

SISTEMA CONSTRUTIVO EM WOOD FRAME NO BRASIL

Wood frame construction system in Brazil

Daniel Almeida Barbosa¹

Resumo: A cada dia que se passa aumenta a necessidade de se construir de forma sustentável, rápida e com o mínimo de desperdício, sendo assim, para este artigo utilizou-se revisões bibliográficas e levantamento de referencial teórico a respeito da tecnologia construtiva em wood frame quanto a sua segurança, vantagens e desvantagens, comparativo com sistema construtivo em alvenaria estrutural e alvenaria convencional onde pode-se concluir que o sistema construtivo Wood Frame se apresenta como uma boa opção para esta demanda devido a sua flexibilidade construtiva, características termoacústicas, facilidade de alteração do projeto original, rapidez na execução da obra e por se tratar de uma fonte totalmente renovável.

Palavras-chave: Wood frame. sustentabilidade. construção civil. inovação.

Abstract: With each passing day the need to build sustainably, quickly and with minimal waste increases, therefore, for this article we used bibliographical reviews and a survey of theoretical references regarding wood frame construction technology in terms of its safety, advantages and disadvantages, comparative with structural masonry construction system and conventional masonry where it can be concluded that the Wood Frame construction system presents itself as a good option for this demand due to its construction flexibility, thermoacoustic characteristics, ease of changing the original design, speed in executing the work and because it is a completely renewable source.

Keywords: wood frame. sustainability. construction. innovation.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o mundo apresenta-se com um grande déficit habitacional, observado principalmente em grandes centros urbanos. Vivemos também uma época em que se nota a escassez de recursos naturais, nunca nos preocupamos tanto com sustentabilidade como agora. Há uma necessidade de se pensar em novos meios construtivos a fim de racionalizar o uso de materiais, evitar o desperdício e diminuir, se possível, em até 100% a quantidade de resíduos ao final da obra.

¹ FEAMIG, Faculdade Engenharia de Minas Gerais. daniel.blessed@hotmail.com

Deste modo, observamos o sistema construtivo Wood Frame com uma boa opção por se tratar de um sistema industrializado, durável e estruturado com madeira, que é uma fonte renovável, sendo também um sistema totalmente sustentável, possibilitando um controle total com o tempo de obra e sobre os gastos com material utilizado, gerando assim a menor quantidade possível de resíduos.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Tradicionalmente a construção brasileira é conhecida pelos processos construtivos convencionais, dentre os mais utilizados estão a alvenaria convencional e alvenaria estrutural.

Os processos atuais de vedação vertical utilizado, como os blocos e tijolos cerâmicos, são arcaicos, esses métodos demonstram o uso de uma grande quantidade materiais, necessitam de retrabalho e diversos fatores interferem na sua realização, como o revestimento, as instalações, a mão de obra etc. (GUIMARÃES, 2021, p. 48762).

2.1 Desempenho em sistema construtivo

De acordo com a NBR 15.575, (ABNT, 2013, p.11), norma sobre desempenho das edificações, existem treze requisitos de usuários que devem ser observados, para que haja habitabilidade, segurança e sustentabilidade para as edificações, entretanto iremos abordar três requisitos, que são o desempenho térmico, o desempenho acústico e a segurança contra incêndio.

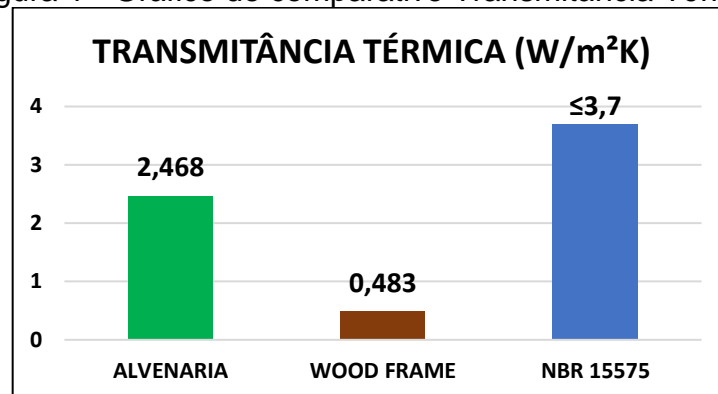
2.1.1 Desempenho térmico

Ao ser construídas as edificações necessitam apresentar desempenho térmico tal a fim de garantir aos usuários conforto térmico em seu interior, seja em dias quentes ou frios respondendo adequadamente às condições climáticas. (RIBAS, 2013, p. 53).

