. P. C. F., & Pizzo, L. M. B. F. (2014).	Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares.	Incluso
29	Brubacher, L., Fernandes, V., Pachla, E., & Salum, P. (2020).	Análise do desempenho térmico de vedações verticais em steel frame e wood frame segundo a ABNT NBR 15575: 2013.	Incluso
30	Leite, J. C. P. S., & Lahr, F. A. R. (2015).	Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame.	Excluso
31	Beier, A. V., Bueno, B. G., de Cássia Bronzoni, R., Piovesan, T. R., & Schütz, J. C. (2017).	O uso do sistema construtivo wood frame relacionado a propriedades térmicas sustentáveis em comparação com o método de alvenaria convencional em edificações.	Excluso
32	Lamb, A. L., Assenheimer, B. F., Enderle, T. P., & PEDROZO, É. C. (2020).	Estudo sobre o sistema construtivo wood frame e suas vantagens e desvantagens.	Excluso
33	Sotsek, N. (2020).	Método de avaliação de desempenho técnico-construtivo (MADTEC) do sistema light wood frame (LWF) aplicado em habitações de interesse social no Brasil.	Excluso

Fonte: Autores (2022).

O Quadro 1, tem o intuito de apresentar todos os artigos pré-selecionados, a fim de expor os resultados do método de pesquisa aderido ao presente trabalho. Os trabalhos presentes no quadro 1, foram pré-selecionados para ter o conteúdo analisado, a fim de agregar no desenvolvimento dos resultados e discussão. Assim, podendo alcançar a conclusão do presente trabalho. Portanto, utilizamos o critério de inclusão e exclusão para filtrar e selecionar os artigos que foram inclusos e excluídos do corpus do presente trabalho de revisão bibliográfica sistemática.

### 3. Resultados e Discussão

O uso eficiente de energia passou a gerar preocupações na agenda mundial durante os períodos de disparada do preço

do petróleo nos anos 1970. Com isso, passou a figurar no cotidiano uma maior preocupação quanto ao uso das reservas de recursos fósseis, visto que os custos poderiam vir a ser crescentes, seja do ponto de vista econômico, seja do ponto de vista ambiental (Fortes et al., 2015).

O panorama atual é de busca pela eficiência energética, o que vem ocorrendo devido à perspectiva de elevação de custos que os combustíveis fósseis podem ter devido a uma série de fatores e devido à crescente preocupação com a intensificação da ação antrópica que vem influenciando de forma negativa o meio ambiente (Eloi et al., 2019).

A eficiência energética pode ser definida como a utilização da energia de modo a otimizar sua utilização, ou seja, a melhor forma de utilizar a energia de forma consciente, para que não haja desperdício em instituições industriais e empresariais (Sobreira, 2017; Frandoloso, 2019).

Diante disso, há a necessidade do uso otimizado da energia atualmente devido à crescente demanda energética, além de contribuir para a redução de emissão de gases nocivos ao meio ambiente e impactos ambientais e promover redução de custos. Está cada vez mais evidente que o processo de aumento da produção de energia pode ser amenizado com a mudança de hábitos e a utilização de equipamentos mais eficientes (Bernades et al., 2020).

Para se obter o uso racional da energia em edificações, é essencial que se busque uma diminuição no consumo de iluminação, de aquecimento de água, de refrigeração e de equipamentos (Castro, 2015).

Com o aumento da eficiência energética, a necessidade de construção de novas usinas geradoras é adiada e, conseqüentemente, são disponibilizados recursos para outras áreas, o que contribui para a preservação do meio ambiente (Pereira et al., 2021).

As Medidas de Eficiência Energética (MEE) são ações aplicadas a um sistema para aumentar a produção de um serviço, considerando menos consumo de energia (Oliveira, 2021).

