



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

MAICON RIBEIRO DA COSTA

ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
ALVENARIA CONVENCIONAL, STEEL FRAME E WOOD FRAME

LAGES-SC

2020

MAICON RIBEIRO DA COSTA

**ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
ALVENARIA CONVENCIONAL, STEEL FRAME E WOOD FRAME**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIFACVEST como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Engenheiro Msc. Prof. Aldori Batista dos Anjos

LAGES-SC

2020

MAICON RIBEIRO DA COSTA

**ESTUDO COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
ALVENARIA CONVENCIONAL, STEEL FRAME E WOOD FRAME**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIFACVEST como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos

Lages, SC ___/___/2020. Nota ____ _____

Prof. Msc. Aldori Anjos, coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

LAGES-SC

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar saúde e paz para seguir essa carreira acadêmica e atingir meus objetivos.

À minha esposa Sabrina que me apoiou nos momentos mais felizes como também nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos meus pais Aldori Ribeiro e Maria Ribeiro pelo amor e incentivo que me deram durante essa caminhada.

E agradeço a todos os professores que passaram seus conhecimentos, como também pelo acompanhamento de minha formação acadêmica.

E por fim aos meus amigos que a UNIFACVEST me proporcionou, tornando os dias de estudo mais agradável e divertido, em especial aos meus amigos, André Amarante, Carla Moraes, Natalia Rocha, Magna Almeida e Bianca Antunes, pois dividimos tantas frustrações como também alegrias, durante todo esse tempo de graduação. Tenho enorme carinho pois sem vocês, certamente este momento não chegaria.

RESUMO

Atualmente o modelo de construção que existe no Brasil tem sido muito discutido pela sua falta de eficiência e alta demanda de recursos naturais, para se construir edificações com grande geração de resíduos. Com tudo a busca pelo desenvolvimento sustentável tem sido uma das grandes procuras pela economia. Neste contexto podemos analisar os sistemas construtivos como o Steel Frame e o Wood Frame que são soluções viáveis que podem reduzir o desperdício e com tudo aumentar a qualidade da construção. Porém no Brasil, estes sistemas ainda ocupam uma posição relativamente baixa em comparação com a alvenaria convencional. O objetivo deste trabalho é comparar ambos os sistemas construtivos de alvenaria convencional, wood-frame e steel-frame desta forma destacando quais são as vantagem e desvantagem que ambos apresentam, como também aspectos do processo construtivo, dos materiais, performance, qualidade, resistência, manutenção para cada um dos métodos construtivos.

Palavras-chave: Steel-frame, Wood-frame, Alvenaria, Comparação.

ABSTRACT

Currently, the construction model that exists in Brazil has been much discussed due to its lack of efficiency and high demand for natural resources, in order to build buildings with great waste generation. However, the search for sustainable development has been one of the great demands for the economy. In this context, we can analyze construction systems such as Steel Frame and Wood Frame, which are viable solutions that can reduce waste and increase the quality of construction. However, in Brazil, these systems still occupy a relatively low position compared to conventional masonry. The objective of this work is to compare both conventional masonry construction systems, wood-frame and steel-frame in this way, highlighting the advantages and disadvantages that both present, as well as aspects of the construction process, materials, performance, quality, resistance, maintenance for each of the construction methods.

Keywords: Steel-frame, Wood-frame, Masonry, Comparison, Quality.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Radier	16
Figura 2: Alvenaria de Fundação.....	17
Figura 3: Viga de concreto simples e armado.	18
Figura 4: Armação de Telhado de Madeira.	19
Figura 5: Direção dos Furos	24
Figura 6: Primeira residência em Steel-Frame.	29
Figura 7: Primeira residência em Steel-Frame	31
Figura 8: Subestruturas de Steel Frame	32
Figura 9: Representação de um painel.....	34
Figura 10: Fechamento	35
Figura 11: Cobertura em Steel Frame.....	36
Figura 12: Placa Cimentícia.	38
Figura 13: Placa OSB.	39
Figura 14: Evitando contato com a fundação.	40
Figura 15: Tipos de Placas de Gesso Acartonado.	41
Figura 16: Siding Vinílico.	42
Figura 17: Tipos de parafusos.	44
Figura 18: Tipos de cabeças de parafusos.	45
Figura 19: Esquema construtivo em Wood Frame.	51
Figura 20: Painel de parede.	52
Figura 21: Figura 21: Fechamento em Wood Frame.....	52
Figura 22: Membrana hidrófuga.....	53
Figura 23: Esquemáticação Telhado Shingle	54
Figura 24: Aplicação de siding vinílico.....	56
Figura 25: Pregos tipo Ardox.....	57
Figura 26: Instalação hidrossanitária.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de cimento fabricados no Brasil.	21
Tabela 2 : Vida útil dos materiais do projeto.	26
Tabela 3: Principais perfis para a construção em Steel Frame.	33

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa.....	11
1.2 Problematização.....	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivo Especifico	13
1.4 Metodologia Utilizada.....	13
1.5 Estrutura do Trabalho	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1 Alvenaria Convencional – Contextualização.....	15
2.2 Processo Construtivo	15
2.2.1 Fundação	15
2.2.2 Alvenaria	16
2.2.3 Estrutura de concreto armado.....	17
2.2.4 Telhado.....	19
2.3 Materiais Utilizados	20
2.3.1 Concreto armado	20
2.3.2 Cimento	20
2.2.3 Agregados.....	22
2.3.4 Água	22
2.3.5 Aditivos	22
2.3.6 Aço	23
2.3.7 Bloco cerâmico.....	24
2.4 Equipamentos Utilizados.....	25
2.5 Qualidade e Desempenho da Alvenaria Convencional.....	25

2.6 Manutenção e Durabilidade da Alvenaria Convencional	26
2.7 Aspectos Ambientais.....	27
2.8 Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Convencional.....	27
3 STEEL FRAME – CONTEXTUALIZAÇÃO	29
3.1 Processo Construtivo	30
3.1.1 Fundação	30
3.1.2 Estrutura	31
3.1.3 Perfil.....	32
3.1.4 Painéis	33
3.1.5 Fechamento	34
3.1.6 Impermeabilização	35
3.1.7 Telhado.....	36
3.2 Materiais Utilizados.....	36
3.2.1 Tipos de placas de fechamento.....	37
3.2.1.1 Placas Cimentícias.....	37
3.2.1.2 Placa OSB (Oriented Strand Board).....	39
3.2.1.3 Placa De Gesso Acartonado	40
3.2.2 Revestimento.....	42
3.2.3 Isolamento Termoacústico	43
3.2.4 Ligações	43
3.2.5 Tipos de Parafusos	43
3.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias	45
3.4 Equipamentos Utilizados.....	45
3.5 Aspectos Da Qualidade E Desempenho	45
3.6 Aspectos De Manutenção e Durabilidade	46
3.7 Aspectos Ambientais.....	47
3.8 Vantagens E Desvantagens Do Steel Frame	47

4 WOOD FRAME – CONTEXTUALIZAÇÃO	49
4.1 Processo Construtivo	50
4.1.1 Fundação	50
4.1.2 Estrutura	50
4.1.3 Painéis De Parede.....	51
4.1.4 Fechamento	52
4.1.5 Impermeabilização	53
4.1.6 Telhado.....	54
4.2 Materiais Utilizados no Sistema Wood Frame.....	55
4.2.1 Madeira.....	55
4.2.2 Revestimento.....	55
4.2.3 Isolamento Termoacústico	56
4.2.4 Ligações	57
4.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias	57
4.4 Aspectos De Qualidade E Desempenho	58
4.5 Aspectos de Manutenção e Durabilidade.....	59
4.6 Aspectos Ambientais.....	59
4.7 Vantagens E Desvantagens Do Wood Frame	60
5 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	61
5.1 Aspecto Estrutural.....	61
5.2 Resistência ao fogo	61
5.3 Manutenção	62
5.4 Desempenho Térmico	62
5.5 Desempenho Acústico	63
5.6 Durabilidade.....	63
5.7 Sustentabilidade	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a maioria das residências são construídas, em alvenaria convencional, o típico, tijolo, cimento e areia. Entretanto, ao redor do mundo existem novas tecnologias relacionadas a forma de se construir, desta forma criando construções cada vez mais sustentáveis e principalmente diminuindo o tempo de construção.

Desta forma adotando uma tendência mundial que procura alternativas que tornam mínimo o impacto ambiental que o ser humano está causando em nosso planeta, a Engenharia Civil assume um papel importante neste processo. Não somente criando habitações cada vez mais sustentáveis, porém, também cada vez mais rápidas em suas construções.

Com a globalização, e as pessoas cada vez mais apressadas e imediatistas, desta forma almejando as coisas o mais rápido possível. E com isso não seria diferente na parte da construção civil, desta forma os engenheiros civis estão à procura de métodos construtivos mais rápidos e eficiente que não prejudique o meio ambiente. Desta forma desenvolveu-se o Steel Frame e o Wood Frame, que em comparação com a alvenaria convencional, tem um tempo de construção bem menor.

Segundo Pereira (2019), Wood Frame é um sistema construtivo com montantes e travessas em madeiras revestidos por chapas igualmente feitas de madeira. Já o Steel Frame é um sistema construtivo industrializado e altamente racionalizado, formado por estruturas de perfis de aço galvanizado.

A alvenaria convencional pode ser vista em diversas obras com alta repetibilidade, como, por exemplo, em residências unifamiliares. Sendo formada pelo conjunto coeso e rígido de tijolos ou blocos, unidos entre si, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se sobrepõem uma sobre as outras, Marinoski (2011).

Os sistemas construtivos como Steel Frame e Wood Frame trazem grande praticidade e rapidez na conclusão da obra, maior qualidade de material, substituição de mão de obra manual por mecanizada, canteiros de obras mais limpos e organizados.

1.1 Justificativa

Atualmente o Brasil vive um período crítico em relação a habitação popular, tendo o principal empecilho a alta demanda e baixa produtividade nas construções. Segundo o Instituto

de Pesquisa Econômica Aplicada IPEA, o déficit habitacional brasileiro é de 7,9 milhões de moradias em todo o país, correspondendo a 14,9% do total de domicílios.

Desta forma o governo tratou de criar o Minha Casa Minha Vida, com a tentativa de minimizar o déficit habitacional, porém, o programa do Governo Brasileiro teve altos investimentos contudo a produtividade não atingiu níveis satisfatórios para atender a demanda da população.

Neste sentido a construção civil, trouxe novas tecnologias para aumentar a produtividade no canteiro de obras e diminuir o tempo de construções das edificações. Dentro deste contexto, o trabalho apresenta opções construtivas, cada uma delas com suas vantagens e desvantagens, a alvenaria convencional, *steel-frame e wood-frame*.

São apresentados os aspectos do processo construtivo, dos materiais, desempenho, qualidade, resistência e manutenção para cada um dos métodos construtivos. Desta forma fazendo uma comparação quanto a performance e qualidade de cada um destes sistemas construtivos, utilizando o embasamento bibliográfico.

A escolha do tema, é devido à falta de conhecimento em relação a outros métodos construtivos, dessa maneira colocando à disposição o conhecimento de novas formas de construir.

1.2 Problematização

O trabalho acadêmico em questão tem como finalidade responder a seguinte questão: Quais são as vantagens dos sistemas construtivos em Steel Frame e Wood Frame em relação a Alvenaria Convencional?

A importância do tema pode ser compreendida pelo fato que atualmente a população somente observa como método construtivo de qualidade a alvenaria convencional, porém com o passar do tempo foi sendo criado novos métodos construtivos como os já citados o Steel Frame e Wood Frame que em países como os Estados Unidos e Canada já são métodos extremamente utilizados e sustentáveis.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O atual trabalho tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre três sistemas construtivos, alvenaria convencional, *steel-frame* e *wood-frame*.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Apresentar de forma objetiva, o histórico de cada sistema construtivo;
- Apresentar as características dos três sistemas construtivos *wood-frame*, *steel-frame* e alvenaria convencional;
- Delinear a vantagens e desvantagens de cada tipo de sistema construtivo;
- Apresentar os processos construtivos a cada sistema analisado.

1.4 Metodologia Utilizada

Este trabalho foi realizado através de revisões bibliográficas mediante a pesquisas de monografias de cursos de especialização, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrados e teses de doutorado, como também, artigos acadêmicos relevantes ao tema, além de consultar as norma e manuais relevantes ao assunto em questão.

1.5 Estrutura do Trabalho

Capítulo 1 – Introdução: Refere-se a importância do tema, considerando assim a introdução, objetivos, justificativa e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Sistema construtivo em Alvenaria Convencional: Obtendo um levantamento bibliográfico sobre a alvenaria convencional. Apresentando os aspectos do processo de construção, dos equipamentos utilizados e manutenção. Como também os aspectos dos materiais utilizados, qualidade, desempenho, aspectos ambientais e do ciclo de vida da construção.

Capítulo 3 – Sistema construtivo em *Steel Frame*: Obtendo um levantamento bibliográfico sobre o *Steel Frame*. Apresentando os aspectos do processo de construção, dos equipamentos utilizados e da mão de obra e manutenção. Como também os aspectos dos materiais utilizados, qualidade, desempenho, aspectos ambientais e do ciclo de vida da construção.

Capítulo 4 – Sistema construtivo em *Wood Frame*: Obtendo um levantamento bibliográfico sobre o *Wood Frame*. Apresentando os aspectos do processo de construção, dos equipamentos utilizados e da mão de obra e manutenção. Como também os aspectos dos materiais utilizados, qualidade, desempenho, aspectos ambientais e do ciclo de vida da construção.

Capítulo 5 – Análise comparativa: Após a obtenção dos atributos informados nos capítulos anteriores, sobre qualidade, desempenho e manutenção. Demonstra as vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo.

Capítulo 6 – Conclusão: Considerações finais obtida com o desenvolvimento do presente trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Alvenaria Convencional – Contextualização

A alvenaria convencional pode-se dizer que é a técnica construtiva mais antiga utilizada pelo homem, que empregou esse tipo de sistema para a construção de monumentos e templos religiosos.