Brauhardt (2016, p. 54-77) realizou estudo de caso norteado pelas normas NBR 15.220 e NBR 15.575 comparando as propriedades térmicas entre paredes construídas em alvenaria convencional com parede construída em wood frame onde este último demonstrou grande eficiência se comparado com a alvenaria convencional.

Segundo Graf (2011, p.38) transmitância térmica é a resistência que um corpo oferece a passagem de calor através deste corpo, podemos ver os resultados medidos comparados entre a alvenaria convencional e o wood frame em relação a norma NBR 15.575 conforme figura 1:

Figura 1 - Gráfico de comparativo Transmitância Térmica



Fonte: Brauhardt adaptada. Disponível em: [286576724.pdf \(core.ac.uk\)](https://www.core.ac.uk/pdf/286576724.pdf) Acesso em: 26.04.2024

2.1.2 Desempenho acústico

Segundo Saliba (2021, p.11) qualquer vibração ou conjunto de vibração que possa ser ouvida é considerado som. A NBR 10.152 (ABNT, 2020 p.12) estabelece parâmetros e procedimentos para medições dos níveis de pressão sonora no interior das edificações através dos parâmetros abaixo:

- RLAeq: Valor de referência para o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderada em A.
- RLASmax: Valor de referência para nível máximo de pressão sonora ponderada em A e ponderado em S.
- RLNC: Valor de referência para nível da curva de avaliação de ruído "Noise Criteria".

Os parâmetros acima citados estão presentes em tabela descritiva na norma referenciando os valores admissíveis para vários tipos de edificações e diferentes finalidades de utilização, entretanto devido ao tamanho da tabela iremos demonstrar os valores de referência para desempenho acústico para residência conforme figura 2 abaixo:

Figura 2 - Tabela de valores de referência para ambientes internos de uma edificação de acordo com sua finalidade de uso

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RLAeq (dB)	RLASmax (dB)	RLNC
Residências			
Dormitórios	35	40	30
Sala de estar	40	45	35
Sala de cinema em casa (home theaters)	40	45	35

Fonte: NBR 10.152 Disponível em: [Arquivo expressamente para impressão da norma nbr10152, gerado em 25/10/2021 \(uesb.br\)](#). Acesso em: 22.04.24

2.1.3 Segurança contra incêndio

A NBR 15.575 (ABNT, 2013, p.15) também trata da segurança contra incêndio que busca dificultar a propagação de incêndios, garantir formas de controle de incêndio e garantir acesso às edificações para as demandas do corpo de bombeiros. Independente do material que a edificação é construída, é preciso realizar ensaios de reação ao fogo, nestes ensaios são verificadas a ignitibilidade, incombustibilidade e outros. (BERTINI; MARTINS; THOMAZ. 2013 p.86).

De acordo com Neves (2015, p.21) deve-se prever proteções térmicas para edificações construídas em aço pois a partir de 550° Celsius este perde 50% de suas propriedades mecânicas podendo vir a estrutura a colapsar. Na figura 3 podemos ver uma estrutura de aço colapsada após incêndio.

Figura 3 - Estrutura de aço colapsada após incêndio



Fonte: Carpinteria. Disponível em: [estruturas de madeira: A madeira, uma excelente proteção contra o fogo](#). Acesso em: 26.04.2024

No caso específico da madeira, quando exposta ao fogo, se inicia o processo de degradação térmica onde gases são liberados e uma camada de carvão se forma na superfície da madeira, este carvão promove um isolamento térmico que protege o seu interior até que este carvão se rompa e a próxima camada esteja exposta ao fogo e

novamente cria outra camada de carvão protegendo novamente a madeira, este processo se dá a partir dos 500º Celsius e se repete até o final de sua inteira queima. (VAIRO; 2022 p. 46) conforme figura 4 abaixo.

Figura 4 - Processo de queima da madeira



Fonte: Carpinteria. Disponível em: [estruturas de madeira: A madeira, uma excelente proteção contra o fogo](#). Acesso em: 26.04.2024

"Devido sua baixa condutividade térmica a transmissão de calor da madeira é 12 vezes menor que a do concreto, 250 vezes menor que a do aço, e 1.500 vezes menor que a do alumínio". (Dias, 2013).