A Lei nº 10.295, conhecida como Lei da Eficiência Energética, foi instituída em 2001 como consequência do panorama energético nos anos 2000 e 2001. Tal dispositivo tem como objetivo regulamentar a alocação eficiente de recursos energéticos e a conservação do meio ambiente. Foi por meio dessa lei que foram estabelecidos que os equipamentos elétricos utilizados no Brasil devem obedecer a padrões de consumo, que são delimitados pelo PROCEL. Caso não obedecerem a tais parâmetros, os produtos podem deixar de ser comercializados e seus fabricantes receber punições (Costa et al., 2021).

De acordo com a Lei da Eficiência Energética, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, o INMETRO, estabeleceu programas de inspeção para avaliar a eficiência energética de equipamentos. A Lei Federal Nº 10.295 (Brasil, 2001) cita:

Os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia são obrigados a adotar as medidas necessárias para que sejam obedecidos os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética, constantes da regulamentação específica estabelecida para cada tipo de máquina e aparelho. (Art.3).

Junto a tais medidas, em 2007, foi criando o Plano Nacional de Energia 2030 que aborda as condições energéticas do Brasil. Tal estudo foi dividido em 12 volumes, que tratam sobre diversos assuntos relacionados ao setor energético (Sobreira, 2017).

Devido à crescente utilização de energia em edificações, instituições governamentais e não governamentais em todo o globo, cada vez mais a adoção de políticas e medidas são ajustadas com o objetivo reduzir o consumo de energia e promover a eficiência energética. E, com o uso racional da energia na habitação, é possível haver uma diminuição no consumo dos usos finais de iluminação, de equipamentos, e de aquecimento de água, junto à incorporação de fontes renováveis de energia (Santos et al., 2019).

A eficiência energética pode ser alcançada e aplicada em ambientes que se busca o conforto térmico. Esses ambientes

são constituídos por sistemas de condicionamento de ar de ordem artificial, a fim de equilibrar as temperaturas, buscando melhorias na qualidade de vida da população (Chepp & Gasparin, 2019).

No decorrer dos anos o crescimento descomedido das cidades tem resultado em consequências positivas e negativas. Uma dessas consequências são os desafios socioeconômicos e de ordem ambiental, que abalam as condições climáticas, afetando a qualidade de vida dos indivíduos, refletindo de forma drástica em sua saúde, bem como o desconforto causado por esses impactos (Xavier et al., 2021).

Quando há uma convergência de fatores em um ambiente, resultando numa harmonia entre temperatura ambiental, umidade relativa e velocidade do ar, desencadeia uma série de sensações benéficas de satisfação que podem ser definidas como conforto térmico (Sousa & Leder, 2019).

O conforto térmico varia de pessoa para pessoa. O ambiente pode ser agradável para alguns e insuportável para outros, depende das características físicas e psicológicas de cada indivíduo, e está associado ao modo de vida dos indivíduos que residem nas cidades, pois com o processo de urbanização este parâmetro climático está cada vez mais intenso, ocasionando sua elevação e diminuição tanto da qualidade de vida quanto dos aspectos gerais da saúde humana, principalmente nas cidades de grande e de médio porte. Portanto o conforto térmico está relacionado a “fatores que interferem no trabalho do sistema termorregulador como: taxa de metabolismo, isolamento térmico da vestimenta, temperatura radiante média, umidade relativa, temperatura e velocidade relativa do ar”. Quanto maior for o trabalho necessário para manter a temperatura interna do corpo humano, maior será o desconforto (Holanda et al., 2021).

Entretanto, grande parte das cidades desconsidera o seu contexto climático, construindo edificações e implantando elementos urbanos que tornam o ambiente térmico desconfortável ao ser humano, tanto em ambientes fechados como em seu entorno (Bavaresco et al., 2020).

As ilhas de calor influenciam o microclima do ambiente urbano, gerando desconforto para os seus habitantes, diante disso, quanto mais natural o ambiente, maior o conforto térmico, de forma contrária, quanto mais artificial, maior o acúmulo de calor e o desconforto térmico gerado (Sousa & Leder, 2019).

A construção civil movimentou milhões de reais na economia brasileira, com um mercado sempre em ascensão e com aumento constante de concorrentes, tornando-o um mercado cada vez mais competitivo, e, cada vez mais cresce o número de empresas que se preocupam com o meio ambiente (Roque & Pierri, 2019).