Segundo Cavalheiro (2010), a primeira alvenaria feita pelo homem, era de pedra ou tijolo cerâmico seco ao sol, proporcionava grandes espessuras, no caso de obras mais grandiosas, não tendo o conhecimento referente a resistência que o material empregava.

“Os primeiros avanços na técnica construtiva são marcados, já no período Imperial Brasileiro, pelo uso do tijolo de barro cozido, a partir de 1850, proporcionou construções com maiores vãos e mais resistentes à ação das águas”, (PAULUZZI, p 1. 2019).

Segundo Azevedo (1997), atualmente a alvenaria convencional é realizada com as chamadas estruturas de fundação, utilizando desta forma vigas e pilares, que utilizam o concreto armado que são calçados e tem seus moldes feitos de madeira sendo utilizado para a vedação, os blocos de cerâmica que são assentados com a utilização da argamassa.

Hoje em dia a alvenaria convencional utiliza os blocos cerâmicos para sua construção, “porém, os mesmos tem uma lenta forma de serem produzidos, e com mão de obra em maior quantidade. De tal forma, sendo pouco vantajoso, e com grande desperdício de material”. (RAMALHO, 2003, apud CASSAR, p.18 2018).

2.2 Processo Construtivo

Na alvenaria convencional utilizam-se diversos tipos de componentes e diferentes processos. Obtém-se o concreto, utilizando um composto homogêneo formado por água, agregado graúdo, agregado miúdo e ar. De tal forma a edificação em alvenaria convencional se divide em algumas etapas de extrema importância como descrito a seguir.

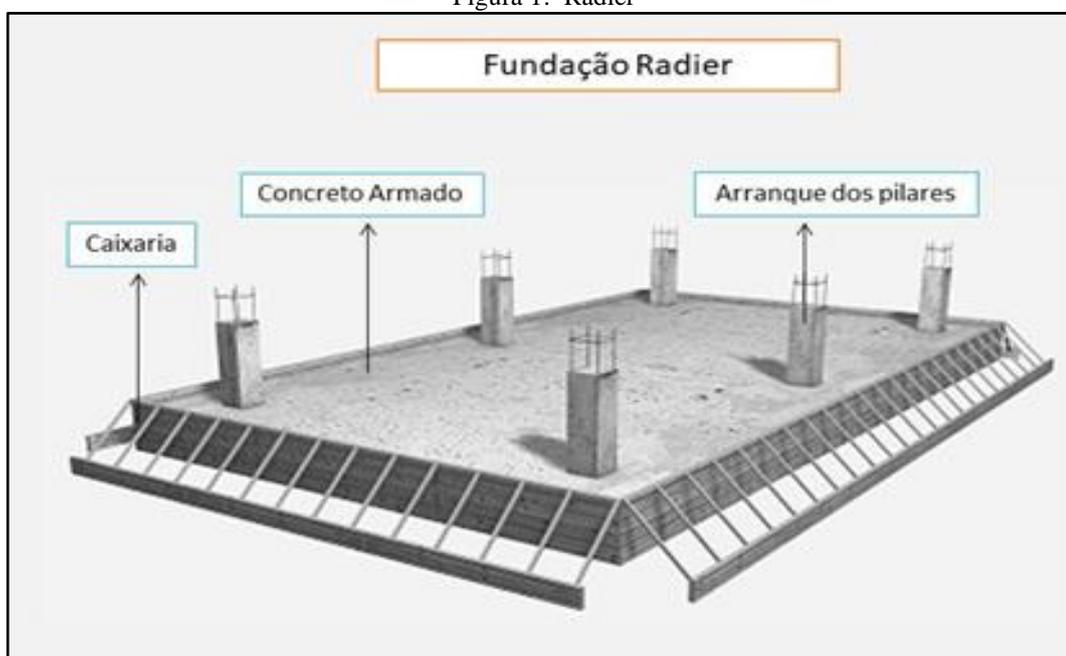
2.2.1 Fundação

Segundo TIZOTT (2013), a fundação tem extrema importância, pois através dela se transmite as cargas que são provenientes da estrutura, que irá ser transmitida diretamente para o solo. De tal forma que na mesma, não deve ocorrer recalques diferenciais no solo, pois pode de tal maneira provocar efeitos inadequados na superestrutura.

A escolha do tipo mais adequado de fundação para uma estrutura depende da profundidade em que se encontra a camada portante, das dimensões da sapata que seja compatível com o carregamento no solo, da capacidade de carga e homogeneidade do solo e ainda do tipo de superestrutura em análise (BELL, 1985).

Para as habitações populares como residências unifamiliares, o tipo mais apropriado de fundação são fundações diretas, como radier ou baldrame. Os radies são utilizados quando todos os pilares e paredes de uma edificação aplicam determinadas cargas ao solo através de uma única estrutura. Segundo a (NBR 6122, 2010), Radier (figura 1) Elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos.

Figura 1: Radier



Fonte: Schneider (2018 p. 2).

2.2.2 Alvenaria

Segundo Marinoski (2011), a alvenaria é um sistema construtivo que é formado pelo conjunto coerente e rígido de tijolos ou blocos, que são unidos com a utilização de argamassa de ligação, em fileiras horizontais que são sobrepostas umas sobre as outras.

A alvenaria pode ser estrutural ou de vedação, sendo ela de vedação tem esta denominação, pelo motivo de não suportar cargas, além do seu peso próprio. Desta forma a mesma pode receber cortes sem que exista avarias a estrutura, de tal maneira que as vigas, pilares e lajes, já foram de tal forma dimensionada para resistir aos esforços solicitantes da edificação.

Conforme citado por Klein e Maronezi (2013), atualmente em construções com menores dimensões, tem seu assentamento direto, e as paredes são alicerçadas nas fundações, podendo ser em cima de uma fundação tipo baldrame ou de um radier.

Deste modo, a alvenaria de vedação (figura 2), tem seu principal objetivo de fazer a divisão, como também a proteção e a separação entre os ambientes da edificação. Desta maneira a alvenaria não é apenas para vedação interna como também desempenha a vedação externa.

Figura 2: Alvenaria de Fundação



Fonte: Thomaz (2009) – Adaptado

Segundo Thomaz (2009), este tipo de vedação no sentido horizontal protege de tal maneira a edificação dos agentes externos como chuvas e ventos sendo esse tipo de fechamento muito empregado nas edificações.

2.2.3 Estrutura de concreto armado

Segundo Bastos (2006), basicamente é necessário fazer a construção, logo em seguida, a estrutura de concreto armado, mas especificamente o seu esqueleto para logo depois iniciar a realização da alvenaria.

O concreto simples é um composto de água, agregados e cimento. Quando misturados em uma dosagem específica, formam uma pasta. Tal composto pastoso é moldável e maleável, tomando a forma da estrutura que o receber. Através da ocorrência de reações químicas e da evaporação da água ao longo do tempo, passa por um processo de endurecimento até se tornar uma estrutura monolítica (Cassar, 2018 p 19).

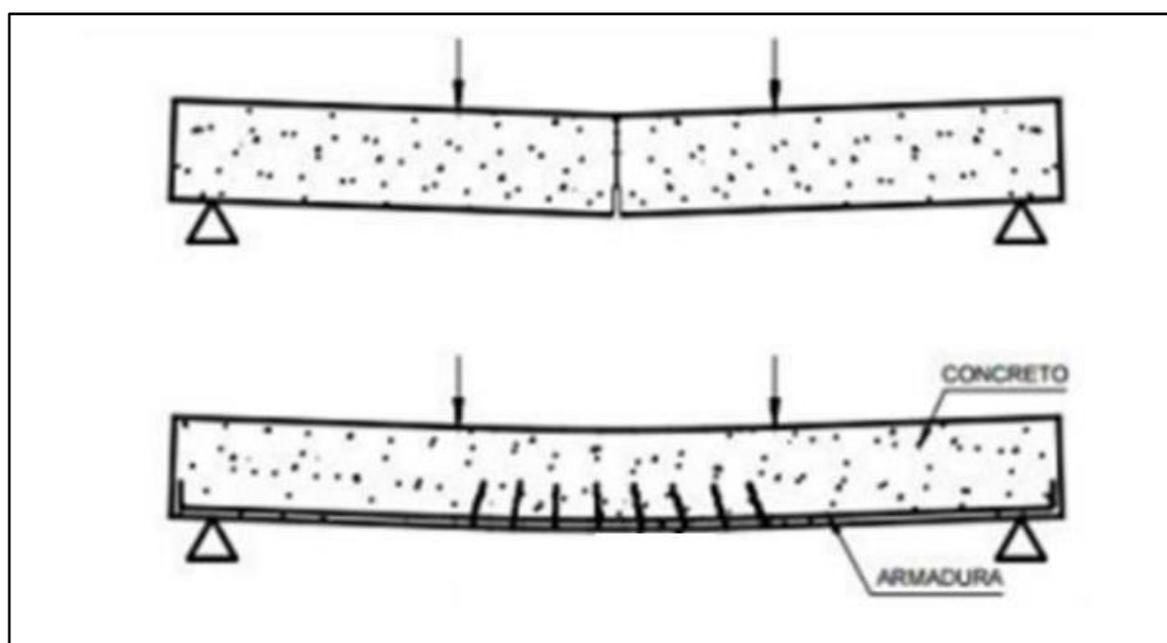
O concreto armado pode ser comparado com uma rocha, pois o mesmo possui alta resistência a compressão e baixa resistência a tração. Porém, com a adição de barras de ferro na

composição de concreto simples, a estrutura já passa a resistir tanto a tração quanto a compressão. O trabalho em conjunto da armadura de aço com o concreto simples garante a estabilidade a estrutura (Bastos, 2006).

Ainda segundo Bastos (2006), a interação do aço com o concreto traz maiores vantagens para a estrutura de concreto armado, além de ter maior resistência. Utilizando o concreto para envolver o aço, cria-se um tipo de película que impede a corrosão do metal, aumentando desta forma significativamente a durabilidade do conjunto. Porém, esta proteção somente é alcançada, caso seja respeitado a NBR 6118, que respeita os cobrimentos e os cálculos obtidos da estrutura.

Conforme a figura 3 que elucida uma comparação entre o trabalho de uma viga simples, sendo moldada utilizando apenas o concreto simples e outra viga sendo moldada com o concreto armado.

Figura 3: Viga de concreto simples e armado.



Fonte: Bastos (2006) – Adaptado

Podemos verificar que no ponto onde se encontram esforços de tração, que é procedente do momento fletor, que se encontra no centro da viga, que gerado pelas cargas aplicadas verticalmente, a viga de tal maneira apresenta uma rachadura, tendo sua resistência ao máximo levando a viga ao colapso pela falta de resistência a tração (CASSAR, 2018).

Já a viga que apresenta concreto armado, utilizando as barras de ferro, que irão absolver os esforços de tração da estrutura, desta forma evitando o rompimento da viga.

Há diversas formas e maneira diferentes de métodos para a execução de concreto armado, entretanto, para efeito deste trabalho, não será descrito nenhum método específico de execução, já que será utilizado estudos comparativos realizados por outros autores.

2.2.4 Telhado

O telhado tem como objetivo principal proteger a edificação contra as intemperes, tais como as chuvas, ventos ou raios solares como também impedir a entrada de poeiras no seu interior.

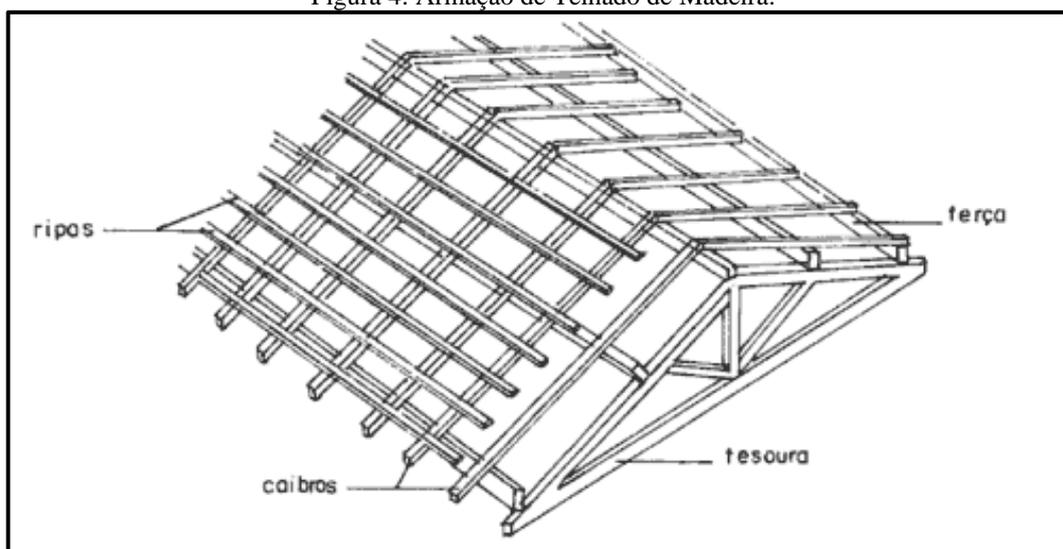
Segundo Moliterno (2010), o nome telhado tem-se pelo uso de telhas, mas nem todo o sistema de proteção superior de uma edificação, constitui-se num telhado como, por exemplo, lajes com espelho d'água, terraços e jardins suspensos.

Ainda segundo Moliterno (2010), o telhado pode ser dividido em duas partes principais:

Cobertura: Podendo empregar vários tipos e materiais, desde que sejam impermeáveis e resistentes a ação dos ventos e intemperes. Podendo utilizar para a cobertura da edificação telhas cerâmicas, de concreto, ou de chapas onduladas de fibrocimento e aço galvanizado.

Armação: é conjunto de elementos estruturais para a sustentação da cobertura, seus elementos são: ripas, caibros, terças e tesouras.