2.2 Alvenaria Convencional

Segundo Gomes et al. (2023, p.131) a alvenaria convencional ou alvenaria de vedação é utilizada para construção da maior parte das obras brasileiras, sistema esse que se caracteriza pelo uso de blocos que são empilhados unidos com argamassa para a simples vedação do ambiente. Possui em seu redor um esqueleto formado por vigas e pilares, geralmente em concreto que recebe as cargas da edificação transferindo para a fundação (GRUBLER, 2021, p. 21) conforme figura 5.

Figura 5 - Alvenaria Convencional



Fonte: Inova Concreto, 2018 Disponível em: [Alvenaria estrutural e alvenaria convencional: qual a diferença? - Inova \(inovaconcreto.com.br\)](#). Acesso em: 26.04.2024

"Tal método ainda gera muitas perdas econômicas diretas e indiretas, onde indiretas considera-se o retrabalho da mão de obra e, diretas como recortes em paredes para instalação de tubos hidráulicos e elétricos" (BALTOKOSKI, 2015, p. 5).

2.3 Alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural é um processo ainda mais antigo, datado de 10.000 anos antes de Cristo em que os blocos são auto portantes, ou seja, oferecem rigidez e suporte para as cargas que atuam sobre a edificação incluindo seu peso próprio e serve como vedação da edificação (GARCIA et al. 2019, p. 33). Abaixo figura 6 demonstrando a alvenaria estrutural.

Figura 6 - Alvenaria Estrutural



Fonte: Cimento Itambé, 2013 Disponível em: [Terreno é decisivo para sucesso da alvenaria estrutural | Cimento Itambé \(cimentoitambe.com.br\)](https://www.cimentoitambe.com.br). Acesso em: 26.04.2024

Embora os sistemas construtivos de alvenaria convencional e alvenaria estrutural sejam amplamente utilizados no Brasil estes são arcaicos, demandam retrabalhos, geram grandes volumes de resíduos. Sendo assim, busca-se um sistema construtivo que possua construção limpa, rápida, com menor desperdício de materiais, gere menos resíduos e seja sustentável, neste panorama, podemos destacar o wood frame como uma ótima opção para suprir tamanha demanda. (MOLIN; MALANDRIN, 2017, p. 13-19).

2.4 Wood Frame

Segundo Bolsoni (2020, p. 25) o wood frame tem história datada em meados de 1900, é muito utilizado nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, totalizando 90% das

edificações construídas nestes países. A figura 7 abaixo exemplifica o sistema wood frame.

Segundo Melo (2023, p. 20-21) a tentativa de implementação de construção em wood frame no Brasil é antiga, datando em 1973, entretanto sempre com muita timidez visto a fartura de matéria prima no país.

Em 2023 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) lançou a Norma NBR 16936 que trata do método construtivo wood frame como "sistemas construtivos estruturados por peças leves de madeira maciça serrada, ou produto derivado de madeira, com fechamentos em chapas unidas às peças de madeira, formando painéis com resistência e rigidez aplicadas tanto no plano do painel quanto perpendicular a ele" NBR 16936 (ABNT, 2023, p.10). Esta norma é nova mas representa mais um avanço no que se diz respeito na construção em wood frame no Brasil.

Figura 7 - Casa em wood frame



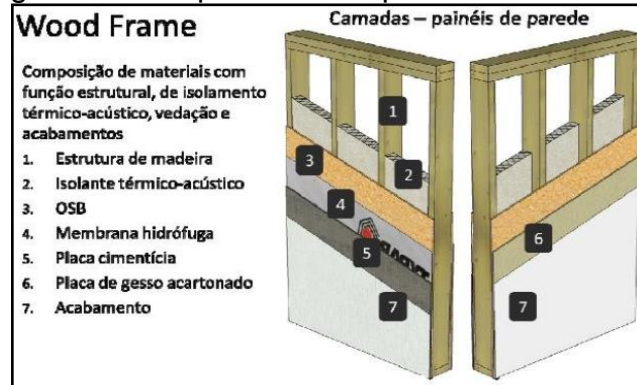
Fonte: Salle Imóveis, 2013 Disponível em: [Wood Frame sistema construtivo sustentável e seco - Salles Imóveis](#). Acesso em: 26.04.2024

O sistema é fabricado com perfis de madeira espaçados de 30 a 60 centímetros de largura e chapas de OSB (Oriented Strand Board) que são pequenos pedaços de madeira orientados para realizar o fechamento das paredes, neste sistema é possível utilizar outros tipos de acabamentos como gesso acartonado ou placa cimentícia. (ESPINDOLA, 2017 p. 99-109).