As empresas procuram uma forma econômica e eficiente para gerenciar seus resíduos, a fim de causar o menor impacto possível no meio ambiente, buscando tecnologias inovadoras atrelada ao incentivo de novos hábitos para preservação e conservação do meio ambiente (Marques et al., 2018).

Alguns métodos são apresentados para otimizar o processo sustentável, tais como de que forma pode-se reaproveitar a energia, a implantação das chamadas “técnicas verdes”, que reduzem os custos nas construções, a reciclagem, a melhor maneira de aproveitar resíduos resultante das construções, resultam em certificações, refletindo de forma positiva nos empreendimentos. As vantagens da sustentabilidade na construção civil são benéficas, pois reduzem o desperdício de materiais, reduzem custos, tendem a promover o uso de recursos naturais em obras (Roque & Pierri, 2019).

No intuito de tornar as construções mais confortáveis, com construções eficazes e rápidas, com qualidade igual ou superior aos sistemas convencionais, uma solução pode ser os sistemas de construções pré-fabricadas, que tem tido uma enorme ascensão no mercado da construção civil (Almeida, 2021).

A madeira pode ser uma excelente aliada como matéria-prima na construção civil, por sua versatilidade, quando se busca alternativas e soluções sustentáveis (Resende et al., 2021).

Há diversas tecnologias na construção civil que utilizam a madeira como matéria-prima, um exemplo é o Cross Laminated Timber ou CLT ou Madeira Laminada Cruzada (Caretta, 2021).



O sistema de construção difundido no Brasil é a alvenaria, um sistema que requer tempo para sua execução, resulta num grande número de resíduos, inclusive porque suas partes elétricas e hidráulicas são executados no fim do projeto. Os sistemas de construções alternativos e sustentáveis, possuem uma excelente qualidade em suas técnicas, menor geração de resíduos, refletindo positivamente no meio ambiente (Resende et al., 2021).

Outra tecnologia utilizada na construção civil, que utiliza a madeira como matéria-prima é o sistema WOOD FRAME (Figura 1), consiste em um sistema construtivo associado ao conceito de construção leve e limpa e que exige um projeto adequado para seus elementos pré fabricados. A viabilidade desse tipo de projeto está diretamente ligada ao tempo de execução, redução de desperdício e a qualidade do produto final. É formado por estruturas de madeira maciça em peças, as quais são serradas com fechamento de chapas (Fischer et al., 2021).

**Figura 1** - Sistema industrial aberto em Wood Frame.



Fonte: AECWEB (2022).

Na Figura 1 acima, observa-se o método construtivo Wood Frame, em peças de chapa de madeira. Onde tal método construtivo exige uma mão de obra qualificada.

O procedimento é realizado por profissionais especializados, com madeira legalizada, e utilizada como estruturas de paredes e pisos, consistindo em uma estrutura suave e com leveza, com pouco tempo de execução (Ribaski et al., 2017).

As etapas construtivas para montagem de uma edificação em Wood Frame são divididas em: fundação, pisos, paredes, sistema elétrico e hidráulico, revestimento e telhado, discutidas a seguir (Corvalão & Souza, 2021).

O sistema Wood Frame (Figura 2) pode ser constituído sobre qualquer tipo de fundação por se tratar de uma estrutura leve e estável do que as convencionais de alvenaria, pois as cargas são distribuídas uniformemente em todas as paredes e não em pontos concentrados, tornando a estrutura hiperestática. Porém, são empregados basicamente dois tipos de fundações, o basement wall e o radier. Basement wall são compartimentos com medidas de 60 cm formados abaixo do nível do solo. Essa estrutura de parede subterrânea pode ser feita de madeira e de concreto, capazes de suportar as cargas da edificação e garantir o conforto térmico, tornando a casa isolada termicamente e longe da umidade do solo (Vichinsky & de Almeida, 2019).

**Figura 2** - Construção em Wood Frame.



Fonte: Collinetti, (2016).