Figura 4: Armação de Telhado de Madeira.



Fonte: Cassar (2018) – Adaptado

Utilizando telhas cerâmicas ou de concreto, o caimento deve ser no mínimo de 35% da inclinação, e a utilização por metro quadrado é de 15 a 16 telhas. Já para telhados que irão utilizar a telhas de fibrocimento, deve ser no mínimo de 22% da inclinação (LOGSDON, 2002).

2.3 Materiais Utilizados

O método construtivo em alvenaria convencional é um processo que utiliza grandes quantidades de insumos. É de extrema importância vistoriar os materiais no momento da entrega, e fazer o armazenamento em locais apropriados.

Neste tópico serão descritos alguns dos vários materiais que são utilizados para a construção de alvenaria convencional.

2.3.1 Concreto armado

Os componentes do concreto armado são: aço, água, agregado graúdo, agregado miúdo, cimento e o ar. Contudo, também pode ser utilizados outros compostos, como pozolonas ou sílica ativa, assim como também aditivos químicos de vários tipos, que tem a finalidade de melhorar seu desempenho (BASTOS, 2006).

2.3.2 Cimento

Segundo Bastos (2006), o cimento Portland, que atualmente é o mais utilizado em construções de alvenaria, foi descoberto na Inglaterra no ano de 1824, porém sua industrialização foi realizada apenas em 1850. O cimento Portland, é um tipo de pó fino com atributos, que endurecem sob a ação da água, porém após sua mistura ser realizada o cimento Portland não se decompõe mais.

Desta forma o cimento é o principal elemento para o concreto, sendo responsável pela alteração da mistura de materiais que compõem o produto final.

Existem diversos tipos de cimentos fabricados no Brasil, o que diferencia um do outro é a sua composição, o cimento Portland comum, composto, alto forno, e o de alta resistência inicial entre outros. Podemos verificar os mais diversos tipos de cimento Portland conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de cimento fabricados no Brasil.

Nome técnico		Identificação do tipo e classe
Cimento portland comum	Cimento portland comum	CP I-25 CP I-32 CP I-40
	Cimento portland comum com adição	CP I-S-25 CP I-S-32 CP I-S-40
Cimento portland composto	Cimento portland composto com escória	CP II-E-25 CP II-E-32 CP II-E-40
	Cimento portland composto com pozolana	CP II-Z-25 CP II-Z-32 CP II-Z-40
	Cimento portland composto com filer	CP II-F-25 CP II-F-32 CP II-F-40
Cimento portland de alto-forno		CP III-25 CP III-32 CP III-40
Cimento portland pozolânico		CP IV-25 CP IV-32
Cimento portland de alta resistência inicial		CP V-ARI
Cimento portland resistente a sulfatos		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS, CP II-F-32RS, CP III-40RS, etc.
Cimento portland de baixo calor de hidratação		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC, CP II-F-32BC, CP III-40BC, etc.
Cimento portland branco	Cimento portland branco estrutural	CPB-25 CPB-32 CPB-40
	Cimento portland branco não estrutural	CPB
Cimento para poços petrolíferos		CPP - classe G

Fonte: Bastos (2016 p 25).

Segundo Cassar (2018), é de extrema importância que, de acordo com a NBR 6118, deve ser armazenado de forma correta o cimento, tendo em mente que as suas características reagem com a água.

- a) Não misturar lotes recebidos em épocas diferentes;
- b) Consumir na ordem cronológica do recebimento;
- c) Pilhas no máximo com 10 sacos, podendo atingir 15 sacos se o tempo de armazenagem for no máximo de 15 dias;
- d) Local protegido da ação de intempéries, da umidade e de outros agentes nocivos (CASSAR, p32 2018).

Estes conselhos são devido ao prazo de validade para a utilização do cimento. Como também sempre utilizar primeiro as remeças antigas, desta forma evitando passar o tempo para

o consumo do mesmo. Da mesma maneira evitar misturar os lotes diferentes de cimento (BASTOS, 2016).

2.2.3 Agregados

Segundo Bastos (2006), os agregados são de extrema importância, pois os mesmos tem a função de preencher as lacunas entre os aglomerados de cimento, desta maneira permitindo o endurecimento da massa sem grandes quantidades de cimento.

Utilizando agregados na massa dá ao concreto outras propriedades como, por exemplo, a redução da pasta do cimento, maior facilidade para se trabalhar com a massa e o aumento da resistência o fogo (CASSAR, 2018).

“[...] Na classificação quanto às dimensões os agregados são chamados de miúdo, como as areias, e graúdo, como as pedras ou britas. O agregado miúdo tem diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm, e o agregado graúdo tem diâmetro máximo superior a 4,8 mm” (BASTOS, 2006, p5).

Desta maneira além de serem de extrema importância para ao desenvolvimento do concreto, sendo uma matéria de baixo custo comparado com o cimento. Além disso, os agregados compõem grande parte do concreto.

2.3.4 Água

A água é de extrema necessidade para se ter as reações químicas do cimento, a reação de hidratação, que irá assegurar as propriedades de resistência e durabilidade do concreto, como também a lubrificação das demais partículas para proporcionar o manejo do concreto (BASTOS, 2006).

Segundo Cassar (2018), a proporção entre a quantidade de cimento e água utilizada no concreto é definido pelo fator, água/cimento. Este fator influencia diretamente a resistência final do concreto.

2.3.5 Aditivos

Os aditivos podem ser considerados produtos que alteram as propriedades do concreto, podendo ser definido como uma substância, que adicionada de forma controlada, pode alterar as características do concreto, tanto no momento de concretagem, e até mesmo após sua secagem.

Bastos (2006), informa algumas orientações para a utilização dos aditivos no concreto:

- a) “Os aditivos devem ser evitados de serem utilizados, ou seja, procura-se obter um concreto com as propriedades desejadas sem o recurso do aditivo;
- b) Quando o aditivo for necessário, deverão ser empregados ensaios, para que não haja nenhuma incompatibilidade com os aglomerantes. Após, deve-se fazer um rigoroso controle na dosagem do aditivo.
- c) Os aditivos não devem ser utilizados para corrigir defeitos próprios do concreto, como má dosagem, má execução na obra ou seleção incorreta dos seus componentes;
- d) Os aditivos devem ser conservados de modo adequado, para que não haja alterações de suas propriedades. Os aditivos em pó devem ser mantidos em lugares secos, a fim de ser evitado a formação de “torrões” por conta da umidade. Os aditivos líquidos, devem ser protegidos do calor e agitados antes do uso, para evitar que as eventuais sedimentações ocorridas tirem sua uniformidade;
- e) Deve-se atentar para que se tenha uma mistura uniforme do aditivo em toda massa de concreto, para que seja garantido a homogeneidade;
- f) O emprego de vários aditivos em um único traço de concreto pode ocasionar o aparecimento de efeitos patológicos, devido a uma possível incompatibilidade da mistura.” (BASTOS, 2006)

2.3.6 Aço

O aço é uma liga metálica que é constituída principalmente por ferro e carbono. Além desses dois tipos de elementos, dependendo do aço que se obter, são encontrados outros tipos de elementos como: manganês, sílico, fósforo entre outros (CBCA,2010).

“[...], os aços são classificados segundo sua tensão de escoamento. Sua nomenclatura é dada pelas letras CA, seguidas pelo valor da sua tensão de escoamento. Dessa maneira, para um aço com especificação CA-25, obtém-se uma tenção de escoamento de 25 kgf/mm², ou 250 MPa (CASSAR, p30 2018).

Segundo Cassar (2018), nacionalmente os aços fabricados para utilização em concreto armado podem ser divididos em dois principais grupos:

- a) Aços laminados a quente de dureza natural: Antigamente denominados aços tipo A, são os mais utilizados no concreto armado, como o CA-25 e CA-50. Os aços CA-50 apresentam saliências (mossas) que melhoram a aderência. Como eles são laminados a quente, não perdem suas propriedades de resistência quando aquecidos e resfriados. Com isso, podem ser soldados com eletrodos consumíveis comerciais, e não são tão suscetíveis a ação de chamas moderadas.
- b) Aços encruados a frio: são obtidos por tratamentos a frio dos aços comuns, como o CA-60, antigamente denominados aços tipo. (CASSAR, p37, 2018).

Contudo, o seu armazenamento deve ser feito em local protegido de intemperes, como também deve ser afastado do solo, para não ficar em contato direto com a umidade, seu armazenamento também deve ser feito em feixes separados para cada bitola (THOMAZ, 2009).

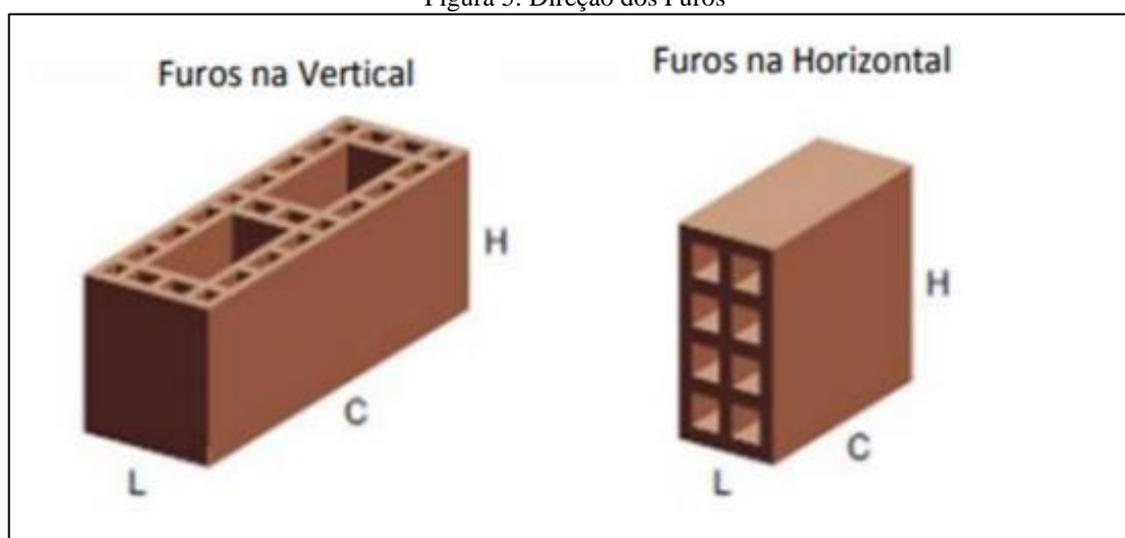
2.3.7 Bloco cerâmico

Segundo Thomaz (2009), no que diz respeito aos blocos cerâmicos utilizado para a construção em alvenaria de vedação, podem ter tamanhos variados, como também a quantidade de furos, podendo ter de 4 a 10 furos, e espessuras que variam de 8 até 20 cm.

Estas categorias de tijolos, possuem densidade média de 1300 kg/m^3 , sendo assentado com mão de obra convencional. Desta maneira também possui volumetria baixa podendo expelir água e tendo fácil manuseio, porém tem como inconveniente a quebra de material desta forma gerando um desperdício (CASSAR, 2018).

Os tijolos empregados na execução de alvenaria de vedação devem seguir os requisitos ditados pela NBR 15270 (2017), que especifica as características dos blocos cerâmicos. Considerando dois tipos de blocos quanto ao direcionamento de seus furos, conforme mostra a figura 5 (Thomaz 2009).

Figura 5: Direção dos Furos



Fonte: Thomaz (2011) – Adaptado

Ainda de acordo com Thomaz (2009), as dimensões presentes na figura, referentes à altura (H), comprimento (C) e largura (L).

Além de blocos, existem outros tipos de componentes cerâmicos que complementam a alvenaria de vedação como, por exemplo a caneleta em U, que pode ser usada para amarrações

de cintas, vergas e contravergas, a canela em J, os blocos de amarração, os compensadores e outros podem ser especificados em projetos, porém devem atender aos requisitos exigidos, (BASTOS, 2006).

2.4 Equipamentos Utilizados

O principal motivo pelo qual o Brasil opta por utilizar a alvenaria convencional nas construções, são os materiais baratos e mão de obra acessível e o fato que os equipamentos utilizados são simples e de fácil acesso como também tendo um simples manuseio.

Segundo Thomaz (2009), as principais ferramentas para fazer o assentamento de tijolos para alvenaria, são: colher de pedreiro, meia-cana, bisnaga, linha, esticadores de linha, régua de alumínio, prumo de face, escantilhões, broxa, nível de bolha e nível de mangueira, esquadros de braço entre outros.

Já para a execução do concreto armado são utilizados tais ferramentas: “[...], martelo, prego, nível de bolha e nível de mangueira, prumo, trena, linha, furadeira elétrica, peças de madeira, escoras de apoio e travamento, turquesa, tesoura de corte, serra circular, arame para amarração, espaçadores diversos, alicate e escantilhão”, (THOMAZ, p 43, 2009).

2.5 Qualidade e Desempenho da Alvenaria Convencional

Segundo Cassar (2018), as paredes de vedação em alvenaria convencional, devem atender a vários requisitos do uso diário da estrutura, como sua resistência estrutural, estabilidade, ausência de fissuras e resistência as solicitações de cargas.

A alvenaria é composta por blocos, argamassa de assentamento e armaduras de aço, que durante um incêndio deve dificultar a ocorrência de propagação de incêndio, desta forma preservando a estabilidade estrutural da edificação (LEITE, 2018).

Desta maneira as paredes devem ser capazes de manter estanque à água derivado de fontes externas e internas nas áreas molhadas, o que é facilmente alcançado pela alvenaria, que é impermeável.

Já o conforto térmico e acústico é caracterizado pelo conjunto geral da estrutura, vedações, revestimentos e esquadrias. As paredes externas da edificação devem oferecer uma transmitância térmica mínima estabelecida. Já o conforto acústico da construção deve respeitar os limites estabelecidos por norma e medidos por testes no próprio ambiente.