O sistema Wood Frame consiste num processo industrializado, onde perfis de madeira trabalham com chapas de partículas OSB (Painéis de partículas orientadas), existindo um elemento que promove a estabilidade nessa ligação, e gerando resistência para construção. As chapas de partículas OSB são feitas com madeira de reflorestamento, onde tiras são justapostas em camadas cruzadas e unidas com resina e prensadas. (JUNIOR; SILVA; SOARES. 2017 p.87).

Abaixo na figura 8 podemos ver os componentes de uma parede de uma edificação construída em Wood Frame.

Figura 8 - Componentes de parede Wood Frame



Fonte: Tecverde, 2019 Disponível em: [Como são as paredes da Tecverde? – Tecverde](#) Acesso em: 26.04.2024

No que se diz respeito a sustentabilidade por se tratar de um processo industrializado fabricado com material de fonte renovável é reduzido em média 80% da emissão de CO² durante a fase da indústria e 85% durante a fase da obra propriamente dita. (ZANOTO; ROTTER; CAMPOS. 2021 p.87), é considerado construção seca pois não se utiliza água em seu processo construtivo. (BÜNIKER. 2019 p. 24).

De acordo com Leite; Lahr (2015. p.10-11) a madeira possui excelente desempenho termoacústico, podendo potencializar a eficiência termoacústica instalando entre os montantes materiais isolantes termoacústico, dentre eles a lã de rocha, a lã de vidro, lã de pet e o preenchimento com espuma de poliestireno, (ARANTES, 2013. p. 114) conforme mostra a figura 9 abaixo.

Figura 9 - Isolamento termoacústico



Fonte: Celere, 2021 Disponível em: [Isolamento térmico na construção civil: tudo o que você precisa saber \(celere-ce.com.br\)](#). Acesso em: 26.04.2024

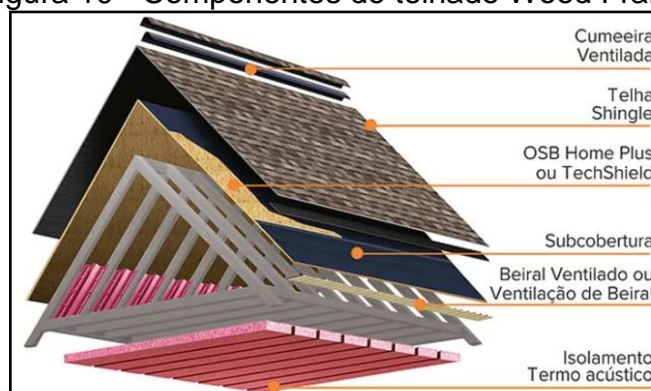
Os revestimentos podem ser os mais diversos assim como em construção em alvenaria, além de proporcionar beleza à edificação e o revestimento também protege a madeira do fogo. (ARAÚJO, 2019. p. 13-36).

Os elementos que compõem a estrutura devem satisfazer os requisitos de estanqueidade e isolamento em tempo satisfatório para permitir a saída dos indivíduos que ocupam a edificação em posição de segurança; (DA ROZA; FAVRETO, 2019 p. 12-14).

Em países muito frios ou muito quentes para fundação utiliza-se a técnica de "basement wall", que consiste em deixar a edificação em média 60cm acima do solo, não afetando o conforto térmico dos cômodos, pode-se utilizar para fundação o radier ou a sapata corrida, pelo fato da estrutura ser bastante leve e a distribuição de carga ser ao longo da sua base (VASQUES; PIZZO, 2014. p.8).

Para o telhado, utilizam-se treliças industrializadas, que permite reduzir em até 40% o seu peso. Para sua cobertura podem-se utilizar tantas telhas metálicas, fibrocimento e até mesmo as cerâmicas. (PEREIRA; VIEIRA, 2015, p. 195-198). Na figura 10 podemos ver os componentes do telhado.

