



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD
FRAME: CUSTOS E MANUTENÇÃO**

EDNÓLIA BONFIM OLIVEIRA

CRUZ DAS ALMAS - BA
2022

Oliveira, Ednólia Bonfim

Sistemas construtivos em Alvenaria Convencional e Wood Frame: custos e manutenção, UFRB, Cruz das Almas - BA. / Ednólia Bonfim Oliveira – Cruz das Almas, 2022.

19 p. : 30 cm

Orientadora: Maria da Graça Andrade Dias.

TCC (Graduação – Bacharelado em Engenharia Civil) - -
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas,
2021.

1. Construção civil no Brasil. 2. Sistemas construtivos. 3. Manutenção predial. 4. Custos e manutenção I. Ednólia, Maria da Graça. II. Sistemas construtivos em Alvenaria Convencional e Wood Frame: custos e manutenção, UFRB, Cruz das Almas - BA.

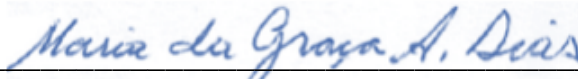
Ednólia Bonfim Oliveira

SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME: CUSTOS E MANUTENÇÃO

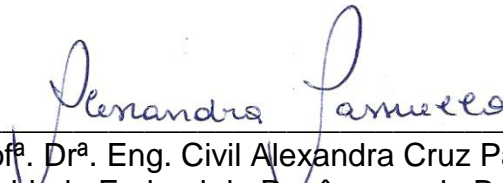
Relatório final, apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Cruz das Almas - BA, 17 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Arq. e Urb. Maria da Graça Andrade Dias (Orientadora)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



Prof^a. Dr^a. Eng. Civil Alexandra Cruz Passuello
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



M.Sc. Arq. e Urb. Carlane Costa Dias Feitosa
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME: CUSTOS E MANUTENÇÃO

Ednólia Bonfim Oliveira¹
Maria da Graça Andrade Dias²

RESUMO

Com vários métodos construtivos inseridos no mercado da construção civil, o custo de uma mesma obra pode variar consideravelmente dependendo do método escolhido. O sistema de alvenaria convencional é o mais frequentemente empregado no processo construtivo brasileiro, entretanto, esse método apresenta alto desperdício de materiais e acaba gerando uma grande quantidade de resíduos. Na busca por soluções que melhorem a produtividade, diminuam custos e impactos ambientais, se destaca o sistema construtivo em Wood Frame, um método que é constituído por montantes em madeira e painéis de fechamento, possibilitando uma solução de industrialização da construção e sua racionalização. A possibilidade de utilizar novos materiais e tecnologias construtivas residenciais com um custo baixo incentivou a realização desse trabalho, cujo objetivo foi verificar as vantagens em termos de desempenho, custos e manutenção dos sistemas. Para tanto, foi feita uma pesquisa bibliográfica. O resultado da comparação apresentou uma larga vantagem para a adoção do sistema Wood Frame.

Palavras- Chave: Sistemas Construtivos, Análise Comparativa. Custos. Manutenção

ABSTRACT

With several construction methods inserted in the civil construction market, the cost of the same work can vary considerably depending on the chosen method. The conventional masonry system is the most frequently employed in the Brazilian

¹Bacharela em Ciências Exatas e Tecnológicas (UFRB), Graduanda em Engenharia Civil – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Ba, Brasil. E-mail: ednolia@aluno.ufrb.edu.br

²Professora Orientadora Dra. em Arquitetura e Urbanismo - Grupo de Pesquisa para Preservação/Ocupação do Ambiente Construído. UFRB, Cruz das Almas-Ba, Brasil. E-mail: gracadias@ufrb.edu.br

construction process; however, this method presents a high waste of materials and ends up generating a large amount of waste. In the search for solutions that improve productivity, reduce costs and environmental impacts, the Wood Frame construction system stands out. It is a method that consists of wooden beams and closing panels, enabling a solution for the industrialization of construction and its rationalization. The possibility of using new materials and residential building technologies at a low cost encouraged this work, whose objective was to verify the advantages in terms of performance, costs, and maintenance of the systems. To do so, a bibliographical research was done. The result of the comparison showed a large advantage for the adoption of the Wood Frame system.

Keywords: Building Systems, Comparative Analysis. Cost. Maintenance

1 INTRODUÇÃO

Em meio à competitividade do setor da construção civil, estudos voltados para métodos inovadores, e alternativas que possam melhorar o desenvolvimento habitacional do país, podem gerar subsídios importantes. Visto que optar pelo sistema construtivo adequado tem muitas vantagens, incluindo um processo de construção mais simples, melhor controle de qualidade e redução de desperdício.

O foco deste trabalho são os sistemas construtivos em Alvenaria Convencional vastamente utilizados no Brasil e Wood Frame uma técnica que ainda é pouco utilizado no País, mas vem crescendo nos últimos anos.