Segundo Cassar (2018), quando bem executada a alvenaria convencional, respeitando e seguindo corretamente o controle de qualidade, não surgindo patologias, e sendo feitas as manutenções necessárias, este método construtivo tem um bom desempenho no sentido geral, o que contribui para sua popularização.

2.6 Manutenção e Durabilidade da Alvenaria Convencional

Segundo Cassar (2018), A alvenaria convencional tem sua durabilidade sendo definida pelo tempo em que a edificação está cumprindo sua função em que foi atribuída, seja pela degradação que interfere em seu desempenho passando a não ser mais satisfatório para o seu usuário. A durabilidade é principalmente influenciada pela manutenção em que foi dada à estrutura como também pelo qual ambiente está exposta.

Neste sentido, o termo deterioração é o oposto de durabilidade, pois a mesma é a capacidade em que o material tende de suportar as condições para quais foi idealizado, sem sofrer danos significativos.

Segundo Roque (2009), A vida útil pode ser determinada, entre o início de operação e o uso da edificação até o momento que seu desempenho pode atender as exigências do proprietário. Na tabela 2 mostra o tempo de vida útil para cada material da estrutura segundo a norma NBR 15575.

Tabela 2 : Vida útil dos materiais do projeto.

Sistema	Vida útil do projeto Mínima em anos
Estrutura	≥ 50 Segundo a ABNT NBR 8681 - 2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575, 2013

As edificações que utilizam este método construtivo de alvenaria, mesmo tendo poucas manutenções, podem facilmente ter a durabilidade superior a cem anos, (CASSAR, 2018).

2.7 Aspectos Ambientais

Segundo Condeixa (2013), podemos considerar que a alvenaria convencional pode ser um processo artesanal, pois a mesma é construída em canteiros de obras, sem padrões a serem seguidos, desta maneira ocorrendo erros e acarretando desperdício de material na obra, desta maneira tendo o desperdício nos rasgos dos tijolos feitos para alocar instalações.

Na fase de demolição de estruturas, existe grande geração de resíduos, de materiais particulados. Desta maneira, o sistema de alvenaria convencional, tem grande destaque no imenso desperdício de matéria-prima, e pela grande produção de resíduos, como a ampla quantidade de madeira vinda das formas de concreto armado, porém os resíduos gerados pela construção, demolição ou reforma da obra podem ser reciclados, desta maneira ainda diminuindo o impacto ambiental gerado, (CASSAR, 2018).

É de imensa importância destacar que este sistema construtivo como citado anteriormente tem grande vida útil, desta maneira sua vedação permite a modificação da habitação, desta forma aumentando de forma significativa sua vida útil.

2.8 Vantagens e Desvantagens da Alvenaria Convencional

Segundo Thomaz (2018), o sistema construtivo em alvenaria convencional tem suas vantagens, como, não necessitar de mão de obra especializada, desta forma tendo maior facilidade para encontrar mão de obra, como também os materiais utilizados são de fácil encontro. Já na estrutura de alvenaria convencional não existe limitação no que diz respeito ao número de pavimentos empregado na edificação, como também possibilitando mudanças futuras nos ambientes.

Este tipo de sistema construtivo proporciona facilidade para projetos maiores pelo fato de sua estrutura ser de concreto armado desta maneira tendo eficiência na absolvição e transferência de cargas. Além de ter alta resistência ao fogo proporcionando maior segurança em um momento de incêndio (CASSAR, 2018).

Mesmo existindo várias vantagens este sistema construtivo possui desvantagens no que diz respeito, ao tempo de execução da obra, que leva mais tempo em relação aos outros sistemas construtivos. Em relação ao conforto termoacústico este sistema construtivo sai perdendo, pelo fato das paredes que compõem a estrutura ser de pequena espessura existindo uma perda em relação ao conforto térmico e acústico (ROQUE, 2009).

Ainda existe o desperdício de materiais, como nas instalações elétricas e hidráulicas, que são executadas após a alvenaria, desta forma sendo necessário fazer um rasgo na parede, e após a instalação fechar com argamassa, desta maneira causando desperdício de material que já tinha sido empregado, e gerando perda de tempo, tendo que fechar algo que já se encontrava fechado. (THOMAZ, 2018).

3 STEEL FRAME – CONTEXTUALIZAÇÃO

O sistema construtivo em Steel Frame é totalmente racional, onde a principal característica é ser uma estrutura feita de perfis formados a frio de aço galvanizado. Mesmo ainda sendo um sistema construtivo pouco conhecido, atualmente vem aparecendo como uma opção de sistema construtivo, tendo ganhado grande espaço na indústria da construção civil, pois oferece maior velocidade de construção (CAMPOS, 2014).

Segundo Cassar (2018), atualmente o sistema construtivo Steel Frame é muito utilizado em países como os Estados Unidos, Inglaterra, Canadá e Espanha. Por muitos séculos os norte-americanos, utilizaram como matéria principal para construções à madeira, porém com o grande aumento dos preços e devido à escassez deste material na natureza, levou aos construtores a buscarem alternativa de produtos para substituir a madeira, um destes materiais foi o aço.

A primeira residência em Steel-Frame foi construída na cidade de Chicago no estado americano de Illinois em meados da década de 30 conforme a figura 6.

Figura 6: Primeira residência em Steel-Frame.



Fonte: Blog do Steel-Frame (2017 p. 1).

Segundo CBCA (2010), a vinda da primeira residência em Steel Frame no Brasil foi apenas em 1998, desta maneira a necessidade de um produto que trouxe vantagens em relação ao sistema tradicional já implantado no Brasil, desta maneira podemos considerar que o Steel Frame pode ser considerado ainda novo em terras tupiniquins.

Segundo Cassar (2018), este tipo de estrutura é composto por inúmeros elementos estruturais, que são projetados para ter resistência as cargas aplicadas na estrutura, desta maneira possibilitando a utilização de peças esbeltas e painéis mais leves.

De acordo com a NBR 15 253 (2005), as chapas de aço têm espessuras que variam de 0,80 a 3,0mm. As seções mais utilizadas em construções de Steel Frame são: “o perfil “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas; o “U”, utilizado como guia na base e no topo dos painéis; o “Cartola” (Cr) empregado em ripas; e, finalmente, as cantoneiras (L)”, (CASSAR, p. 49, 2018).

3.1 Processo Construtivo

3.1.1 Fundação

O tipo de fundação empregada em uma construção depende de inúmeros parâmetros como a topografia do terreno, a resistência do solo e o nível do lençol freático, entre outros diversos fatores que devem ser analisados no momento dá escolha do tipo de fundação a ser empregada na edificação.

Segundo Campos (2014), o Steel Frame possui uma limitação em relação aos números de pavimentos que podem ser empregado na edificação, sendo o mais comum encontrar obras de no máximo cinco andares, desta maneira, na maioria das vezes são aplicadas fundações rasas em concreto armado, como, viga baldrame ou radier.

Desta maneira a estrutura de Steel frame não é ligada diretamente na fundação, como ocorre nas construções de alvenaria convencional, a ancoragem dos painéis estruturais na fundação é de extrema importância por isso é relevante a utilização de parabolts expansíveis conforme a figura 7, (CASSAR, 2018).

Figura 7: Parabolt expansível



Fonte: Cassar (2018 p. 52).

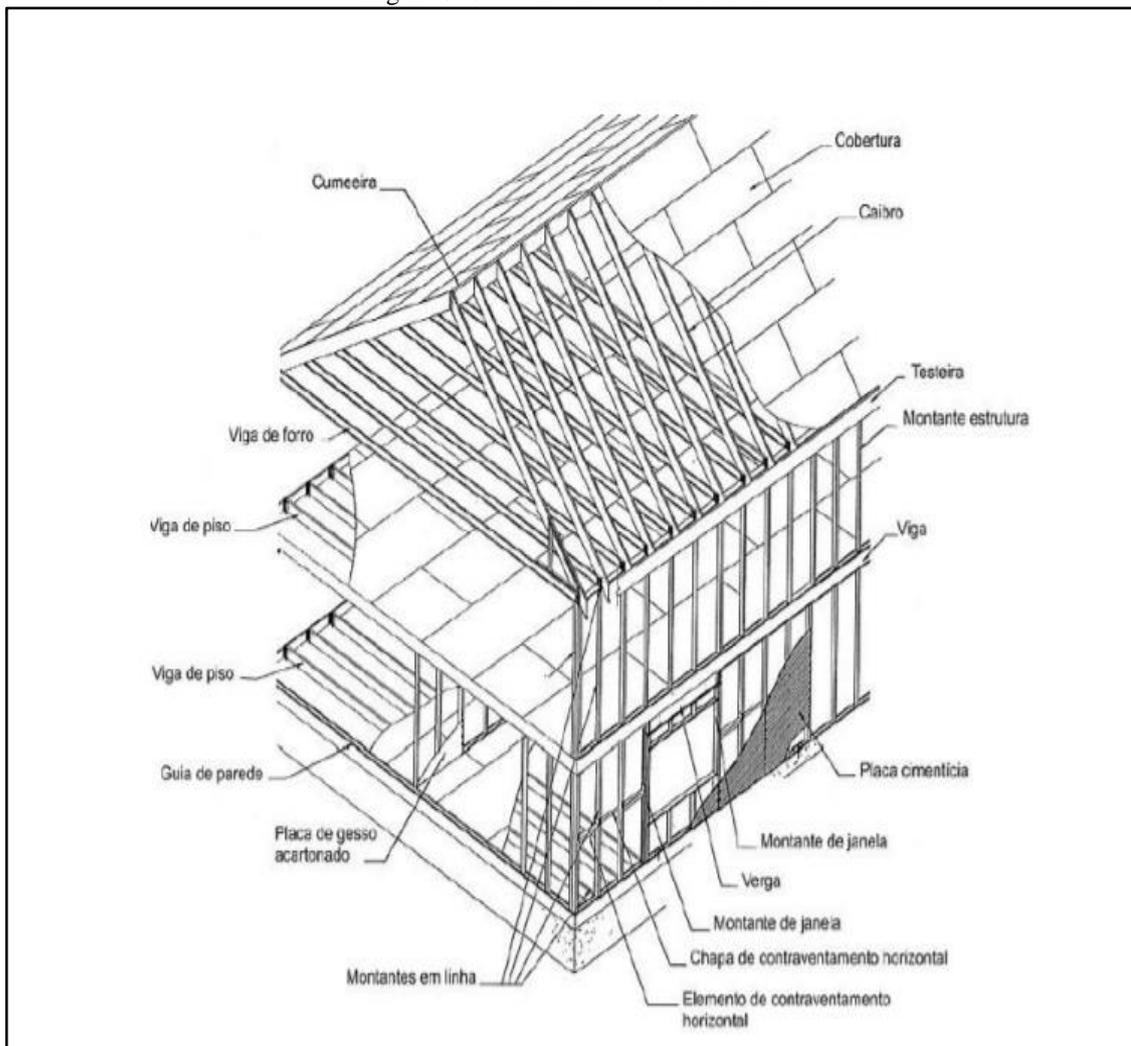
Segundo Campos (2014), o parafuso parabolt é um sistema de fixação expansivo que é capaz de sustentar estruturas em superfícies, desta maneira este tipo de parafuso ainda pode suportar grandes cargas, desta forma sendo muito utilizado neste tipo de obra em Steel frame.

3.1.2 Estrutura

Este tipo de sistema construtivo é uma maneira de racionalizar a forma de construir utilizando perfis de aço dobrado a frio. Os mesmos tem entre 0,8 mm e 3,0 mm, porém o mais comum a ser empregados a este tipo de sistema é com a espessura de 0,95 mm, utilizando revestimento anticorrosivo zincado por imersão a quente, (CAMPOS 2014).

No Steel frame existe necessariamente três tipos de subestruturas: o piso estrutural, as paredes estruturais e o telhado conforme a figura 8.

Figura 8: Subestruturas de Steel Frame



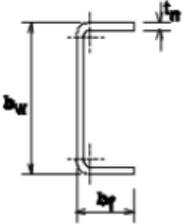
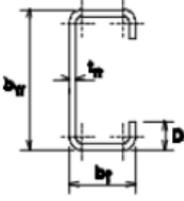
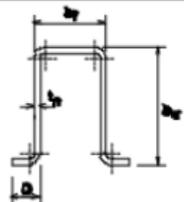
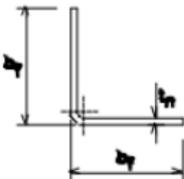
Fonte: CBCA (2010 p. 5) – Adaptado

3.1.3 Perfil

Segundo Bevilaqua (2019), para a construção em Steel Frame os perfis utilizados são adquiridos através de perfilagem de bobinas de aço que são revestidas de zinco sendo imersas a quente por eletrodeposição, desta forma sendo mais conhecido como aço galvanizado. Sendo assim dando aos materiais atributos de resistência a corrosão, desta maneira proporcionando ao aço uma proteção, mesmo após o seu corte.

Segundo Castro (2005), a norma NBR 15253 de 2005 estabelece os requisitos mínimos para perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, onde o revestimento de metal é usado para painéis conforme a tabela 3.

Tabela 3: Principais perfis para a construção em Steel Frame.

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR6355:2003 ¹⁾	Utilização
	U simples $U b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253: 2005

Segundo Vivan (2011), destaca-se o perfil “Ue”, sendo este perfil utilizado como enrijecedor de montantes, nos painéis estruturais, já o perfil “U”, permite o encache das guias.