Figura 10 - Componentes do telhado Wood Frame



Fonte: Núcleo do Conhecimento, 2019 Disponível em: [Construção sustentável de casas populares: steel frame e wood frame \(nucleodoconhecimento.com.br\)](https://nucleodoconhecimento.com.br/construcao-sustentavel-de-casas-populares-steel-frame-e-wood-frame). Acesso em: 26.04.2024

Os sistemas hidráulicos e elétricos são idênticos aos de uma construção convencional, caso haja a necessidade de algum reparo, este se torna muito mais ágil e prático, pois ao invés de quebrar a parede, faz-se um corte localizado retirando uma parte do painel de OSB no vão onde há o possível problema e após o reparo utiliza-se a mesma peça de OSB que foi retirada para fechar o vão (ROCHA et al, 2022 p. 3571) conforme figura 11.

Figura 11 - Sistema elétrico e hidráulico wood frame



Fonte: Vobi, 2019 Disponível em: [Projeto hidráulico: suas características e como elaborar \(vobi.com.br\)](https://vobi.com.br). Acesso em: 26.04.2024

3 TRATAMENTO DA MADEIRA

De acordo com Souza; Demenighi (2017, p. 84-92) Os principais danos causados à madeira são de caráter biológico, os insetos xilófagos são os mais danosos, sendo o cupim o mais importante desta categoria. Existe uma enorme gama de substâncias para tratamento químico da madeira, entretanto neste trabalho elencou-se os tipos mais conhecidos para seu tratamento.

O tratamento é realizado com substâncias hidrossolúveis do tipo CCA (Cobre-Cromo-Arsênio) e CCB (Cobre-Cromo-Boro). O arseniato de cobre cromatado (CCA) é o mais utilizado em todo o mundo, em condições ambiente o processo leva de 3 a 15 dias, podendo ocorrer mais rapidamente com a elevação da temperatura em autoclave (GALVÃO; MAGALHÃES; DE MATOS, 2004, p. 15-17).

O preservativo CCB surgiu como alternativa ao CCA, devido ao Arsênio ser um produto altamente agressivo ao meio ambiente e causador de doenças, principalmente o câncer. O CCB contém em sua composição o boro, substituindo o arsênio, agindo como fungicida e bactericida, combatendo os insetos Xilófagos (broca, cupins, carunchos etc.), o tratamento da madeira não altera de forma algumas suas características físicas (MORESCHI, 2005, p.21-26).

4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO WOOD FRAME NO BRASIL

O sistema construtivo wood frame se destaca em diversos pontos, entretanto, assim como qualquer outro sistema construtivo o wood frame possui vantagens e desvantagens onde serão apresentadas algumas delas logo abaixo.

4.1 Vantagens

O sistema construtivo em wood frame possui grandes vantagens, segundo Petersen (2002, p. 169-182) apud Junior; Silva; Soares (2017, p.88) "as emissões de gases de efeito estufa e os custos das vigas do telhado, concluiu que, são necessários duas a três vezes mais energia e seis a doze vezes mais combustíveis fósseis para fabricar vigas de aço".

- A madeira é um produto renovável e mesmo industrializado demanda baixo consumo de energia, tornando o sistema sustentável.
- O sistema construtivo em wood frame apresenta excelente desempenho termoacústico e resistência ao fogo se comparado por exemplo com alvenaria convencional e estrutural.
- Por ser um sistema industrializado o sistema construtivo em wood frame se torna rápido, o tempo de obra pode ser 60% menor que a alvenaria.
- Devido ao menor tempo utiliza-se menos mão de obra que a torna mais barata que outros sistemas construtivos.
- Possui flexibilidade arquitetônica, proporcionando grandes vão além aceitar linhas curvas e vários tipos de revestimento.
- Maior controle de obra devido a previsibilidade quantitativa e qualitativa no processo industrial e antes do início da obra.
- O Wood frame é um processo construtivo considerado obra seca, pois utiliza pouca água.

4.2 Desvantagens

De acordo com Vasques; Pizzo (2014, p. 12) o sistema construtivo em wood frame também possui algumas desvantagens que podemos elencar algumas conforme abaixo:

- Como desvantagem, podemos dizer que em relação ao wood frame no Brasil, ainda há um grande preconceito com a madeira e a mão de obra com conhecimento específico é escassa.
- Como restrição construtiva só é permitido a construção de até cinco pavimentos.
- A madeira necessita de tratamento químico para resistir a rimos biológicos.
- É necessário atenção com manutenção, pois em caso de vazamentos a estrutura pode ser prejudicada.