O sistema de vedação em Alvenaria Convencional, de acordo com Souza (2013), apresenta uma baixa produtividade e um alto desperdício de materiais, gerando uma grande quantidade de resíduos. Já o sistema Wood Frame, ou seja, estruturas que utilizam perfis de madeira como método de alvenaria, são consideradas estruturas sustentáveis por apresentar diferentes pontos que beneficiam o meio ambiente. Esse tipo de sistema se enquadra no Sistema de Construção Energética Sustentável (LOPES,2013).

O Wood Frame é uma técnica de construção de edifícios pré-fabricados muito usada em diversos países do mundo, especialmente na América do Norte e norte da Europa. O método consiste em um esqueleto de ripas de madeira, que a partir das inovações nas serrarias e máquinas, permitiram obter seções de madeira finas e com

maior rapidez. Como o processo é industrializado, tem-se uma construção mais barata, facilmente montada e desmontada (SOUZA, 2013).

Por mais que seja possível vender a qualidade é necessário compreender a relação com os custos e conseqüentemente a viabilização da construção. Dessa forma, constata-se que, paralelamente aos benefícios agregados, os custos são um ponto relevante na tomada de decisões paralelamente aos benefícios agregados (BRÜGGEMANN, 2017).

O objetivo da pesquisa é verificar as vantagens em termos de desempenho e custos do sistema Wood Frame comparado à Alvenaria Convencional, analisando também os custos globais (construção e manutenção).

O presente trabalho compreende uma breve apresentação da construção civil no Brasil, das características dos sistemas construtivos de Wood frame e Alvenaria convencional, bem como da manutenção predial e seus custos e por último uma análise dos dados obtidos durante a pesquisa permitiu conferir uma opinião a respeito da viabilidade da utilização desses sistemas.

2 METODOLOGIA

Para a produção do presente trabalho, foi realizada revisão bibliográfica, através de uma busca eletrônica no banco de dados SciELO e Google Acadêmico. Além dessa estratégia de busca, foi acrescentado materiais de outras fontes por meio das referências bibliográficas dos estudos incluídos na revisão. Para a pesquisa foi utilizado como descritores “sistemas construtivos e custos”, “sistema construtivo inovador” e “manutenção predial”, na língua portuguesa.

Os critérios de inclusão foram estudos publicados mais recentemente e que faziam análises comparativas entre sistemas, abordando os custos da construção e a manutenção dos sistemas. A busca bibliográfica foi realizada analisando completamente os estudos que atendiam às características pretendidas. Os 15 trabalhos de pesquisa selecionados constituem a amostra final.

Em cada plataforma foi feita previamente uma leitura do título e do resumo dos trabalhos disponíveis, foram excluídos os trabalhos incompletos e repetidos, efetuando posteriormente pré-seleção e leitura mais aprofundada, bem como descartadas pesquisas que não atendessem aos critérios de seleção. Todos os tipos

de trabalho acadêmico foram incluídos, como teses, dissertações, TCC e artigos científicos. No Quadro 1 temos os detalhamentos dos trabalhos selecionados.

Quadro 1: Detalhamento dos trabalhos selecionados

Temas Quantidade	Sistemas construtivos	Manutenção
	10	5
Metodologia de estudo	Apresentação dos sistemas construtivos avaliados quanto a técnica empregada; Apresentação de vantagens e desvantagens; Elaboração dos Orçamentos da edificação e processamentos dos dados para avaliação da viabilidade econômica.	Desenvolvimento dos fundamentos teóricos: manutenção predial, estratégias de manutenção; Análise de custos Global; Estudos de caso

Fonte: Elaborado pela autora, 2022

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O papel da construção civil está diretamente ligado com o bem-estar da população, responsável pela segurança e conforto dos usuários, além de influenciar diretamente a economia do país.

Segundo Bufon e Anschau (2016, apud Lima *et al*, 2020), o ramo da construção civil é um dos maiores em geração de serviço no Brasil e o que mais absorve mão de obra nacional. Impactando assim a economia brasileira, gera muitos empregos diretos e indiretos, influenciando fortemente no Produto Interno Bruto – PIB. De acordo com os dados de pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, o PIB da construção civil cresceu 3,9% no terceiro trimestre de 2021, segundo o IBGE (2021) o setor foi o único da indústria a manter o crescimento nesse período.

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, responsável por fazer séries mensais de custos e índices para o setor habitacional, juntamente com o IBGE (2022), em seu último levantamento mostra o aumento do custo da construção civil no ano de 2021, o metro quadrado subiu de

R\$1.475,96 para R\$ 1.514,52, sendo R\$ 910,06 relativos aos materiais e R\$ 604,46 à mão de obra.

A Construção Civil é uma área com diversas possibilidades de execução, a combinação de materiais, utilizados na materialização dos diversos elementos de construção de um edifício, denomina-se por solução construtiva. Já a combinação das soluções construtivas utilizadas na definição dos principais elementos de construção: pavimentos, paredes e coberturas; é conhecida por sistema construtivo (MATEUS, 2004).

3.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS EMPREGADOS NO BRASIL

De acordo com Meirelles (2008, apud Brüggemann, 2017), no Brasil as edificações construídas seguindo as técnicas do sistema de alvenaria são as mais populares, uma herança trazida pelos portugueses de uma prática já consolidada há séculos na Europa.