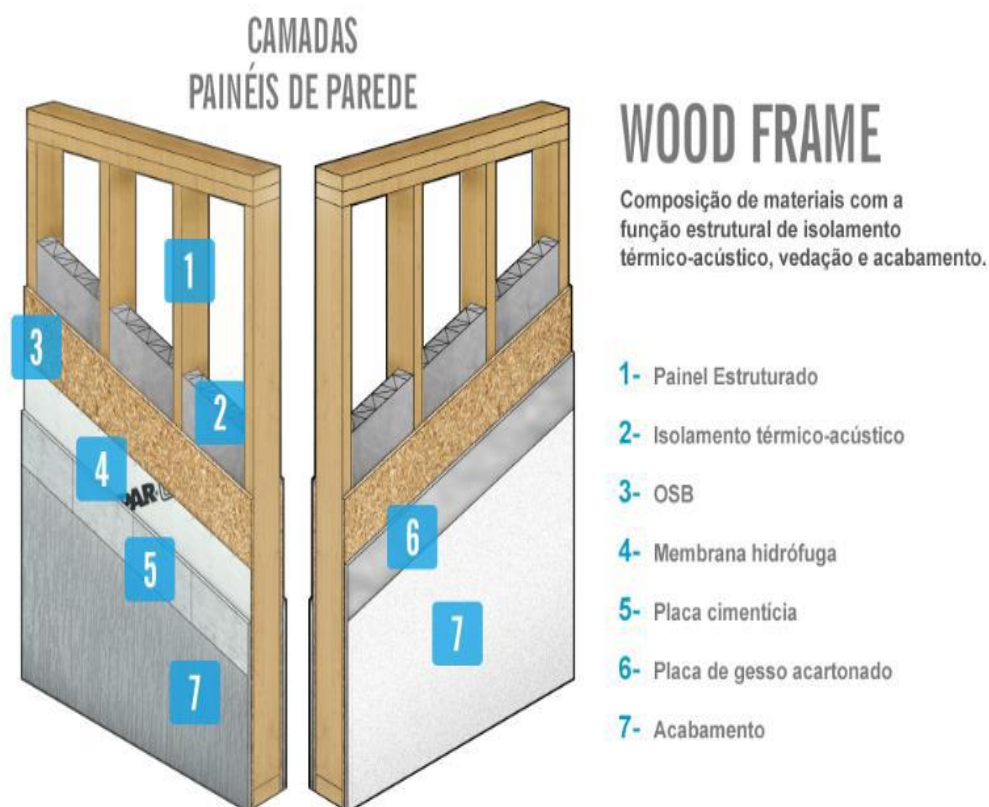
Como pode ser analisado na Figura 2 acima, temos uma construção Wood Frame na face estrutural, onde a fundação é feita por um radier de concreto, e a superestrutura da edificação é feita em madeira, assim como o pavimento superior. Deixando tudo preparado para posteriormente vir com a cobertura e vedação de madeira. Sendo uma obra limpa e rápida comparada com alvenaria convencional.

O radier consiste numa placa de concreto armado executada diretamente sobre o solo, sua superfície lisa e nivelada serve de contrapiso para o pavimento térreo. As instalações dos componentes elétricos e hidráulicos devem ser instalados antes da concretagem da fundação, em residências. No piso do pavimento térreo podem ser empregadas as técnicas tradicionais de alvenaria, nos demais pavimentos é utilizado barroto de madeira com deck de OSB (Oriented Strand Board) (Farias, 2018).

Os barrotoamentos de madeira consistem em placas de OSB assentadas sobre vigas com seção retangular ou em I. As seções retangulares em I proporcionam pisos mais leves e eficientes, resistem aos esforços de flexão decorrentes das ações do peso próprio e cargas acidentais. Outro benefício das placas de OSB é que funcionam como contrapiso, nas áreas molhadas é necessário aplicação de chapas cimentícias com acabamento impermeabilizante feito por uma pintura do tipo membrana acrílica (Farias, 2018).