3.1.4 Painéis

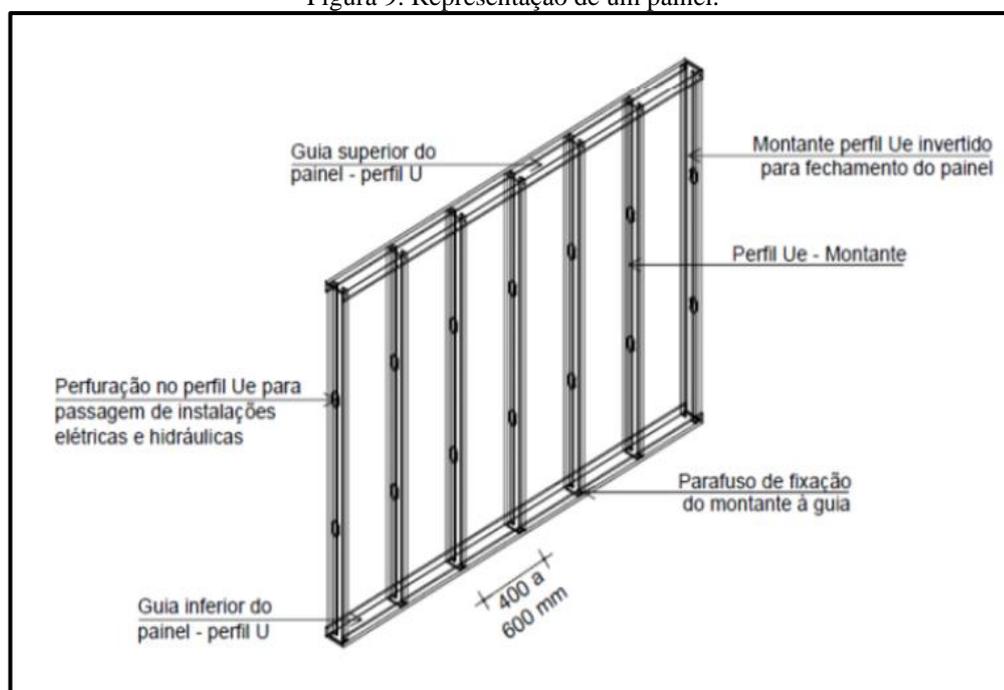
Segundo CBCA (2010), a estrutura em Steel Frame é sustentada pelos painéis estruturais. Estes perfis que constituem os painéis deverão ser modulados com distâncias previstas em projeto correspondendo aos valores de 40 cm ou 60 cm, desta forma propondo um melhor desempenho no momento de sua execução no canteiro de obras.

Estes painéis assim como em uma edificação de alvenaria estrutural com paredes estruturais, absorvem os esforços originados pelos sistemas da edificação, como também o peso

de solicitação pelo uso da estrutura. O painel em Steel Frame é composto por duas principais peças, sendo elas as guias e os montantes, (VIVAN, 2011).

Desta maneira os painéis em Steel Frame, apresentam em primeiro lugar as guias que servem para formar a base e o topo do painel, e o dimensionamento da mesma é feito a partir das solicitações de compressão e estas peças entre pisos são dimensionadas através de dois perfis “U” simples conectados pela alma. Desta maneira tanto a guia inferior quando a superior une os montantes, desta maneira construindo um quadro estrutural, como podemos ver na figura 9, (CAMPOS, 2014).

Figura 9: Representação de um painel.



Fonte: (VIVAN p.32 2011)

Segundo Castro (2005), os montantes têm como principal função a transferência de cargas verticais, de forma que suas seções devem coincidir de um nível a outro tendo assim um alinhamento estrutural.

3.1.5 Fechamento

Segundo Cassar (2018), as paredes de elevação, lajes e a estrutura de compõe a cobertura da edificação, são completadas com chapas de fechamento, desta maneira contribuindo para o contraventamento na edificação.

Para o fechamento da estrutura feita em aço, podem ser empregadas três tipos de painéis conforme a figura 10: as placas cimentícias, os painéis de madeira (OSB), (CBCA, 2010).

Figura 10: Fechamento



Fonte: Blog do Steel-Frame (2017) – Adaptado

Desta forma o fechamento em placas tem como objetivo garantir o desempenho estabelecido em projeto, também o conforto para o usuário.

3.1.6 Impermeabilização

A impermeabilização está presente nas paredes até o telhado sendo revestidas com uma barreira, que tem como objetivo evitar a condensação interna. Desta forma o sistema Steel Frame que utiliza materiais metálicos que são sujeitos a corrosão, sendo assim a impermeabilização se torna ainda mais importante.

Segundo Campos (2014), as faces externas dos perfis utilizados para a elevação de paredes externas, como também a cobertura são revestidos com a manta impermeável, tendo a função de regular a entrada de ar através das cavidades da vedação, desta forma impossibilitando a entrada de água e permitindo que o vapor e a umidade saia de dentro das vedações verticais.

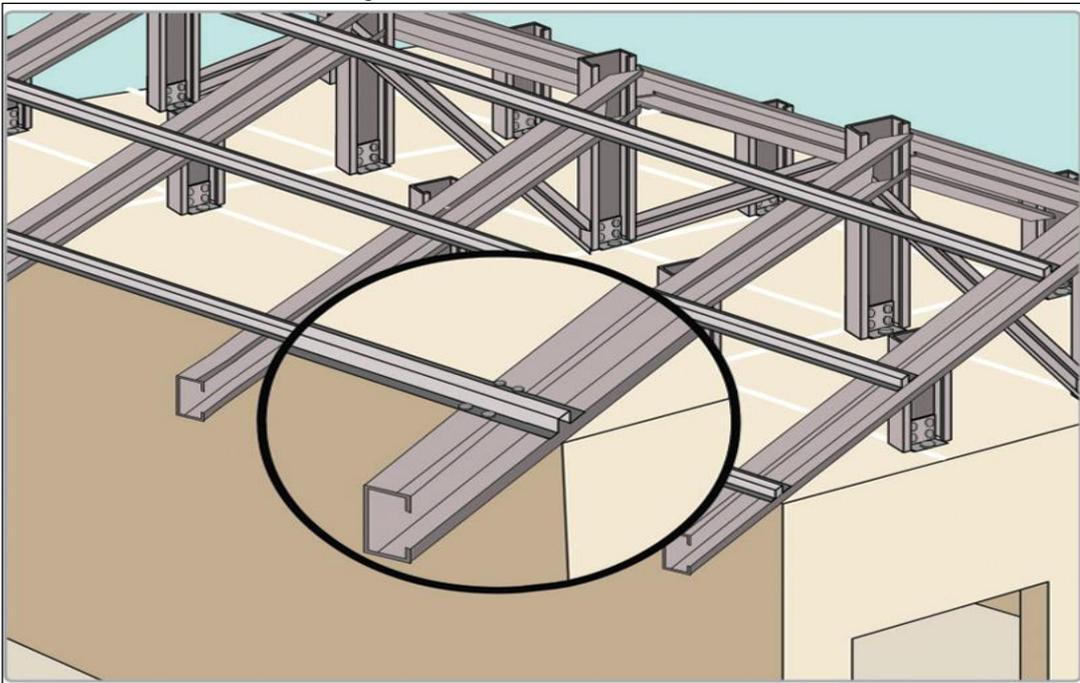
Já as bases inferiores que compõem os painéis de aço galvanizado devem ser revestidas com impermeabilizantes autoadesivos de polietileno, como área de interação ao concreto da laje de fundação, (CAMPOS, 2014).

3.1.7 Telhado

O telhado em Steel Frame pode ser projetado de várias maneiras, seguindo o mesmo princípio dos telhados de madeira, os telhados em Steel Frame podem da mesma forma ser planos ou inclinados.

Segundo Cassar (2018), para a execução de telhados na estrutura de Steel Frame, serão utilizados os mesmos perfis de aço galvanizado dos painéis estruturais, os perfis U e Ue, como alma de 90 mm até 200 mm de altura conforme a figura 11, podendo ainda fazer a utilização de vários tipos de telhas, desde as cerâmicas até as telhas asfálticas.

Figura 11: Cobertura em Steel Frame.



Fonte: Leroy e Merlin (2016) – Adaptado

Segundo Campos (2014), as telhas asfálticas, mas conhecidas como telhas *Shingle* são as mais indicadas para este tipo de sistema construtivo, tendo a sua principal vantagem sua leveza. Este tipo de telha é constituído por uma manta em fibra de vidro com grânulos cerâmicos juntamente com asfalto, e outros agregados minerais, porém, a utilização deste tipo de telha é pouco viável, pois seu custo é muito maior em relação as outras já existente no mercado.

3.2 Materiais Utilizados

Para o sistema construtivo em Steel Frame é necessário que os materiais sejam industrializados sob normas de desempenho e fabricação, desta maneira garantindo que o produto finalizado seja de qualidade.

3.2.1 Tipos de placas de fechamento

Segundo CBCA (2010), para o fechamento da estrutura em Steel Frame são adotados três tipos de placas: cimentícias, painéis de madeira (OSB), e placa de gesso acartonado. Desta maneira por ser um sistema autoportante as placas não somente funcionam como fechamento, mas também como contraventamento.

Segundo Campos (2014), existem alguns cuidados e orientações que devem ser seguidas independente de qual placa estiver utilizando na edificação como fechamento ou contraventamento, desta maneira garantindo uma melhor execução e durabilidade do material.

Todas as bordas devem estar apoiadas e fixadas nos perfis de aço galvanizado. Isso garantirá uma maior resistência do sistema e evitará cantos e bordas soltas, pontos frágeis para fissuras e destacamentos.

As placas devem ser instaladas sempre com juntas defasadas. Isso evitará que possíveis fissuras sejam contínuas. Além disso, esse transpasse das placas, ajuda no contraventamento da edificação.

As placas de fechamento quando instaladas em aberturas (janelas e portas) devem ser instaladas com desenhos e recortes diferentes, evitando que as placas terminem em cantos das aberturas. Isso dificultará fissuras, principalmente em chapas de gesso acartonado.

A estrutura em aço e alguns materiais de fechamento devem ser protegidas da umidade, (CAMPOS, p. 83-84, 2014).

3.2.1.1 Placas Cimentícias

Segundo Cassar (2018), as placas cimentícias são compostas por mistura de agregados, cimento Portland e fibras sintéticas. Desta maneira a placa cimentícia pode ser utilizada em áreas externas ou internas da construção, podendo ser fichada tanto na horizontal quanto na vertical, desta maneira se tornando muito versátil a sua utilização.

As placas cimentícias podem ser consideradas, como um reforço estrutural para a estrutura em Steel Frame, pois possuem uma boa resistência como também podem ser usadas para acabamento final da construção, incluindo áreas externas conforme a figura 12, pois a placa cimentícia possui resistência a intemperes, (CAMPOS, 2014).

Figura 12: Placa Cimentícia.



Fonte: Blog do Steel-Frame (2016) – Adaptado

Este tipo de placa apresenta boas características, como a alta resistência ao fogo e a umidade como também a elevada resistência mecânica como ainda apresenta fácil manuseio e devem ser cortadas por equipamentos como a serra circular ou serra vaivém. Desta maneira as placas de vedação são adicionadas ao sistema de Steel Frame garantindo desta maneira na limpeza da obra, na leveza e na velocidade de construção, tendo um peso próprio de aproximadamente 18 Kg/m^2 , variando com a espessura, (CASSAR, 2018).

Segundo Vivian (2011), as placas cimentícias necessitam de uma atenção especial nas juntas entre as placas, para garantir a estanqueidade e desta maneira evitando fissuras, podendo desta forma ser utilizado silicoes ou elastómeros, principalmente quando as juntas estiverem em áreas externas da edificação, tais placas também permitem o uso de materiais isolantes entre as duas faces do sistema de vedação.

3.2.1.2 Placa OSB (Oriented Strand Board)

As placas *Oriented Strand Board* são chapas prensadas de lascas de madeira reflorestada em camadas.

Segundo Vivan (2011), este tipo de placa é formada por tiras de madeira orientadas em três camadas cruzadas, desta forma apresentando maior rigidez e resistência mecânica, desta forma as tiras de madeira que forma as camadas são unidas por resinas e prensadas sob alta temperatura, visto também que este tipo de placa é utilizada essencialmente para aplicações estruturais.

De acordo com Cassar (2018), este tipo de fechamento é mais utilizado em áreas externas, pelo fato da placa OSB, apresentar grande resistência e um bom desempenho estético conforme a figura 13.

Figura 13: Placa OSB.



Fonte: Cassar, 2018.

As placas OSB podem ser transportadas manualmente desta maneira facilitando sua fixação, desta forma sendo fixadas com parafusos auto-brocantes e auto-atarraxantes, que serão especificados em projeto, podendo as placas ser tanto fixadas nas paredes como nos pisos, como ainda este tipo de placa recebe um tratamento contra a ação de insetos desta maneira prolongando sua vida útil. (VIVAN, 2011).

Segundo Castro (2005), já no projeto deve ser considerado as juntas de dilatação entre as placas de OSB, que devido a variações causadas pela temperatura e a umidade do ar devem apresentar 3 mm entre placas, desta maneira incluindo todo o seu perímetro, tanto nos quadros

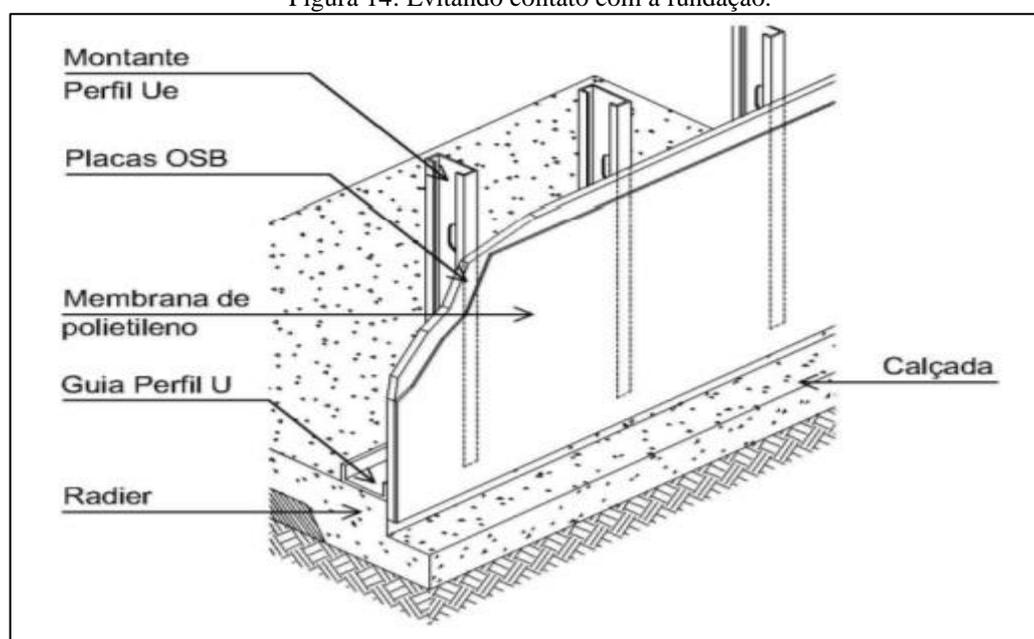
ao lado das placas como ainda entre as esquadrias, desta maneira as juntas verticais devem sempre estar sobre montantes e devidamente parafusadas.