Historicamente, no Brasil o sistema construtivo mais empregado é o sistema construtivo convencional, ou seja, concreto armado com alvenaria de vedação. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2015) afirma que, a construção executada com processo convencional, frequentemente é marcada por processos com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade, incidências de manifestações patológicas e baixo desempenho ambiental.

Em função das demandas por redução de custo de construção, agilidade de execução e por construções que gerem menos resíduos e utilizem menos recursos, faz-se necessário fortalecer o uso de sistemas construtivos industrializados, que têm como características inerentes maior planejamento, estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística mais precisos, além de melhores condições de trabalho e melhor desempenho ambiental (ABDI, 2015).

Atualmente no Brasil, além do sistema de Alvenaria Convencional, são empregados outros como: Alvenaria Estrutural, Paredes de Concreto, Wood Frame e Steel Frame. Cada um deles possui vantagens e desvantagens a serem avaliadas antes da escolha da melhor técnica a ser empregada. Para a escolha do sistema, deve ser levado em conta alguns fatores, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2: Escolha do sistema construtivo

Fatores que influenciam na escolha do sistema construtivo	
Durabilidade	Durabilidade das soluções comparativamente à vida útil projetada para o edifício.
Análise global dos custos da solução	Custo inicial, custo de operação, custo de manutenção, custo de reabilitação, custo de demolição/desmantelamento.
Comportamento térmico.	O comportamento térmico do edifício é importante na previsão da quantidade de energia necessária nas operações de aquecimento e arrefecimento.
Impacto ambiental	De todos os materiais e componentes de construção utilizados, bem como, dos processos de construção associados.
Disponibilidade de profissionais e materiais	Que possuam a adequada formação para lidarem com a solução construtiva pretendida e disponibilidade de materiais no mercado.
Distância de transporte e manutenção da edificação	A distância de transporte prevista para cada material e componente e a manutenção esperada para solução construtiva pretendida.

Fonte: MATEUS, 2004 (Adaptado pela autora, 2022)

Segundo Mateus (2004), a opção pelo sistema construtivo mais adequado ao tipo de clima e à localização de um edifício, conduz a melhores níveis de conforto térmico, menores custos de construção e de manutenção e maior durabilidade.

3.2.1 Sistema de Alvenaria Convencional

O sistema de alvenaria convencional é formado por pilares, vigas e lajes de concreto armado, com vãos preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação. Nesse sistema, as paredes são conhecidas como não portantes, ou seja, o peso da construção é distribuído nos elementos estruturais lajes, vigas, pilares e fundações. Na construção de elementos como pilares e vigas são usados aço estrutural e formas de madeira. Após a construção das paredes, é preciso rasgá-las para embutir as instalações hidráulicas e elétricas. A etapa de revestimento, caracterizada pela aplicação do chapisco, massa grossa (emboço), massa fina (reboco) e pintura, deve ser iniciada em seguida (VASQUES e PIZZO, 2014), (Figura 1).

Figura 1: Sistema de alvenaria Convencional



Fonte: <https://www.astra-sa.com/destaques/conheca-os-4-sistemas-de-construcao-mais-utilizados/> (2022).

O sistema construtivo representado na figura acima é um dos tipos mais tradicionais na construção civil no Brasil, principalmente por não ter a necessidade de mão de obra altamente especializada, o que facilita encontrar serviços mais baratos. Possuindo vantagens e desvantagens, Lopes (2013) desenvolveu um estudo sobre a Alvenaria Convencional que pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3: Vantagens e desvantagens do sistema construtivo Alvenaria Convencional

Sistema construtivo Alvenaria Convencional		
Problema	Vantagens	Desvantagens
Diferença de custo	Alguns materiais apresentam preço menor que os perfis de madeira de Wood Frame, tendo o mesmo destino de estrutura.	Quantidades maiores de material, gastos maiores por causa de desperdício.
Comprometimento da estrutura	A estrutura apresenta garantia de funcionalidade, a partir de um controle técnico especializado para que não tenha problemas futuros.	----
Desempenho térmico e acústico	Está no padrão, comparado com outros métodos de estrutura, de acordo com a NBR – 15575 (Desempenho Térmico e Acústico em edifícios habitacionais de até cinco pavimentos)	
Emissão de CO2	----	Apresenta cerca de 80% maior de emissão, comparado o método do Wood Frame.
Versatilidade e peculiaridade do material	Facilidade de encontrar os materiais necessários, tendo uma grande variedade do tipo de método ou material a ser utilizado na execução da obra.	Meio de Construção que apresenta muito retrabalho, podendo fazer com que a obra apresente atraso.

		Apresenta maior quantidade de entulho.
Instalações elétricas e hidráulicas	----	Maior trabalho para instalação e pré-disposição das tubulações, comparado com o método do Wood Frame.