O sistema é composto por paredes (Figura 3) que servem de suporte para o primeiro piso. Há uma regra: o piso trava os apoios e faz o contraventamento horizontal da estrutura, tornando-o apto para receber mais paredes. Segue-se aplicando o sistema piso parede até alcançar o telhado, o resultado são 04 pavimentos sem mudanças significativas na sequência descrita. As instalações elétricas e hidráulicas do sistema Wood Frame podem ser executadas da mesma forma que na alvenaria convencional. O benefício é que os elementos da rede elétrica e hidráulica podem ser embutidos nos montantes, oferecendo mais agilidade na execução e para futuros reparos (Vasques & Pizzo, 2014).

**Figura 3** - Composição de materiais Wood Frame.



Fonte: (Atos Arquitetura).

Observa-se na Figura 3 acima, o método de vedação de paredes termoacústico, aplicado em construções Wood Frame, onde temos as estruturas, os isolantes térmicos, OSB (chapas de tiras ou fibras de madeira), as membranas hidrófugas, placas cimentícia, placas de gesso acartonado e o acabamento estético.

Para aumentar proporções de energia acessível é através da eficiência energética, pois é de baixo custo, pois a construção de usinas é burocrática, tem um custo elevado e um longo caminho para conclusão. No intuito de melhorar a eficiência energética em instalações residenciais, consequentemente o conforto térmico, pode-se adotar medidas para reduzir o consumo de energia elétrica, e consegue-se através de isolamento térmico, pois reduz a necessidade de aquecimento e arrefecimento do ambiente interior (Collinetti, 2016).

O madeiramento utilizado na metodologia Wood Frame, proporciona um excelente conforto térmico, além de ser um recurso renovável e economicamente viável, diferente dos materiais utilizados na alvenaria convencional (Tabela 1) que apresentam valores elevados de condução térmica. O método construtivo Wood Frame, possui um isolante térmico natural (Tabela 2) muito versátil, apresentando uma variedade de produtos. Tendo características desejáveis entre as diversas espécies de madeira. Neste contexto a norma NBR 15220-2 (2005) indica as principais propriedades térmicas dos materiais que compõe os elementos (Brubacher et al., 2020).

**Tabela 1** - Condução térmica dos materiais em alvenaria.

Materiais de Alvenaria	$\Lambda$ (W/(m.K))
Argamassa comum	1,15
Tijolos e Telhas de Barro	0,70 a 1,05

Fonte: NBR 15220-2 ABNT, (2005).

Na tabela 1 acima, analisamos que os materiais utilizados em construções de alvenaria convencional, tendem a ter o valor de condução térmica acima de  $0,70\Lambda$ , que são os tijolos e telhas de barro utilizados nas vedações de paredes e coberturas, chegando a ter  $1,15\Lambda$ , que é o caso da argamassa comum, utilizada na vedação e nas estruturas.

**Tabela 2 - Condução térmica dos materiais em Wood Frame.**

<b>Materiais em Wood Frame</b>	<b><math>\Lambda</math> (W/(m.K))</b>
Gesso Acartonado	0,35
Lã de Rocha	0,045
Compensado	0,12 a 0,15

Fonte: NBR 15220-2 ABNT (2005).

Logo após na Tabela 2, analisamos que o método construtivo Wood Frame, nos permite um conforto térmico consideravelmente melhor que o método construtivo de alvenaria convencional. Pois, os materiais utilizados no Wood Frame em relação a condução térmica, tem valores variados entre  $0,045\Lambda$  e  $0,35\Lambda$ . Sendo menores que os valores de condução da alvenaria convencional. Significando que o clima externo não influenciará muito as partes vedadas de construções de madeira, com lã de rocha e gesso acartonado. Assim, diminuindo o consumo de energia gasta em condensadores e aquecedores de ar.

São inúmeros os materiais de isolamento térmico para aplicação em envolventes de edifícios, sendo esses uma alternativa viável para alcançar os níveis de condutibilidade térmica adequados. Esses materiais possuem diferentes tipos de densidades e espessuras, e propiciam que a edificação esteja isolada termicamente, garantindo um maior conforto aos ocupantes e reduzindo o consumo de energia elétrica (Brubacher et al., 2020).