Este tipo de placa independentemente de seu revestimento, devem ser protegidas contra a umidade e da água, utilizando uma membrana de polietileno de alta densidade. Este tipo de manta é de extrema importância para as placas, sendo aplicadas de 15 a 30 cm em suas juntas criando assim uma superfície contínua, desta maneira minimizando as infiltrações, (CASSAR, 2018).

Segundo Castro (2005), é muito importante que este tipo de revestimento seja feito, para proteger as placas da exposição a água e agentes climáticos durante a construção, desta maneira impedindo o inchamento das placas.

Segundo Cassar (2018), os painéis utilizados tanto sendo externos ou internos não devem estar em contato com o solo ou com a fundação. Desta forma na base do painel deve ser fixado uma fita seladora, que serve para evitar o contato direto com a umidade que existe no piso. Como também a projeção horizontal das paredes externas deve estar sobre uma base mais alta que a do nível exterior desta forma evitando o contato das placas com o solo como mostrado na figura 14.

Figura 14: Evitando contato com a fundação.



Fonte: Castro, 2005.

3.2.1.3 Placa De Gesso Acartonado

Segundo Castro (2005), as chapas de gesso acartonado compõem o fechamento vertical interno da estrutura dos painéis estruturas ou não estruturais, sendo também utilizada para o

fechamento de divisórias internas. Para o fechamento de divisórias internas, quando não estruturais podem ser utilizado o gesso acartonado, que ainda utilizam perfis U e Ue de aço galvanizado para suportar apenas o peso do fechamento e seus revestimentos empregados.

A composição de uma placa de gesso acartonado possui quase 20% em água, desta maneira este tipo de placa tem alta resistência ao fogo, sendo assim em casos de incêndios esta porcentagem de água vai sendo evaporada gradativamente. Em uma temperatura de aproximadamente mil graus Celsius, uma chapa de 12,50 mm de espessura suporta até 30 minutos a exposição as chamas de um incêndio, porém existem vários tipos de placas tanto sendo resistente ao fogo quanto a umidade, (VIVAN, 2011).

Segundo Castro (2005), os três tipos de placas mais utilizados são conforme a figura 15:

Figura 15: Tipos de Placas de Gesso Acartonado.



Fonte: Castro, 2005.

- A placa Standard (ST) para aplicação em paredes destinadas a áreas secas;
- A placa Resistente à Umidade (RU), também conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos à ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente;
- A placa Resistente ao Fogo (RF), conhecida como placa rosa, para aplicação em áreas secas, em paredes com exigências especiais de resistência ao fogo, (CASTRO, p. 146. 2005).

Segundo Cassar (2018), este tipo de placa, também pode ser apelidada de *Drywall*, para este tipo de sistema construtivo é considerada leve e de fácil manuseio para a instalação, tendo também uma superfície lisa, desta maneira facilitando a aplicação do acabamento além disso, colaborando com a economia, pois não necessita de grandes quantidades de revestimento.

3.2.2 Revestimento

Segundo Campos (2014), os tipos de revestimentos utilizados em uma construção em Steel Frame são basicamente iguais aos utilizados em construções de alvenaria convencional. Depois de feito o fechamento com as devidas placas, podem ser instalados os revestimentos, sendo os mais usuais, pinturas, cerâmicas e revestimentos modulares (*Siding* Vinílico).

O *siding* vinílico é um tipo de material que traz versatilidade e facilidade em sua aplicação, sendo assim não tendo muita necessidade de manutenção. Podendo ser pintado e sua limpeza pode ser feita apenas com água e sabão (VIVAN, 2011).

Este tipo de material é utilizado em fachadas e é composto de placas paralelas conforme a figura 16. Este tipo de revestimento pode ser fabricado em PVC, madeira ou de cimento. O *siding* vinílico se destaca, pois, apresenta melhor desempenho e também é o mais utilizado, sua vantagem é oferecer alternativas de construção mais rápida e limpa que os métodos tradicionais como a pintura ou revestimentos cerâmicos, como ainda, ser o acabamento que mais se adapta ao fechamento em placas OSB, (CASTRO, 2005).

Figura 16: Siding Vinílico.



Fonte: Innova Engenharia Piracicaba.

O *siding* vinílico é um material impermeável sendo composto de PVC, sendo um sistema de montagem feito com barras intertravadas, porém este material não apresenta grande resistência a impactos. Sendo feito do PVC o *siding* vinílico sofre dilatação, pois o mesmo é exposto ao ambiente externo, desta maneira para assegurar sua eficácia, no momento da instalação é necessário colocar as régua de forma a não atingir o movimento de dilatação e

contração. Além disso, para a instalação o fabricante fornece vários acessórios como: perfis de fixação, acabamentos para cantos e esquadrias entre outros, (CASSAR, 2018).

3.2.3 Isolamento Termoacústico

Segundo Vivian (2011), para que a estrutura tenha um bom desempenho e comodidade para o usuário, é necessário embutir na estrutura de Steel Frame algum tipo de isolamento. Este tipo de isolamento termoacústico e de extrema importância não somente para o conforto do usuário, mas também para o bom funcionamento da estrutura, desta maneira existem vários materiais para se fazer a aplicação como: lã de rocha, lã de vidro e EPS, a escolha do tipo de isolamento vai depender da necessidade de isolamento térmico e acústico do ambiente.

Para a aplicação do isolante é necessário que seja aplicado entre os montantes de forma distribuída uniformemente sem deixar nenhum espaço, se houver algum tipo de tubulação é necessário, fazer um corte em uma das faces da lã, para desta maneira facilitar o envolvimento da tubulação com o isolante, (CASTRO, 2005).

3.2.4 Ligações

Para a estrutura de Steel Frame os parafusos mais utilizados são os Autotarraxantes e autoperfurantes, sendo compostos por aço carbono, com tratamento comentado e temperado, sendo também recoberto por zinco desta forma evitando a corrosão. Estes parafusos são os mais indicados pela facilidade na execução e por terem boa resistência, (CASTRO, 2005).

Segundo Campos (2014), para a fixação entre os elementos, como nas placas de fechamento, os parafusos devem ultrapassar o perfil metálico a ser perfurado, ultrapassando aproximadamente 10 mm, desta maneira fixando todas as camadas. O comprimento do parafuso está diretamente relacionado a espessura total do aço que necessita penetrar.

3.2.5 Tipos de Parafusos

Segundo Lima (2013), os parafusos autoatarraxantes apresentam diferentes pontas para fixação conforme a figura 17: ponta agulha, ponta broca e ponta broca com asas.

Figura 17: Tipos de parafusos.



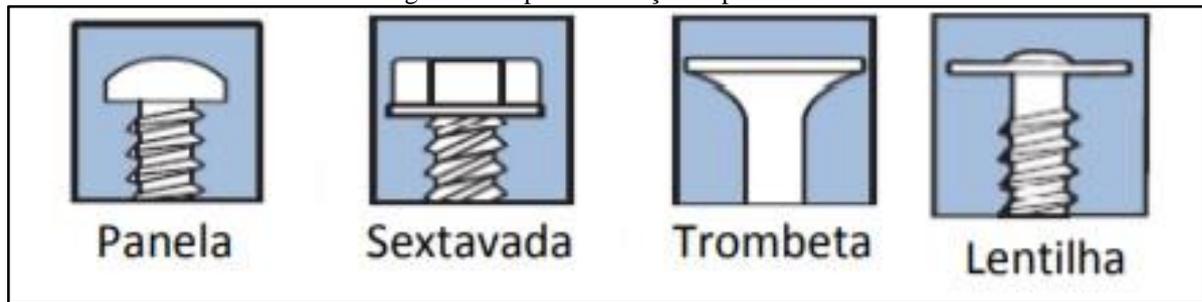
Fonte: Lima (2013) – Adaptado.

Segundo Castro (2005), o que irá definir o tipo de parafuso a ser empregado é a espessura da chapa que irá ser perfurada. Desta forma os parafusos de ponta de agulha são recomendados para uso de chapas mais finas, de forma geral são usados em perfis de aço não estruturais. Os de ponta broca já são utilizados quando existe conexão de várias camadas de materiais e são utilizados em perfis estruturais.

Já os parafusos de ponta broca com asas perfuram chapas cimentícias e de OSB, as asas proporcionam uma perfuração com um maior diâmetro na placa não permitindo que filamentos, e ao penetrar em o perfil metálico as asas se desprendem (LIMA, 2013).

Segundo Cassar (2018), a cabeça dos parafusos conforme a figura 18, o tipo de cabeça de parafuso irá ser definida conforme o tipo de material ao qual será fixado.

Figura 18: Tipos de cabeças de parafusos.



Fonte: Lima (2013) – Adaptado

Os parafusos que possuem cabeça painela, sextavada e lentilha, são utilizados para a fixação entre os perfis metálicos, sendo assim a ligação metal e metal. Já os parafusos com a cabeça trombeta é utilizado para fixação de placas de fechamento, desta maneira a ligação da chapa no metal. Para a fixação de placas OSB e cimentícias é utilizado os parafusos com asas e ranhuras com cabeça tipo trombeta, (CASTRO, 2005).

3.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Segundo Vivan (2011), as instalações neste tipo de sistema construtivo de Steel Frame são de maneira similar ao do sistema tradicional, desta maneira os materiais utilizados são os mesmos, seguindo da mesma maneira os requisitos das normas apropriadas.

As instalações devem ser executadas através de furos nos montantes da estrutura desta forma instalando os eletrodutos e tubulações hidrossanitárias, de forma rápida e prática. Desta maneira facilitando futuras manutenções e também minimizando os desperdícios de materiais, (CAMPOS, 2014).

3.4 Equipamentos Utilizados

Segundo Cassar (2018) e Vivan (2011), para executar o trabalho em uma estrutura de Steel Frame se utiliza algumas ferramentas não muito comuns para a execução de sistema construtivo tradicional. Sendo utilizado parafusadeira elétrica, chave de torque, medidor de ângulo digital, giz de linha, nível a laser para ladrilhos e medidor de distância a laser.

3.5 Aspectos Da Qualidade E Desempenho

Segundo Castro (2005), o Steel Frame tem propriedades que deixam mais fácil o gerenciamento da produção e do controle de qualidade, desta maneira utilizando produtos

industrializados e normatizados, desta forma a mão de obra para a construção de uma edificação de Steel Frame deve ser qualificada e especializada.

O principal diferencial deste tipo de construção é o fato deste sistema construtivo ser racionalizado, se tornando um processo de qualidade, fácil e eficiente. A composição de materiais utilizados na construção em Steel Frame apresenta grande vantagem, sendo o aço mais leve e resistente a corrosão como também sendo durável, sendo ainda resistentes ao fogo e tendo um bom desempenho termoacústico, (VIVAN, 2011).

Segundo CASSAR (2018), a estrutura em Steel Frame, apresenta um bom desempenho de modo geral, pois as paredes com função estrutural dividem todo o peso das lajes. Uma residência de Steel Frame pode ser comparada a caixa metálica, desta maneira apresentando uma excelente estabilidade.

É possível observar que a obtenção do bom desempenho da estrutura de Steel Frame depende principalmente do projeto e execução apropriados. Desta maneira este tipo de sistema construtivo apresenta um bom desempenho estrutural, além de proporcionar comodidade térmica e acústica, ainda por ser um sistema racionalizado tornando a execução mais fácil e também proporcionando uma fácil manutenção e ainda tendo um menor impacto ambiental comparado com outros sistemas construtivos.

3.6 Aspectos De Manutenção e Durabilidade

Segundo Castro (2005), nesse tipo de sistema construtivo a manutenção é de forma fácil e acessível, pois a mesma é feita na parte interna da residência, desta forma apenas removendo os parafusos das placas não gerando sujeiras durante a manutenção.

Vivan (2011) o sistema construtivo em Steel Frame traz uma grande redução no que se refere a sua execução, pelo fato de utilizar materiais já pré-fabricados, desta forma várias etapas da construção podem ser realizadas simultaneamente, diferente da estrutura convencional. Desta forma enquanto os painéis para paredes são fabricados na indústria, no canteiro de obra é feita a execução da fundação, logo após a montagem das paredes, podendo já ser executada a cobertura e simultaneamente outros profissionais podem executar outras atividades no interior da construção.

A estrutura de Steel Frame é feita de aço galvanizado podendo ser reciclado e mantendo a qualidade do material. Esta galvanização é feita através de um banho de zinco, onde este zinco se sacrifica para a proteção do aço desta forma evitando a corrosão. Desta maneira uma estrutura

em Steel Frame, dura aproximadamente trezentos anos, requerendo poucas manutenções neste período (VIVAN,2011).

3.7 Aspectos Ambientais

Segundo Campos (2014), o Steel Frame pode ser considerado um método construtivo a seco, pois não emprega a água para sua montagem. A utilização da água é apenas para a fundação e para concretagem de lajes *steel deck*. Já os perfis utilizados na obra passam por um processo de industrialização, desta maneira as sobras de perfis e os entulhos gerados podem ser reciclados.