Fonte: LOPES, 2013(Adaptado pela autora, 2022)

3.2.2 Sistema Wood Frame

O Wood Frame é um método construtivo em madeira composto por painéis estruturados com vigas e pilares de madeira com seção transversal pequena, pouco espaçados, mas que formam um conjunto estrutural capaz de receber os esforços solicitados pelas edificações. Os painéis substituem as vigas e pilares de concreto, assim como as paredes em alvenaria comum. As vedações podem ser com placas de gesso acartonado para as áreas internas, placas cimentícias para as paredes internas e externas ou chapas de OSB ou compensado revestidas com estuque PAESE (2012, apud CAMPOS, 2015), (Figura 2).

Figura 2: Estrutura da casa em Wood Frame



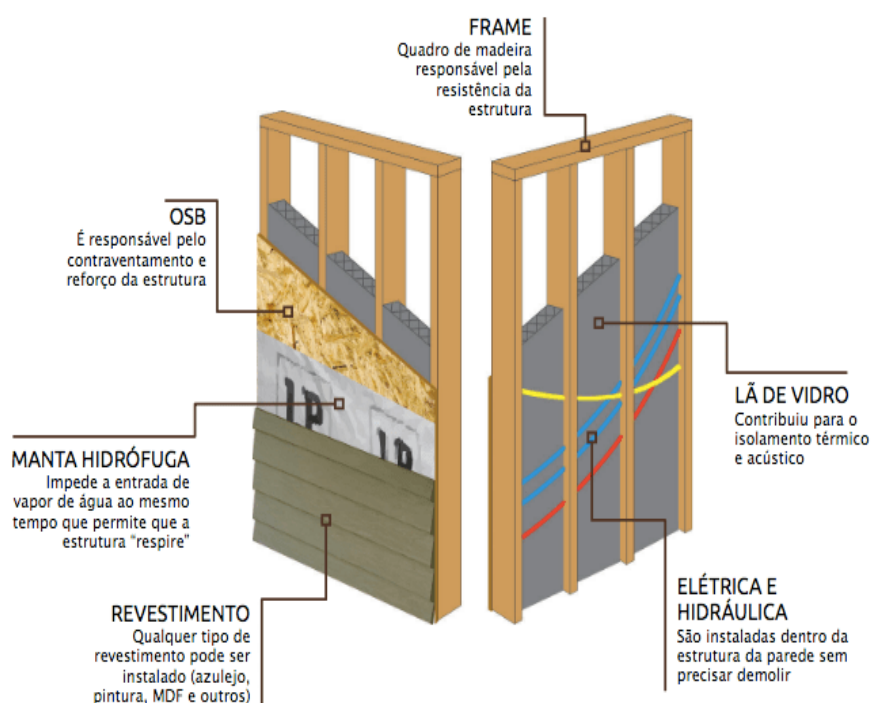
Fonte: [https://incorporacaoimobiliaria.com/2013/09/04/mcmv-de-madeira/\(2022\)](https://incorporacaoimobiliaria.com/2013/09/04/mcmv-de-madeira/(2022))

De acordo com Souza (2013), construções com sistema Wood Frame ou quadro de madeira são predominantes nos Estados Unidos para construir casas e apartamentos. É utilizado também para construção de edifícios comerciais e

industriais, que podem alcançar até cinco andares. Construções em Wood Frame são econômicas e possuem ótimo isolamento térmico que proporciona o máximo conforto. Além disso, este sistema de construção permite estilos de arquitetura dos mais variados e tradicionais à arquitetura futurística.

No Brasil, ainda segundo Souza (2013), o método de casas em perfis leves de madeira foi empregado recentemente, teve início no século XXI, e isto foi possível pois se instalou em Curitiba – PR, uma indústria cujo foco é a produção de materiais e componentes para construção em madeira. Na Figura 3 tem-se a representação da constituição da parede em Wood Frame e os respectivos materiais utilizados neste sistema construtivo.

Figura 3: representação da parede do sistema Wood frame



Fonte: <https://www.querokbana.com.br/nosso-processo-construtivo/>(2022)

Cabe destacar que a matéria-prima principal para a construção em Wood Frame é a madeira, que neste caso é proveniente de áreas plantadas com selos de certificação, sendo a madeira considerada como o único material de construção renovável segundo Zaparte (2014, apud CAMPOS, 2015). Outro fator relevante é que as construções utilizando o método só é possível devido a industrialização da construção civil.

No Quadro 4, observa-se as vantagens e desvantagens do sistema construtivo em um estudo feito por Lopes (2013), no estudo foi analisado diversos argumentos que apontam as partes boas e ruins no uso do Wood Frame, os pontos referidos como problemas relacionam algumas das principais influências que todo tipo de construção pode apresentar.