Através da revisão sistemática da literatura é possível obter inúmeros materiais sobre o tema abordado, reuniu-se no presente trabalho, um número considerável de artigos, teses, monografias, que, a propósito foi de fácil busca, pois os cientistas têm realizado pesquisas inovadoras atualmente sobre eficiência energética e conforto térmico em construções wood frame.

O desperdício de energia elétrica é um problema a ser resolvido em residências e indústrias, para isso é necessário medidas para a conservação devida de energia. Foram apresentados consumos de energia e variações, como exemplo, no cenário atípico da pandemia da COVID-19, o qual houve um aumento a partir do mês de abril de 2020.

A fim de evitar esse desperdício no uso da energia elétrica e em projetos, busca-se a eficiência energética, para otimizar e utilizar a energia elétrica de forma consciente. A eficiência energética visa amenizar o impacto ambiental causado pelos resíduos gerados das construções, e, a indústria que busca melhorias, cresce, obtém visibilidade do público e fortalece as relações com os clientes e consumidores. Ainda entre os benefícios da eficiência energética estão a queda em perdas em instalações e manutenções, reduz o risco de erros e paradas abruptas.

Com o crescimento desgovernado das cidades, os desafios socioeconômicos e de ordem ambiental são inúmeros, afetando o clima, causando impactos na saúde. Em busca de uma melhor qualidade de vida, o conforto térmico, obtêm-se sensação de bem-estar e satisfação.

O Wood Frame, utiliza a madeira como matéria-prima, é de rápido desenvolvimento, com peças parcialmente ou totalmente pré-fabricadas, com pouca geração de resíduos, causando menor impacto ao meio ambiente, e, pode ser a solução na resolução de problemas relacionado a prazos, por exemplo. Ainda é um método de construção que precisa haver norma brasileira, pesquisas a respeito para que o custo seja menor.

## 4. Conclusão

Na pesquisa desenvolvida, foi concluído que os setores industrial e residencial consomem mais da metade da energia disponibilizada no Brasil. Ademais, foi visto que o assunto Eficiência Energética é amplamente estudado no meio acadêmico, visto que surge como uma forma de atuar na preservação do meio ambiente. Esse fato pode ser comprovado pela inúmera quantidade de trabalhos acadêmicos encontrados que dissertam sobre este tema.

Pôde-se perceber que o Poder Público tem atuado de modo a propor alternativas que visam a eficiência, como o PBE, o PROCEL e o CONPET que atuam de modo a auxiliar os consumidores na hora da escolha dos melhores produtos e no sentido de educar a população sobre a importância de se ter um consumo mais consciente em linha com as melhores práticas de conservação do meio ambiente.

É importante abordar que na área da construção civil, é imprescindível a procura de tecnologias sustentáveis, com a finalidade de suscitar menos resíduos em edificações, acrescentando a eficiência energética perante uma realidade desafiadora, com recursos naturais concentrados e o uso reiterado de materiais não renováveis.

Ao se analisar o contexto proposto evidencia-se que o sistema Wood Frame é a melhor opção construtiva para obter-se melhor eficiência energética, pois ao se levar em conta todos os materiais que permeiam o sistema como, madeira, gesso acartonado e lã de rocha, além de permitir um maior conforto térmico, ampara de forma ambiental na absorção do gás carbônico e na questão produtiva de oxigênio na atmosfera.

Recomenda-se, que pesquisas futuras sejam realizadas, cujo o enfoque seja aprimorar a eficiência energética e conforto térmico, por meio de novos materiais de preenchimento utilizados na tecnologia Wood Frame. Como a ciência e a tecnologia tem avanços a cada dia que se passa, é notório que surgirá materiais com menores valores de condução térmica, que poderão ser utilizados como preenchimento na tecnologia Wood Frame, visando o conforto térmico e a eficiência energética.