Segundo Pedroso (2017), o fato deste método construtivo utilizar mão de obra especializada implica em um número menor de empregados para a realização do serviço desta maneira o canteiro de obras se torna um lugar limpo e organizado, havendo pouco entulho existindo basicamente embalagens de materiais.

Este sistema construtivo não utiliza paredes maciças, havendo uma redução de material desde sua fundação, por não haver a necessidade de construções de alta resistência. Sendo bem-planejado a construção neste sistema construtivo reduz consideravelmente a geração de resíduos. Sendo um sistema industrializado, a quantidade de resíduos é reduzida, não somente na etapa da construção, mas também em futuras manutenções que possam vir a ocorrer.

3.8 Vantagens E Desvantagens Do Steel Frame

Segundo CBCA (2010), vale ressaltar algumas vantagens que o sistema construtivo em Steel Frame possui, como, por exemplo este sistema construtivo é considerado sustentável, pois utiliza de forma amena a água nas suas construções, além de apresentar redução no que diz respeito a prazos para a construção, além de ser um sistema mais leve em relação aos outros tipos de sistemas construtivos, desta maneira necessitando de uma fundação mais rasa.

Este tipo de construção consegue desempenhar um ótimo desempenho acústico e térmico com a aplicação de lã de rocha ou lã de vidro entre as paredes e os forros, no quesito, manutenção este sistema construtivo se sobressai pelo fato de facilitar o acesso às instalações elétricas e hidráulicas para futuras manutenções, (VIVAN, 2011).

Graças à sua resistência comprovada, o aço pode superar grandes espaços, eliminando a necessidade de vigas e paredes intermediárias. Desta forma, proporciona mais espaço e

flexibilidade para a concepção e execução do projeto, como também o aço galvanizado não contribui para a propagação do fogo (CASSAR, 2018).

Porém, mesmo existindo diversas vantagens para este sistema construtivo, ainda assim existem alguns pontos de desvantagens que devem ser considerados. Principalmente pela sua limitação no que diz respeito aos números de pavimentos, que são até cinco, como também a necessidade de mão de obra especializada para a execução da edificação, e com isso a baixa aceitabilidade dos consumidores.

4 WOOD FRAME – CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo Espindola (2017), o sistema construtivo em Wood Frame teve seu início no desenvolvimento no oeste norte-americano, pelo fato deste sistema construtivo ser rápido para a construção das edificações.

Desta maneira é comum ver este sistema construtivo ser empregado em países como os Estados Unidos e Canadá, devido à rentabilidade, desta maneira diminuindo tempo para a execução da edificação, como também a economia de energia e ainda tendo vários materiais que são utilizados neste sistema construtivo serem industrializados, (KAZUMI, 2010).

Já aqui no Brasil, a vinda das edificações em madeira, foi trazido através dos alemães que se instalaram no Sul do país, desta forma a construção em madeira foi muito utilizada como habitação onde a matéria-prima utilizada era o pinho do Paraná, (MEIRELES, 2005).

Ainda segundo Meireles (2005), na cidade de Curitiba, no ano de 1905, o governo vetou a utilização de casas de madeira na região central da cidade. Este fato contribuiu para o preconceito contra as estruturas de madeira.

Sendo assim a madeira utilizada na construção civil brasileira ficou vista como um material secundário, sendo destinada para formas do concreto armado ou para escoras de lajes. Desta maneira a população menos favorecida começaram a utilizar estes produtos secundários para a construção de suas moradias em regiões sem planejamento urbano, desta forma isto contribuiu para a para que a população visualizasse a madeira como um produto de baixa qualidade, desta forma distanciando a madeira como uma forma de construção, (ESPINDOLA, 2017).

Segundo Freitas (2018) mesmo existindo vários pontos positivos a serem considerados nas construções em Wood Frame, ainda é um sistema desvalorizado no Brasil, as construções em alvenaria prevalecem pelo fato de serem mais conhecidas e aceitas, já fazendo parte da cultura de nosso país, porém já existem empresas especializadas em construção em Wood Frame que é caso da Tecverde.

A Battistella Indústria e Comercio LTDA., com sede em Curitiba-PR, foi uma das pioneiras a implantar efetivamente o sistema de wood frame para casas de madeira de médio e alto padrão no Brasil, sendo que a primeira casa do Brasil em wood frame foi construída em 2001 na cidade de Viamão, no Estado do Rio Grande do Sul, pelo engenheiro Carlos Alves e pelo construtor americano Alfred Lee Edgar (MOLINA & CALIL JUNIOR, 2010, p. 144-145).

Segundo Freitas (2018), a empresa Tecverde já fez construções para o programa Minha Casa Minha Vida, onde construiu mais de 80 mil metros quadrados de sistema construtivo em

Wood Frame, desta maneira mostrando que está aumentando a aceitabilidade deste sistema construtivo.

4.1 Processo Construtivo

O processo construtivo do Wood Frame é muito similar ao Steel Frame, sendo um sistema construtivo que é constituído por perfis leves de madeira, sendo geralmente madeira de pinus ou eucalipto, tendo seu fechamento feito por chapas de madeira em OSB, recebendo e distribuindo as forças solicitantes de forma segura, conforme exigido pela ABNT, como também sua limitação em apenas cinco pavimentos, (ESPINDOLA, 2017).

4.1.1 Fundação

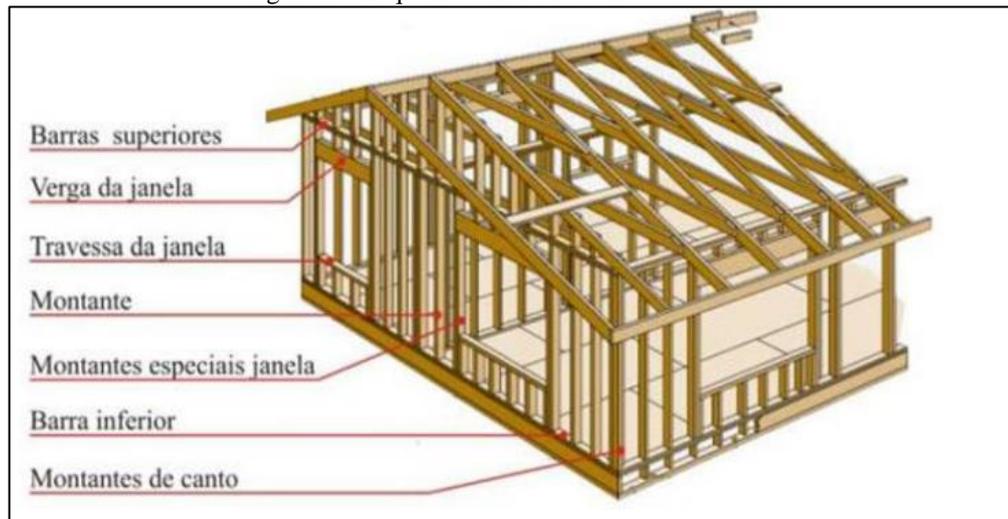
Segundo Freitas (2018), a fundação para deste sistema construtivo é igual para os demais métodos construtivos, sendo o elemento com mais solicitação de cargas na edificação, pois tem como objetivo transmitir todos os esforços para o solo.

A fundação mais comum para este sistema construtivo é igual para o Steel Frame, sendo utilizado o radier, como também podendo ser utilizado a viga baldrame, sendo desta maneira um sistema construtivo leve, e tendo as cargas sendo distribuídas ao longo das paredes (MEIRELES, 2005).

4.1.2 Estrutura

Neste método construtivo logo após a construção da fundação, é realizado uma estrutura sendo constituída por montantes de madeira, que sendo um produto industrializado contribui para a praticidade, obtendo-se peças em grandes quantidades e as medidas específicas para a construção conforme a figura 19, diminuindo desta maneira o desperdício na obra pelo fato das peças serem pré-moldadas. (Molina e Calil Junior, 2010).

Figura 19: Esquema construtivo em Wood Frame.



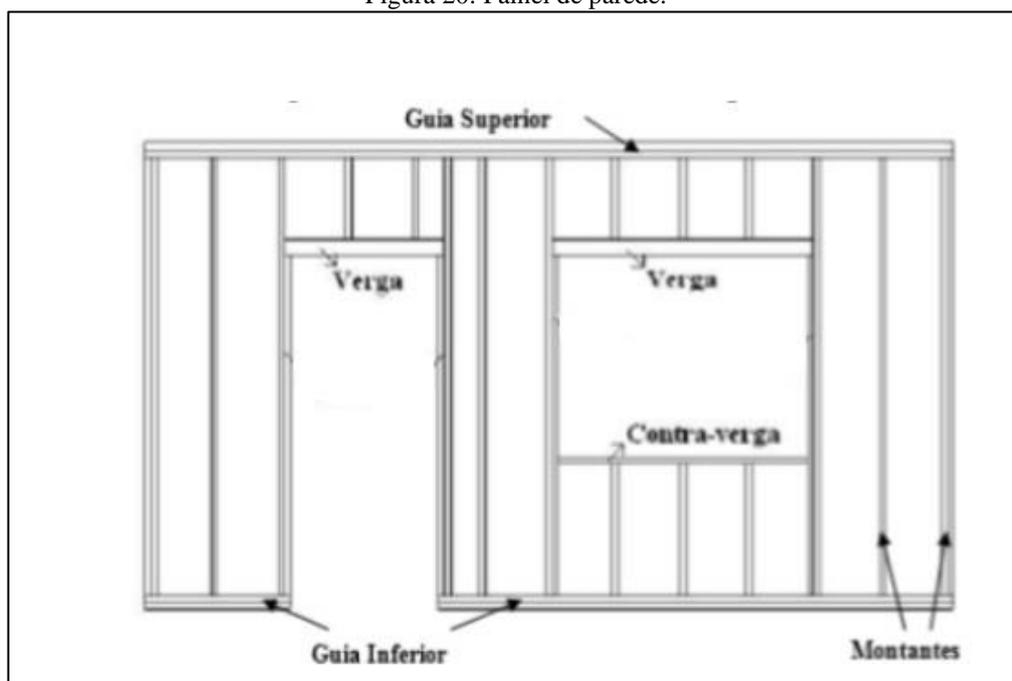
Fonte: Freitas (2018) – Adaptado

Segundo Leite e Lahr (2015). A estrutura utiliza perfis leves de madeira, contraventados com placas estruturais em OSB, podendo ser aplicadas tanto em paredes quanto em coberturas. Se houver pavimentos superiores são empregados decks constituídos também por chapas OSB, sendo apoiadas sobre as vigas de madeira, sendo utilizadas geralmente com seções retangulares ou em “I”.

4.1.3 Painéis De Parede

Segundo Freitas (2018), os painéis de parede utilizados na construção de edificações em Wood Frame são compostos por quadros estruturais conforme a figura 20, sendo constituído por peças de madeira maciça chamado de montantes, travessas, vigas, caibros e ripas. Já contraventamento pode ser feito com montantes ou travessas, sendo fechados por placas OSB.

Figura 20: Painel de parede.



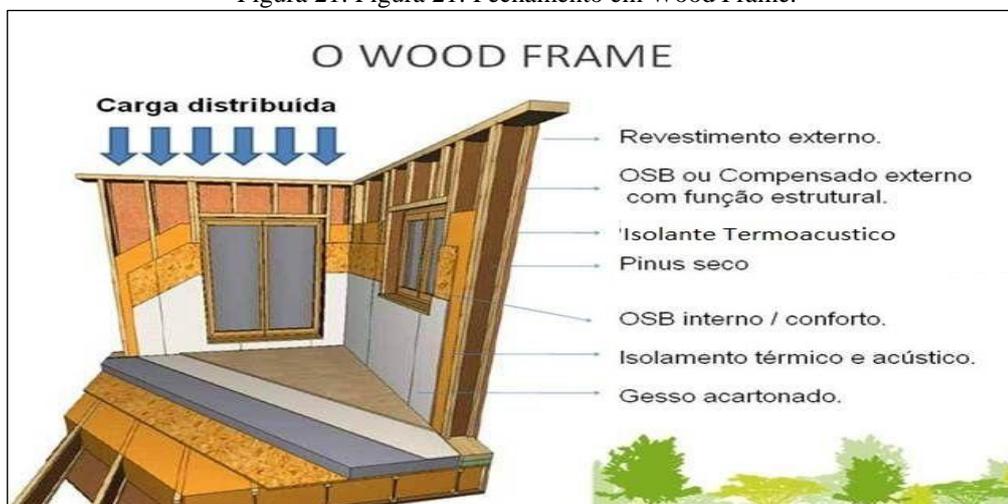
Fonte: Ecker e Martins, (2014) – Adaptado

Já para a fixação pode ser utilizados parafusos, pregos anelados, ganchos de ancoragem ou parabolts expansíveis, (FREITAS, 2018).

4.1.4 Fechamento

Para o sistema Wood Frame utiliza-se para o fechamento de paredes sendo ela externa ou interna conforme a figura 21 placas de OSB, sendo a principal função das mesmas o contraventamento da estrutura auxiliando desta maneira na rigidez da construção, (MEIRELES, 2005).

Figura 21: Figura 21: Fechamento em Wood Frame.



Fonte: Leite e Lahr (2015) – Adaptado

Segundo Leite e Lahr (2015), o fechamento é executado por painéis que são travados por montantes da base ao alto da edificação. Já o fechamento interno só pode ser realizado após a rede elétrica e hidráulica já terem sido executadas. Podendo ainda ser empregado para o fechamento interno, placas de OSB ou de gesso acartonado.

4.1.5 Impermeabilização

Segundo Ecker e Martins (2014), o sistema em Wood Frame deve ter estanqueidade, a água da chuva em vedações externas, vedações em áreas molhadas podendo elas serem externas ou internas, pisos com contato direto com o solo e coberturas.

Desta maneira as barreiras impermeáveis necessitam ser de não-tecidos impermeáveis à água e permeáveis ao vapor, e os materiais para impermeabilização podem ser utilizados a manta pré-fabricada ou membranas hidrófugas no próprio local da edificação, (ECKER E MARTINS, 2014).