Quadro 4: Vantagens e desvantagens do sistema Wood Frame

Sistema construtivo Wood Frame		
Problema	Vantagens	Desvantagens
Diferença de custo	Apresentou menores custos por metragem quadrada, comparado ao método convencional.	Mão de obra precisa ser especializada, por ser um meio diferente comparado com o levantamento de alvenaria convencional.
Comprometimento da estrutura	Os métodos de fundação e estrutura, são feitos do jeito convencional, fazendo com que não haja mudanças nas reações delas.	
Desempenho térmico e acústico	Apresenta bom desempenho térmico e acústico.	----
Emissão de CO2	Por ser feita de árvores reflorestadas e manejadas, permite a redução de até 85% da utilização de concreto e aço, sendo esses os maiores geradores de CO2.	-----
Versatilidade e peculiaridade do material	As unidades são pré-moldadas, fazendo com que sejam apenas encaixadas. Por ser um material renovável, sua demanda é de energia solar.	Não poder ter altura de suas edificações acima de 5 pavimentos, pois apresenta comprometimento da estrutura a partir dessa altura.
Instalações Elétricas e Hidráulicas	Podem ser idênticas às que são utilizadas no convencional. No Wood Frame as paredes funcionam como Shafts visíveis, facilitando a execução e manutenção das instalações.	-----

Fonte: LOPES, 2013 (Adaptado pela autora, 2022)

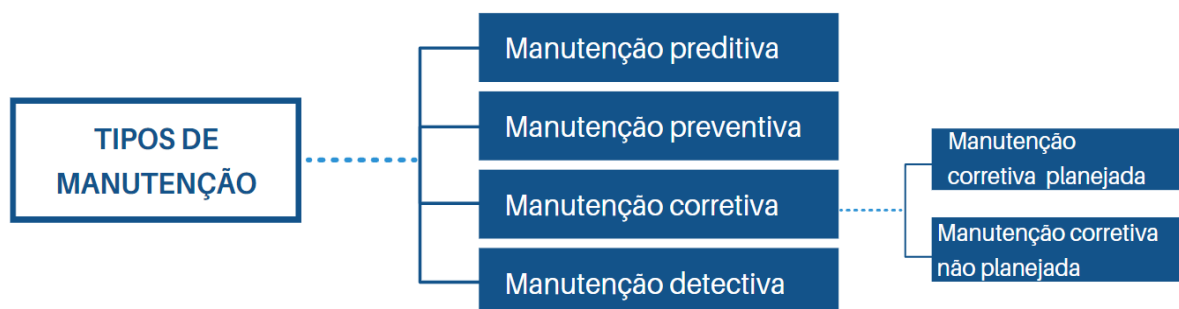
3.3 MANUTENÇÃO PREDIAL

Gomide et al. (2006), afirmam que a manutenção é “um conjunto de atividades e recursos que garante o melhor desempenho da edificação para atender às necessidades dos usuários, com confiabilidade e disponibilidade, ao menor custo possível”. A manutenção possui uma influência decisiva na vida útil de uma edificação, uma construção só conseguirá atender ao período de vida útil estipulado em projeto se for realizada uma série de manutenções na sua fase de uso, de modo a evitar e corrigir qualquer perda de desempenho que comprometa a sua integridade (BOLINA *et al.*, 2019).

3.3.1 Tipos de Manutenção

A manutenção pode ser classificada como manutenção preditiva, manutenção preventiva, manutenção corretiva e manutenção detectiva. De acordo com a intervenção a ser feita no edifício e a intensidade do problema, tem-se um tipo diferente de manutenção a ser executada (Figura 4).

Figura 4: Tipos de Manutenção



Fonte: GOMIDE, PUJADAS E NETO, 2006(Adaptado pela autora, 2022)

A manutenção preditiva é a atuação realizada com base em uma modificação de parâmetro de condição ou desempenho, com acompanhamento contínuo dos sistemas. Ela permite uma análise mais confiável das instalações em funcionamento (BOLINA *et al.*, 2019). O objetivo principal da manutenção preditiva é identificar os sinais de falha iminentes para evitar que outros problemas sejam ocasionados.

Já a manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter o bom funcionamento da edificação. De acordo com Martins (2008), a manutenção preventiva é uma atividade que depende diretamente de informações a respeito da edificação, sendo alimentada por dados dos fabricantes, históricos de manutenção e avaliações das instalações através de rotinas periódicas e de vistorias de inspeção predial.

Gomide et al. (2006) definem Manutenção Corretiva como uma atividade que tem em vista a reparação ou restauração de falhas ou anomalias, seja ela planejada ou não. Provoca, necessariamente, a paralisação total ou parcial de um sistema. É o tipo de manutenção que apresenta custos mais elevados de execução comparados aos demais. A Manutenção Corretiva pode ocorrer em duas situações distintas.

- Manutenção corretiva planejada - é aquela decidida por meio da observação de uma queda do desempenho de algum elemento ou material. Correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo.
- Manutenção corretiva não planejada - Correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a manutenção atuando no momento da falha do equipamento, agindo de forma impulsiva.

A estratégia de manutenção detectiva é uma ação em que se foca na causa básica do problema, nessa atividade, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas.

Ferreira (2009, p.11) cita um exemplo clássico de manutenção detectiva, o circuito que comanda a entrada de um gerador em um hospital: “se houver falta de energia e o circuito tiver uma falha, o gerador não entra. Por isso, este circuito é testado e/ou acionado de tempo em tempo, para verificar sua funcionalidade”. Pode-se afirmar que a manutenção detectiva é uma atividade que analisa as causas de falhas e problemas, com o objetivo de auxiliar os planos de manutenção. Tem uma ação efetiva na formação do problema, para que este não ocorra novamente, antecedendo a própria manutenção preditiva.