5 CONCLUSÃO

O sistema construtivo em wood frame é uma técnica que apresenta inúmeras vantagens, como excelente desempenho termoacústico, atende às normas de segurança contra incêndio e, como observado, é utilizado na maioria das casas nos Estados Unidos e Canadá, o que nos dá um panorama sobre sua durabilidade e como o sistema pode ser amplamente utilizado no Brasil.

No Brasil, ainda existe certa resistência quanto a utilização deste sistema devido a questões culturais que vêm desde os tempos da colonização, apesar dos esforços de algumas empresas da atualidade em continuar difundindo o sistema construtivo em wood frame principalmente no sul do país.

Em 2023 foi lançada a norma NBR 16.936, específica para construção em wood frame sinalizando um grande avanço para difusão do sistema no Brasil, sendo assim, esperamos que tão logo a técnica construtiva em wood frame possa ser mais utilizada em nosso território, já que a madeira é uma fonte renovável, disponível e sustentável, frente a outros sistemas como por exemplo alvenaria convencional e estrutural.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, Beatriz. **Conforto térmico em habitações de interesse social -um estudo de caso.** 2013. p.114. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2013. Cap. 2. Disponível em: [content \(unesp.br\)](https://content.unesp.br). Acesso em: 30 de março de 2024.
- ARAÚJO, Jéssica Noberto Silva. **Determinação da espessura ótima da proteção contra incêndios para vigas metálicas através de planilha eletrônica.** Mossoró, p. 13-36. 2019. Disponível em: [content \(ufersa.edu.br\)](https://content.ufersa.edu.br) Acesso em: 30 de março de 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (Brasil). NBR 10152-1: **Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.** ABNT: Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: [Arquivo EXPRESSAMENTE para impressão da norma NBR10152, gerado em 25/10/2021 \(uesb.br\)](https://arquivoexpressamente.com.br/2021/10/25/Arquivo-EXPRESSAMENTE-para-impressao-da-norma-NBR10152-gerado-em-25-10-2021-uesb.br) Acesso em: 23 de abril de 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (Brasil). NBR 15575-1: **Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.** ABNT: Rio de Janeiro, p.11. 2024. Disponível em: [ABNT NBR 15575-1 - Edificios habitacionais de ate cinco pavimentos - Desempenho - Parte 1 Requisitos gerais.pdf \(mpsp.mp.br\)](https://mpsp.mp.br/abnt-nbr-15575-1-edificacoes-habitacionais-desempenho-parte-1-requisitos-gerais.pdf). Acesso em: 23 de abril de 2024.
- BALTOKOSKI, Patrick Luan Cardoso. **Comparativo térmico e acústico entre os métodos construtivos, alvenaria convencional e parede de concreto moldada no local.** 2015 p. 5-11. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: [PB COECI 2015 2 29.pdf \(utfpr.edu.br\)](https://repositorio.ufpr.br/bitstream/handle/2011-6/10000000/2/PB_COECI_2015_2_29.pdf). Acesso em: 16 abril de 2024.
- BERTINI, Alexandre Araújo; MARTINS, José Carlos; THOMAZ, Ercio. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/ 2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, p.86-108. Disponível em: [Repositório Institucional UFC: Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10000000/2/Desempenho-de-edificacoes-habitacionais-guia-orientativo-para-atendimento-a-norma-ABNT-NBR-15575-2013.pdf) Acesso em: 26 de abril de 2024.
- BOLSONI, Fernando. **Introdução ao sistema Wood frame.** 1 ed. Florianópolis: Editora Escrita Criativa p. 20-145, 2020. BOUFLEUR, Vinícius. **Desempenho acústico de edificações habitacionais: desafios para implementação da norma de desempenho.** Porto Alegre. p. 19-23, 2013. Disponível em: [Desempenho Acústico de Habitações Residenciais \(ufrgs.br\)](https://repositorio.ufrgs.br/bitstream/handle/10157/10000000/2/Desempenho-Acustico-de-Habitacoes-Residenciais-ufrgs.br.pdf). Acesso em: 24 de abril de 2024.
- BRAUHARDT, Bárbara. **Sistema construtivo em Wood Frame: Desempenho Térmico das Vedações Verticais e Potencial de Aplicação para Habitação Social em Foz do Iguaçu-PR.** 2016, p. 54-77. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu. Disponível em: [286576724.pdf \(core.ac.uk\)](https://repositorio.core.ac.uk/bitstream/handle/2015/10000000/2/286576724.pdf). Acesso em: 26 de abril de 2024.
- BÜNEKER, Frederico Blazoudakis. **Análise do sistema construtivo WOOD FRAME como alternativa para o desenvolvimento sustentável no Brasil.** Santa