## Referências

- AECWEB LP Brasil. (n.d.). *Sistema Wood Frame utiliza chapas OSB estruturais para construção de Casa Modelo*. <https://www.aecweb.com.br/empresa/lp-brasil/16148/conteudo/sistema-wood-frame-utiliza-chapas-osb-estruturais-para-construcao-de-casa-modelo/2879>
- Almeida, G. F. D. (2021). *Viabilidade do sistema construtivo Wood Frame para habitações de interesse social em comparação ao sistema convencional*. p.96. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. (2020). *BIG-Banco de Informações de Geração*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWVWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI14LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2013). NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. ABNT
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2005). NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. ABNT.
- Atos Arquitetura. (n.d.). *Dicas para quem vai construir sua casa – construção em wood frame*. <https://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/>
- Bardln, L. (1977). Análise de conteúdo. *Lisboa: edições*, 70, 225.
- Bavaresco, M. V., Cuchivague, H. Y. O., Schinazi, A., & Ghisi, E. (2020). Aspects impacting on the energy performance of Brazilian social housing: a literature review. *Ambiente Construído*, 21, 263-292.
- Bernades, D. M., Celeste, W. C., & Chaves, G. D. L. D. (2020). Eficiência energética na iluminação pública urbana: revisão bibliográfica dos equipamentos e tecnologias. *Research, Society and Development*, 9(7), e606973957-e606973957.
- Brasil. Lei Federal Nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. (2001). Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110295](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295)
- Brubacher, L., Fernandes, V., Pachla, E., & Salum, P. (2020). Análise do desempenho térmico de vedações verticais em steel frame e wood frame segundo a ABNT NBR 15575: 2013. *Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*, 1-8.
- Careta, S. A. (2021). *Construções em CLT: o uso da madeira na construção civil como elemento sustentável*. Repositório de trabalhos de conclusão de curso.
- Castro, D. F. (2015). *Eficiência Energética Aplicada a Instalações Elétricas Residenciais*. Projeto de graduação.