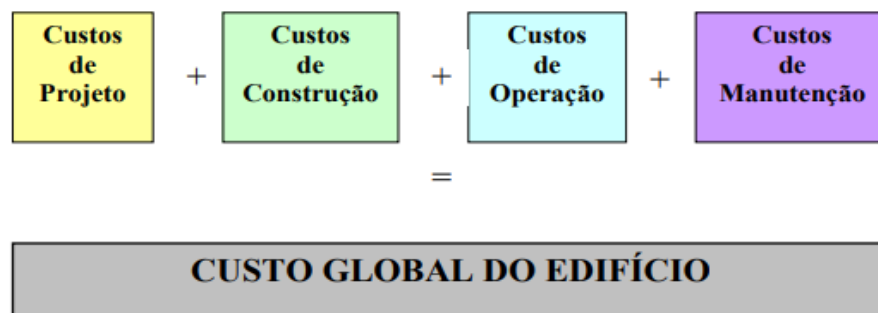
3.3.2 Custo Global da Manutenção em Edifícios

Ter conhecimento dos custos de manutenção é importante uma vez que, a partir disso, é possível implantar um planejamento mais adequado dos gastos,

refletindo na diminuição das despesas financeiras. Além disso, é possível a partir do levantamento dos custos, traçar metas para redução dos próprios custos e planejar os tipos de intervenções.

Sabe-se que os custos de uma edificação incluem não apenas aqueles inerentes ao próprio processo construtivo, mas também os identificados ao longo da etapa de uso. Para Silva (1989, apud NOUR, 2003), devem ser considerados não só os custos iniciais do processo, mas também os custos futuros gerados pela operação e manutenção dos edifícios e suas partes. Ou seja, o custo global do edifício constitui-se na somatória dos custos de projeto mais os custos de construção mais os custos de operação mais os custos de manutenção (Figura 5).

Figura 5: Composição dos custos



Fonte: NOUR, 2003

Ainda segundo Nour (2003), esta somatória não pode ser feita de forma direta, pois envolve custos que ocorrem em datas diferentes. Uma vez que o valor real do dinheiro decresce com o tempo, a somatória só é possível a partir da aplicação de taxas de desconto sobre os valores futuros, fazendo-se então a equivalência entre valores que são incorridos em diferentes momentos. Segundo a IBAPE (2007), a manutenção predial envolve recursos da ordem de 1% a 2% do custo total da edificação, o que é expressivo em termos de PIB se forem considerados todos os ativos prediais brasileiros.

Para Brüggemann (2017), a aquisição de uma edificação pode ser comparada a um investimento em um equipamento, ou seja, desempenham função e sofrem depreciação ao longo do tempo, tem um valor de aquisição, valor para manutenção e estão sujeitos a um prazo de utilização – vida útil.

Tratando-se de custos com manutenção, Nour (2003) apontou alguns fatores que influenciam nos custos de manutenção tais como:

- Diferenças nas taxas de degradação dos diversos componentes e materiais;
- Projeto;
- Controle de qualidade na execução;
- Filosofia” de manutenção.

3.3.3 Custos de Construção de Manutenção entre os Sistemas

Para uma melhor avaliação entre os sistemas Lopes (2013), num estudo feito em uma casa convencional de pequeno porte, apresentando 52,4 m² e levando em consideração os valores atuais do mercado, destacou os custos entre os sistemas construtivos Wood Frame e Alvenaria Convencional como pode ser observado nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5: Orçamento de uma Casa Residencial de feita com Wood Frame

Tipo	Valor
Projeto Completo	R\$ 5.656,11
Mao de Obra	R\$ 9.432,00
Material	R\$ 35.332,00
Total	R\$ 50.420,11

Fonte: LOPES, 2013

Quadro 6: Orçamento de uma Casa Residencial feita com Alvenaria Convencional

Tipo	Valor
Projeto Completo	R\$ 5.656,11
Mao de Obra	R\$ 15.720,00
Material	R\$ 39.068,55
Total	R\$ 60.444,66

Fonte: LOPES, 2013

Comparando os dois orçamentos foi possível observar que o sistema Wood frame ficou 8% ou R\$10.024,55 mais barato, comparado ao de Alvenaria

Convencional, mostrou-se mais viável para uma estrutura familiar a partir do valor total.

Já em 2017 além de comparar os custos de construção dos sistemas a Brüggemann (2017), aborda também a questão dos custos da manutenção. O estudo foi feito com uma residência de porte médio com uma área construída de 106,44 m². Os dados dos orçamentos obtidos no estudo para a construção podem ser observados no resumo da Tabela 1.