Maria. p. 24. 2019. Disponível em: [Büneker Frederico Blazoudakis 2019 TCC.pdf \(ufsm.br\)](#). Acesso em: 30 de março de 2024.

DA ROZA, Érico Clévio; FAVRETTO, Julia. **Estudo avaliativo do sistema wood frame em comparação ao sistema de alvenaria convencional para residências populares**. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 7, p. 12-14, 2023. Disponível em: [Vista do estudo avaliativo do sistema wood frame em comparação ao sistema de alvenaria convencional para residências populares \(recima21.com.br\)](#) Acesso em: 25 de março de 2024.

DALL MOLIN, Brayan Heron de Castro; MALANDRIN, Lucas Lima. **Comparativo de custo entre os sistemas construtivos alvenaria convencional, light steel frame e wood frame para habitação popular**. 2017. p. 13-19. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: [Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná \(RIUT\): Comparativo de custo entre os sistemas construtivos alvenaria convencional, light steel frame e wood frame para habitação popular \(utfpr.edu.br\)](#). Acesso em: 08 de abril de 2024.

DIAS, Alan. A madeira, uma excelente proteção contra o fogo. **Blog Carpinteria Estruturas de Madeira**. São Paulo, 23 maio 2013. Disponível em: [Estruturas de madeira: A madeira, uma excelente proteção contra o fogo](#). Acesso em: 27 de abril de 2024.

ESPINDOLA, Luciana da Rosa. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Conrado. p. 99-109. Disponível em: [TeseCorrigidaLucianaEspindola.pdf \(usp.br\)](#). Acesso em: 26 de março de 2024.

GALVÃO, Antonio Paulo Medes; MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; MATTOS, Patricia Póvoa de. **Processos Práticos para Preservar a Madeira**. Embrapa. Colombo, PR. p. 15-17, agosto 2004. Disponível em: [doc96Washington \(embrapa.br\)](#) Acesso em: 27 de março de 2024.

GARCIA, Bruno Rafael Godoi et al. Alvenaria estrutural, sistemas construtivos e suas diferenças para a alvenaria convencional. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, v. 4, n. 1, p. 19-33, 2019. Disponível em: [Alvenaria estrutural, sistemas construtivos e suas diferenças para a alvenaria convencional | Garcia | Revista Engenharia em Ação UniToledo](#). Acesso em: 08 de abril de 2024.

GOMES, Jarbas Herinson Dias et al. Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria convencional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, p. 131-132, 2018. Disponível em: [Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria convencional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni | Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro \(unipacto.com.br\)](#)Acesso em: 08 de abril de 2024.

GRAF, Helena Fernanda. **Transmitância térmica & energia incorporada na arquitetura**. Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-graduação em Construção Civil. 2011. Curitiba p.38, 2011. Disponível em: [document \(psu.edu\)](#). Acesso em: 25 de abril de 2024.

GRUBLER, Taleson Hupples. **Estudo comparativo entre os métodos construtivos light steel frame, alvenaria convencional e alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2021, p.21. Disponível em: [Estudo comparativo entre os métodos construtivos light steel frame, alvenaria convencional e alvenaria estrutural \(unijui.edu.br\)](http://unijui.edu.br). Acesso em: 08 de abril de 2024.

GUIMARÃES, Marcio Martins et al. **Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional- estudo de caso**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, p. 2021. Disponível em: [Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional- estudo de caso / Comparison of physical and financial characteristics between drywall sealing systems and conventional masonry - case study | Brazilian Journal of Development \(brazilianjournals.com.br\)](http://brazilianjournals.com.br). Acesso em: 15 de abril de 2024.

JÚNIOR, Carlos Roberto Cordeiro; SILVA, Wendna Cristina Rocha; SOARES, Paulo de Tarso Machado Leite. **Uso da madeira na construção civil**. Projectus, v. 2, n. 4, p. 79-93, 2017. Disponível em: [Uso da madeira na construção civil - Google Acadêmico](https://www.google.com). Acesso em: 26 de março de 2024.