- Chaves, V. M. (2018). *Eficiência Energética: medidas que resolvem*. p. 91. Monografia (Engenharia Elétrica). Escola Politécnica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Chepp, E. D., & Gasparin, F. P. (2019). Análise de medidas de eficiência térmica no consumo energético e conforto térmico de uma edificação. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, 5(3), 236-249.
- Collinetti, D. A. (2016). *Estudo de caso da eficiência energética de dois sistemas construtivos em madeira: clt e wood frame*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Itapeva, 2016.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. D. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Trabalho apresentado*, 8.
- Correa, L. A.; Clark, G.; Frias, L. S. (2021) Energia solar e planejamento estatal no Brasil: uma análise à luz do direito econômico. *Revista Direito Ambiental e sociedade*, 11(3), 369-386.
- Corvalão, A. B. M., & Souza, U. M. (2021). *Wood Frame no Brasil: Comparativo entre Alvenaria Convencional e Wood Frame*. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC.
- Costa, J. dos S., & Andrade Junior, L. M. L. de. (2021). Energy efficiency applied to electricity consumption: A bibliographic review study. *Research, Society and Development*, 10(4), e26210414085. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14085>
- Eloi, S. S., Silva, T. D. F. A., de Jesus Guedes, F. N., & de Paula, B. G. (2019). Eficiência energética e realização de pré-diagnóstico energético em instituições de ensino de João Monlevade–MG. *Research, Society and Development*, 8(2), e4182762-e4182762.
- Estavare, F. H. (2022). *Análise dos impactos da Covid-19 no mercado brasileiro de energia elétrica*. Graduação (Engenheiro Eletricista). Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.
- Farias, R. D. S. (2018). *Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto com a incorporação da interação solo-estrutura e das ações evolutivas* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Fischer, A. C., dos Santos Sanchotene, C. Y., de Azevedo, N. C., da Silva, J. B., Langer, M., & dos Santos, E. P. (2021). Processo produtivo de materiais de madeira que compõem o sistema construtivo Wood Frame The production process of wood materials that make up the Wood Frame building system. *Brazilian Journal of Development*, 7(12), 119453-119471.
- Fortes, P. D., Jardim, P., & Fernandes, J. G. (2015). Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. *XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. XII SEGTe*.
- Frndoloso, M. A. L. (2019). As decisões para a inserção da eficiência energética em parque construído universitário. *Brazilian Journal of Development*, 5(9), 14202-14214.
- Galvão, M. C. B., Pluye, P., & Ricarte, I. L. M. (2017). Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. *INCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 8(2), 4-24.
- Gomes, B. N., Teixeira, M. A. C., & Maia, W. P. (2021). Estudo de tecnologias para o controle de eficiência energética em residências. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 30674-30677.
- Holanda, M. M., de Lima, K. C. S., de Lima, D. M. N., de Souza, L. A., & de Macêdo Feitosa, A. R. C. (2021). Análise do conforto térmico nos projetos de enfermarias hospitalares nos trópicos: uma revisão sistemática. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(1), 570-580.
- Marques, S. B., Bissoli-Dalvi, M., & Alvarez, C. E. D. (2018). Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10, 186-196.
- Okoli, C. (2019). Guia para realizar uma Revisão Sistemática de Literatura. *EAD em Foco*, 9(1).
- Oliveira, B. L. F. de., Pedrini, A., & Pinto, E. M. (2022). Recomendações projetuais para edificações de madeira no clima quente e úmido. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 13(00), e022013.
- Oliveira, D. P. R. D. (2021). *Eficiência energética segundo regulamento brasileiro de etiquetagem: estudo em edificação do exército brasileiro* (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).
- Pereira, D. S. (2021). Diversificação de fontes geradoras da matriz elétrica brasileira: uma revisão sistemática. *Meio Ambiente (Brasil)*, 3(1).
- PSR Consultoria.Energy Report. (2021). Edição Nº 173 –Suprimento de Energia e Ponta: Separando o Sinal do Ruído. Brasília.
- Resende, E. B., Faria, L. C. S., Freitas-Ferreira, E., & Aversi-Ferreira, T. A. (2021). Uso de wood frame na construção civil no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(6), e31210615818-e31210615818.
- Ribaski, N. G., Dudek, L. C., & Rotta, C. E. (2017). O sistema wood frame e o setor madeireiro paranaense. *Brazilian Applied Science Review*, 1(2), 35-42.
- Roque, R. A. L., & Pierri, A. C. (2019). Intelligent use of natural resources and sustainability in civil construction. *Research, Society And Development*, 8(2), 3482703.
- Santos, B. C., da Fonseca Costa Filho, A., & Nichioka, J. (2019). BENCHMARKING: Políticas Públicas de Incentivo a Geração de Energia Fotovoltaica. *Episteme Transversalis*, 10(1).
- Sirtuli, B. P., de Paiva Dias, R. H. M., & Rodrigues, E. A. N. (2022). Eficiência energética da envoltória de edifícios históricos: métodos RTQ-C e INI-C. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 13, e022007-e022007.

Sobreira, S. G. A. (2017). *Eficiência Energética Aplicada a Iluminação*. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação). p. 47. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Sousa, A. S., de Oliveira, G. S., & Alves, L. H. (2021). A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da FUCAMP*, 20(43).

Sousa, M. C. B., & Leder, S. M. (2019). Reflexões sobre terminologias utilizadas para definir o conforto térmico humano. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 10, e019028-e019028.

Vasques, C. C. P. C. F., & Pizzo, L. M. B. F. (2014). Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. *Unilins*.

Vichinsky, L. C., & de Almeida, M. R. (2019). Casas pré-fabricadas em madeira: uma alternativa frente à construção em alvenaria. *Revista FENEC*, 3(1), 54-61.

Xavier, T. C., Oliveira, W. D., & Fialho, E. S. (2021). Análise das condições de conforto térmico da cidade de Vitória, ES. *Revista do Departamento de Geografia*, 41, e172471-e172471.

Zuza, M. L. C. (2021). Ensino da Geografia na Educação Básica. *Research, Society and Development*, 10(11), e533101119825-e533101119825.