Tabela 1: Orçamento resumo dos sistemas em Wood Frame e Alvenaria

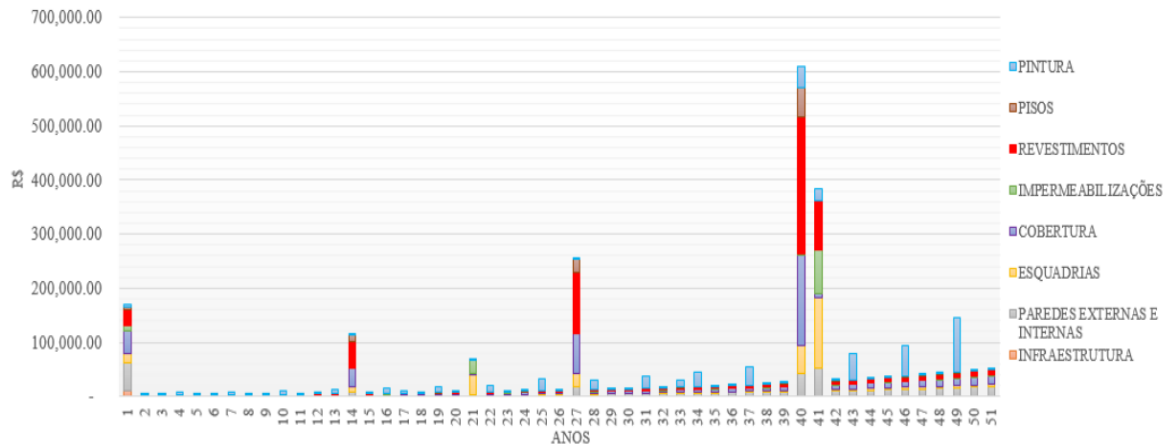
DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL - <i>WOOD</i> <i>FRAME</i> (R\$)	% TOTAL	PREÇO TOTAL - ALVENARIA (R\$)	% TOTAL
Infraestrutura	10,186.82	5.95%	42.105,12	17,14%
Estrutura	8,465.19	4.95%	69.344,53	28,23%
Paredes externas e internas	52,981.97	30.96%	10.058,01	4,09%
Esquadrias	15,415.42	9.01%	15.415,42	6,28%
Cobertura	4,562.45	2.67%	40.588,94	16,52%
Impermeabilizações	10,852.97	6.34%	12.826,61	5,22%
Revestimentos	42,605.93	24.90%	20.977,19	8,54%
Pisos	10,384.66	6.07%	14.953,25	6,09%
Pinturas	29,451.09	17.21%	19.383,27	7,89%
Total da obra	171,137.64	100%	245.652,34	100%

Fonte: BRÜGGEMANN, 2017

Comparando os dois orçamentos foi possível observar também que o sistema Wood Frame ficou 30,33% ou R\$74.514,7 mais barato, comparado com a de Alvenaria Convencional, mostrou-se mais viável para uma estrutura familiar a partir do valor total.

Além do orçamento dos custos da construção a Brüggemann (2017), pontuou os custos com a manutenção. A Figura 6 apresenta um gráfico com a relevância em termos de custo das manutenções de cada componente ao longo da vida útil da edificação de Wood Frame.

Figura 6: Custos de manutenção da edificação em Wood Frame.

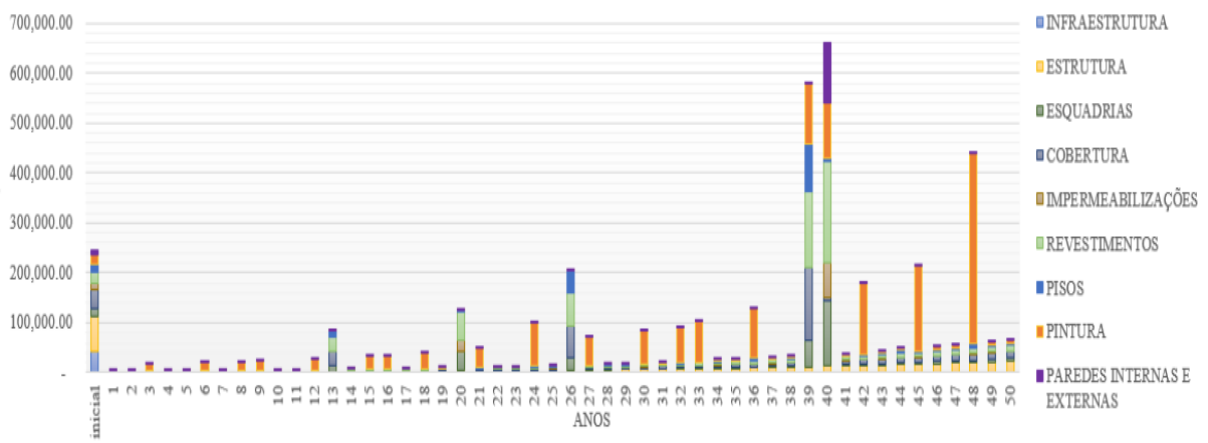


Fonte: BRÜGGEMANN, 2017

No gráfico é possível observar que nos primeiros anos de uso da construção, a manutenção foi só em um componente, a pintura. No estudo também foi verificado que o sistema só apresenta custos de manutenção mais elevados após cerca de 40 anos. Estes custos são majoritariamente em itens de revestimento.