LEITE, Januária Cecília Pereira Simões; LAHR, Francisco Antônio Rocco. **Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame**. p. 10-11. 2015. Disponível em: [Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame | CONSTRUINDO \(fumec.br\)](http://fumec.br). Acesso em: 30 de março de 2024.

MELO, Brenner William Rodrigues. **Wood frame no Brasil: revisão sistemática por meio da metodologia Proknow-C**. Ouro Preto. 2023. p. 18-21. Disponível em: [MONOGRAFIA WoodFrameBrasil.pdf \(ufop.br\)](http://ufop.br). Acesso em: 30 de março de 2024.

MORESCHI, João C. **Produtos preservantes de madeira**. Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, sem data (b). Curitiba. p. 21-26, 2005. Disponível em: [Preservantesdemadeira.pdf \(engmadeira.yolasite.com\)](http://engmadeira.yolasite.com). Acesso em: 15 de abril de 2024.

NEVES, Amanda Barbosa das. **A importância do uso de revestimento térmico em estruturas de aço em situação de incêndio**. Varginha. 2015 p. 16-21. Disponível em: [Amanda Barbosa das Neves](http://www.varginha.ufmg.br). Acesso em: 27 de abril de 2024.

PEREIRA, Natielly Nascentes; VIEIRA, Rogério Borges. " **Wood Frame**": **tecnologia de construção sustentável**. Perquirere, v. 1, n. 12, p. 195-198, 2015. Disponível em: [Vista do "Wood Frame" \(unipam.edu.br\)](http://unipam.edu.br). Acesso em: 30 de março de 2024.

RIBAS, Rovadávia Aline de Jesus. **Método para avaliação do desempenho térmico e acústico de edificações aplicado em painéis de fechamento industrializados**. Universidade Federal de Ouro Preto. Curso de pós-graduação em Engenharia Civil, 2013. Ouro Preto. p. 53-70, 2013. Disponível em: [RoviaPosDefesaf \(ufop.br\)](http://ufop.br). Acesso em: 24 de abril de 2024.

ROCHA, Matheus Gonzaga Ferreira et al. **Sistema construtivo wood frame no Brasil: Wood frame construction system in Brazil**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 5, n. 4, p. 3571, 2022. Disponível em: [Vista do Sistema construtivo wood frame no Brasil \(brazilianjournals.com.br\)](https://www.brazilianjournals.com.br/Vista-do-Sistema-construtivo-wood-frame-no-Brasil). Acesso em: 28 de março de 2024.

SALIBA, Tuffi Messias. Manual prático de avaliação e controle do ruído: PPRA. **LTr Editora**, p. 11, 2021. Disponível em: [Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído: PPRA - Tuffi Messias Saliba - Google Livros](https://books.google.com.br/books?id=...). Acesso em: 23 de abril de 2024.

SOUZA, Rodrigo Vargas; DEMENIGHI, Alexandra Lima. Tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção civil. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 84–92, 2017. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2017.v3.n1.84-92. Disponível em: [Vista dos tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção civil \(ufsc.br\)](https://www.ufsc.br/vista-dos-tratamentos-preservantes-naturais-de-madeiras-de-floresta-plantada-para-a-construcao-civil). Acesso em: 15 abr. 2024.

VAIRO, Maurizio. **Sobre o comportamento dos painéis de CLT em situação de incêndio**. 2022. p.45-47. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: [MaurizioVairoCorr22.pdf \(usp.br\)](https://www.usp.br/mauriziovairocorr22.pdf). Acesso em: 26 de abril de 2024.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. São Paulo: Unilins, p. 3-17, 2014. Disponível em: [193-462-1-SM-libre.pdf \(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/193-462-1-SM-libre.pdf) Acesso em: 30 de março de 2024.

ZANOTO, Camila; ROTTER, Lucas Cardoso Simão; CAMPOS, Heloisa Fuganti. Análise comparativa de desempenho entre os sistemas construtivos em concreto armado, alvenaria estrutural e Light Wood Frame. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 57, p. 79-84, 2021. Disponível em: [Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB](https://www.ifpb.edu.br/revista-principia-divulgacao-cientifica-e-tecnologica-do-ifpb). Acesso em: 26 de março de 2024.