A Figura 7 apresenta um gráfico com a relevância em termos de custo das manutenções de cada componente ao longo da vida útil da edificação de Alvenaria convencional.

Figura 7: Custos de manutenção da edificação em Alvenaria.



Fonte: BRÜGGEMANN, 2017

Como pode ser observado no gráfico acima, desde os primeiros anos de uso mais de um componente do sistema alvenaria convencional necessitou de manutenção.

De acordo com Bruuggemann (2017), na manutenção, as etapas com os montantes mais elevados são as de maior custo e/ou de maior frequência de substituição, sendo que no Wood Frame a manutenção e substituição das placas de revestimento e isolantes têm um custo relativamente elevado e na alvenaria a pintura, por conta da periodicidade de substituição.

3.4 ALVENARIA CONVENCIONAL X WOOD FRAME

De acordo com os dados apresentadas de cada um dos sistemas construtivos, uma análise comparativa de custo-benefício entre eles pode ser realizada, com base em pesquisa bibliográfica, considerando alguns fatores como racionalização e velocidade construtiva, redução de desperdício, desempenho térmico e acústico, sustentabilidade, disponibilidade de material e mão de obra, custos da construção e custos da manutenção. Conforme pode ser observado no quadro 7.

Quadro 7: Comparativo Alvenaria Convencional X Wood Frame

Comparativo	Convencional	Wood frame
Racionalização e velocidade construtiva	Menos favorável	Mais favorável
Redução de desperdício	Menos favorável	Mais favorável
Desempenho termoacústico	Semelhante	Semelhante
Desempenho estrutural	Mais favorável	Menos favorável
Sustentabilidade	Menos favorável	Mais favorável
Disponibilidade de mão de obra e do material	Mais favorável	Menos favorável
Custo da Construção	Menos favorável	Mais favorável
Custo de Manutenção	Menos favorável	Mais favorável

Legenda

Mais favorável	■
Menos favorável	■
Semelhante	■

Fonte: Elaborado pela Autora, 2022

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo, foi possível ver a importância de conhecer esses sistemas construtivos, por exemplo, na hora do planejamento da obra e na orientação aos clientes, sobre os preços, as vantagens e as desvantagens dos sistemas em questão.

Foi possível concluir também que o sistema construtivo Wood Frame possui vários aspectos interessantes que favorecem a sua implantação em larga escala no território brasileiro, pois o mercado tem matéria-prima acessível. Apesar da baixa disponibilidade de mão de obra qualificada, é possível investir no treinamento para mais execução de obras neste método de construção.

Pretende-se futuramente desenvolver estudos mais aprofundados sobre os custos de manutenção nos sistemas construtivos, visto que no cenário prático da construção, observou-se lacunas relacionadas a essa temática, pois é escasso os estudos científicos nessa área.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Manual da Construção Industrializada: Conceitos e etapas**. Distrito Federal: ABDI, 2015.

BOLINA, Fabricio Longhi *et al.* **Patologia de Estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BRÜGGEMANN, Carolina. **Comparativo entre Alvenaria e Wood Frame ao longo da vida útil**. 2017. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

C. C. P. C. F. Vasques e L. M. B. F. Pizzo. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. *Cognitio*, 1: 2014

FERREIRA, L. L. **Implementação da Central de Ativos para melhor desempenho do setor de manutenção: um estudo de caso Votorantim Metais**. 2009. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009

GOMIDE, Tito L. F., PUJADAS, Flávia Z. A., NETO, Jerônimo C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas**

comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco. São Paulo, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB varia -0,1% no 3º trimestre de 2021:** Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/32388-pib-varia-0-1-no-3-trimestre-de-2021>. Acesso em: 15 dez. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil:** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=resultados>. Acesso em: 04 jan. 2022.

LIMA, Aline Alves de *et al.* Comparativo de Custos Unitário Básico Entre os Sistemas de Construção de Wood Frame e Alvenaria Tradicional. **XVII Congresso Usp de Iniciação Científica em Contabilidade**, São Paulo, p. 1-19, 29 jul. 2020. Anual.

LOPES, Eduardo Caetano Alves. **Tecnologia sustentável em obras de pequeno e médio porte - Custos, vantagens e desvantagens no uso de wood frame.** 2013. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013.

MATEUS, Ricardo Filipe Mesquita da Silva. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção.** 2004. 224 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Moinho, Portugal, 2004.

MINEO, André Ricardo Venâncio. **Qualificação da mão de obra do setor da construção civil em Guarapuava -PR.** 2019. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava -PR, 2019.

NOUR, Antônio Abdul. **Manutenção de edifícios:** diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais e residenciais. 2003. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso MBA - Especialista em Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, L. G. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame. Florianópolis, 2013. Instituto de Pós-Graduação IPOG. Disponível em: <https://docplayer.com.br/> 06 Dez. 2021

XIV COBREAP – CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS. IBAPE/BA – **Impactos Econômicos do Estágio Atual da Cultura de Manutenção no Brasil.** Salvador – BA, 2007. Disponível em < www.upav.org/pags/eventos/cobreap/art3.pdf> Acessado em 10 janeiro 2022