Segundo Freitas (2018), a membrana hidrófuga conforme a figura 22, serve como uma barreira evitando que a água da chuva e a umidade interna adentre na parede, protegendo desta forma a estrutura e conseqüentemente aumentando sua durabilidade.

Figura 22: Membrana hidrófuga.



Fonte: Freitas (2018)

Já em áreas com exposição à água, como é o exemplo da cozinha, banheiro ou área de serviço (lavanderia), podem ser empregados placas cimentícias, sendo utilizado um selador acrílico antifungo e pintura de resina acrílica pura. Se for utilizado nessas áreas placas de gesso acartonado, deve ser ele resistente a umidade, sendo também revestido com azulejo, (LEITE E LAHR, 2015).

4.1.6 Telhado

Os telhados de uma estrutura em Wood Frame são muito similares ao de uma estrutura de alvenaria convencional, sendo formado por elementos leves de madeira, podendo ser feito de formatos diferentes, (MEIRELES, 2005).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), pode ser empregado vários tipos de telhas, podendo também ser lajes impermeabilizadas com cobertura verde, ou telhados convencionais, não existindo restrições quanto ao tipo da telha a ser empregada na edificação. Já os componentes que compõem a cobertura são em madeira tradicional, dependendo do tipo de telha a ser empregada as treliças variam de distância entre 60 cm a 120 cm.

Para alguns tipos de telhas, como as telhas *shingle* conforme figura 23, necessitam de um fechamento em OSB na cobertura, formando uma espesse de *deck* servindo como uma base sobre as treliças.

Figura 23: Esquematização Telhado Shingle.



Fonte: Amâncio Construções (2019)

Para as telhas cerâmicas são utilizadas diretamente ripas sobre as treliças, aplicando-se a manta de subcobertura antes de ser feito o ripamento, deste modo garantindo sua estanqueidade, LEITE E LAHR, 2015).

4.2 Materiais Utilizados no Sistema Wood Frame

4.2.1 Madeira

Segundo Vasques e Pizzo (2014), a madeira mais utilizada para construções em Wood Frame é a de Pinus, pois pelo fato de ser conífera é mais leve, desta maneira não proporciona cerne e seu lenho é totalmente permeável ao tratamento de preservação, porém em outras madeiras nativas do Brasil, não ocorre com tanta facilidade.

O tratamento recomendado para a madeira que será utilizada na construção em Wood Frame, é feito em autoclave com produtos hidrossolúveis, desta forma tornando a madeira imune ao ataque de fungos e cupins, (MOLINA E CALIL JUNIOR 2010)

As regiões, Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil apresentam uma área extensa de florestas, onde sua plantação é principalmente de pinus, desta forma tornando o sistema construtivo em Wood Frame mais sustentável, pois a madeira é um produto renovável. Entretanto, não existe uma norma brasileira no que se refere ao tratamento preservante do sistema, desta maneira utilizando referências das normas Canadenses e Norte-americanas, (VASQUES E PIZZO, 2014).

A NBR 7190:1997 é a norma brasileira que contém os dados importantes relacionados as estruturas de madeiras como: as resistências mecânicas das diferentes espécies de madeira de acordo com a direção das peças; as fórmulas, dados e tabelas necessários para realização da verificação de resistência da peça desejada; coeficientes de segurança, majoração e minoração utilizados; como e quais ligações utilizar além de vários outros dados, (FREITAS, p.20 2018).

O tratamento mais recomendado no Brasil para a madeira que será utilizada para a construção em Wood Frame, como já dito é feito através de produtos hidrossolúveis, utilizando CCA (Cobre-Cromo-Arsênio) e o CCB (Cobre-Cromo-Boro), (VASQUES E PIZZO, 2014).

4.2.2 Revestimento

O revestimento utilizado para parte externa da edificação tem como principal objetivo a proteção contra intemperes, principalmente contra a ação do sol. Podendo ser empregado como já citado no capítulo anterior a utilização de siding vinílico conforme a figura 24.

Figura 24: Aplicação de siding vinílico.



Fonte: Yes energy solutions (p.1 2019)

Segundo Freitas (2018), do lado interno da estrutura será utilizado a placa de gesso acartonado garantindo desta forma um excelente acabamento, como também garantindo um desempenho acústico interessante para a edificação, sendo reforçado pela lã de vidro que pode ser ou não posta no interior da parede para obtenção de desempenho térmico e acústico.

4.2.3 Isolamento Termoacústico

O isolamento Termoacústico pode ser utilizado tanto na construção de Wood Frame quando na construção em Steel Frame, podendo ser empregado tanto a lã de vidro quanto a lã de rocha e celulose, (ECKER E MARTINS, 2014)

A lã de vidro foi desenvolvida especificamente para melhorar o isolamento termoacústico de um determinado ambiente ou edificação, sendo seu principal atributo é a alta resistência térmica, e ao passar dos anos não perde a sua eficiência, (MARIANI, 2014).

Segundo Mariani (2014), o isolamento em lã de rocha é reconhecido como um ótimo isolante acústico, por ter sua estrutura flexível, assim como propriedades térmicas, pois mantêm o ar em estado imóvel, sendo ainda incombustível devido à origem inorgânica.

Segundo Oliveira (2014), o isolamento de celulose tem suas vantagens pelo fato de sua instalação ser rápida e fácil, este tipo de isolamento também funciona como repelente de insetos, como também proporciona isolamento acústico e ter uma vida útil de aproximadamente quarenta anos.

4.2.4 Ligações

Segundo Molina e Calil Junior (2010), as ligações feitas em elementos estruturais no painel, são realizadas através de pregos, sendo eles considerados elementos metálicos de fixação, pois os mesmos devem ser galvanizados, tendo assim uma vida longa.

Porém, no Brasil ainda existem grande preconceito em relação à utilização de madeiras e pregos, por serem considerados de baixa qualidade. Porém, em países onde a madeira é mais utilizada para construções de edificações ainda são considerados bons elementos para fixação, (MOLINA E CALIL JUNIOR, 2010).

No sistema construtivo Wood Frame ainda pode ser empregado um tipo específico de prego, o prego tipo Ardox conforme a figura 25.

Figura 25: Pregos tipo Ardox.



Fonte: Leroy e Merlin (2016) – Adaptado

Segundo Kazumi (2010), este tipo de prego é utilizado, pois dificulta, que a peça seja arrancada, sendo utilizado especialmente em madeiras maciças, pois este tipo de madeira dificulta a sua penetração.

4.3 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

As instalações elétricas e hidrossanitárias figura 26, são similares ao de uma construção convencional, pois as passagens das tubulações são feitas nas aberturas das peças dos painéis, (MOLINA E CALIL JUNIOR, 2010).

Figura 26: Instalação hidrossanitária.



Fonte: Assis et al (2017) – Adaptado

Mesmo sendo similar ao de uma construção convencional as instalações hidrossanitárias e elétricas tem suas facilidades em relação à manutenção e futuros reparos, pois fica de fácil acesso, sem a necessidade de quebrar a parede como no sistema convencional.

4.4 Aspectos De Qualidade E Desempenho

Segundo Oliveira (2014), o sistema construtivo em Wood Frame envolve vários componentes e elementos já pré-fabricados, e um alto controle de qualidade no processo de fabricação dos mesmos, desta forma proporcionando um excelente acabamento, porém estabelecendo um novo conceito de canteiro de obras.

Segundo Solara Engenharia (2016), quando se executa uma edificação em Wood Frame, a organização do canteiro de obra se torna mais simples, pois toda a montagem deste tipo de sistema já está pré-fabricado para o uso, economizando o espaço da obra. Desta maneira todos os materiais estão alocados em um lugar adequado, desta maneira facilitando a montagem dos painéis.

Assim como o Steel Frame o Wood Frame são um tipos de construções racionalizadas, sendo um processo não somente de construção, mas também de montagem, a qualidade do sistema construtivo se dá pela sua flexibilidade construtiva, sua qualidade térmica e acústica, e principalmente sua agilidade na construção (SOLARA ENGENHARIA, 2016).

4.5 Aspectos de Manutenção e Durabilidade

No Wood Frame, a inspeção corresponde a uma ação de avaliar os sinais de degradação das peças que compõem o sistema construtivo, podendo os elementos apresentarem manchas ou infiltrações sendo decorrente de áreas úmidas. Para a manutenção é feita a retirada das sujeiras, limpando o sistema de drenagem de águas, e principalmente reparando as mantas protetoras desta forma evitando a umidade entrar no interior da edificação, (Pizzoni e Valle, 2017).

Como já citado em tópicos anteriores a manutenção é de fácil acesso, pelo fato de poder se retirar as placas internas esta forma podendo verificar tanto a rede elétrica quanto a rede hidráulica da residência, desta maneira evitando quebrar peças da edificação, evitando sujeiras durante a manutenção, sendo bem mais acessível para se fazer uma manutenção neste tipo de sistema construtivo em comparação com o sistema construtivo convencional.

Segundo Cassar (2018), a durabilidade de uma residência em Wood Frame é igual ao de uma residência convencional, de no mínimo cinquenta anos podendo ser estender por mais de um século, porém esta durabilidade somente ocorre, se houver as manutenções necessárias, dos materiais empregados na edificação tenham passados pelo tratamento correto, desta maneira garantindo a resistência contra cupins e fungos.

4.6 Aspectos Ambientais

Segundo Leite e Lahr (2015), a madeira pode ser considerada o único material renovável empregado na construção civil, podendo ser reciclado e ainda ser biodegradável, como também pode ser um produto que gasta menor energia para sua transformação.

Quando avaliado o ciclo da madeira como material de construção, percebe-se que as vantagens estão presentes em todas as etapas. Na primeira etapa, de formação e constituição do material, por ser um material de fonte renovável, consome apenas energia solar no processo de crescimento da árvore pela fotossíntese. Depois que a árvore se transforma em madeira, também apresenta baixo consumo de energia no seu beneficiamento e transformação em material de construção (VELLOSO, 2010, p. 27).

Ainda segundo Velloso (2010), utilizar a madeira como um sistema construtivo apresenta uma opção viável, ainda mais nos dias atuais onde existe uma grande preocupação com a utilização de matérias-primas de fonte renovável. Apesar disso, deve-se utilizar a madeira com o cuidado ambiental, desta maneira buscando a sustentabilidade.

4.7 Vantagens E Desvantagens Do Wood Frame

Como qualquer outro sistema construtivo o Wood Frame possui seus benefícios, a principal vantagem desse sistema construtivo é ser sustentável, pois é construído em madeira, sendo uma fonte renovável, dessa forma amenizando o impacto ambiental sendo diferente das construções tradicionais (VELLOSO, 2010).

Além disso, existe a velocidade para entrega da obra, pois utiliza produtos já pré-fabricados desta forma sendo mais ágil em sua construção, seu benefício não fica apenas na parte externa da construção, internamente também proporciona bom desempenho térmico e acústico, proporcionando um ambiente agradável para os moradores (FREITAS, 2018).

Em contrapartida, existe a limitação em relação aos pavimentos, uma construção em Wood Frame proporciona apenas cinco pavimentos, desta maneira limitando grandes empreendimentos, além da falta de mão de obra qualificada para a execução da construção (OLIVEIRA, 2014).

Este tipo de estrutura necessita de maiores cuidados em relação à impermeabilização, para que não ocorra a proliferação de cupins e brocas. Além disso, quando utilizado o fechamento em placas OSB, podem requerer maiores correções, pois possuem superfície rugosa. E ainda mesmo sendo uma estrutura de madeira ainda necessita da utilização do concreto armado, sendo para a fundação ou até para lajes mistas, (FREITAS, 2018).

5 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Este capítulo tem como principal objetivo comparar os sistemas construtivos de Alvenaria Convencional, Steel Frame e Wood Frame, considerando as características de qualidade, desempenho, durabilidade, manutenção e sustentabilidade.

Para este capítulo foi utilizado o embasamento bibliográfico assim como já vinha sendo exposto ao longo desse trabalho, os sistemas construtivos citados possuem similaridades nos processos e materiais utilizados. Sendo assim, para cada sistema construtivo será considerado apenas etapas relevantes para cada comparação.

Para o estudo comparativo, será considerado que as construções foram executadas com base nas boas práticas e não apresentam falhas na execução.

5.1 Aspecto Estrutural

Segundo Leite (2018), a alvenaria convencional tem função apenas de separar ambientes e vedar a estrutura, sendo assim é necessário a utilização de estruturas como vigas e pilares de concreto armado, não existindo limitação referente ao número de pavimentos, desta maneira o projeto pode ser adaptar a diferentes intensidades de carga, desta forma podendo ser alterado a quantidade de aço nos pilares ou vigas, como ainda tendo sua vantagem suportar grandes vãos e facilitar futuras reformas.

O sistema construtivo em Steel Frame que é constituído por perfis de aço galvanizado confere a resistência superior aos sistemas construtivos convencionais, desta maneira resistindo a ventos de até 300 km/h quando usado corretamente o contraventamento necessário. Ainda não existindo ponto de rompimento, pois não é empregue a soldagem e sim a aparafusamento dos montantes e guias, (CBCA, 2010).

No sistema construtivo em Wood Frame, é de extrema importância citar, que como já citado neste trabalho, este sistema construtivo possui limitação aos números de pavimentos permitidos, devido às características modulares desta estrutura.

5.2 Resistência ao fogo

Segundo Cassar (2018), a Alvenaria Convencional e o Steel Frame não são propagadores de chama e fumaça. Desta maneira o sistema construtivo de alvenaria convencional tem uma larga vantagem em termo de resistência, obtendo desta maneira um tempo requerido ao fogo de 4 horas.

Porém, o Steel Frame, possui revestimentos de gesso acartonado material este com alta resistência ao fogo, como também o aço que não contribui para a propagação de incêndio, este sistema construtivo atende a norma NBR 15 575 de resistência ao fogo por trinta minutos (CAMPOS, 2014).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), o sistema construtivo em Wood Frame quando exposto ao fogo carboniza primeiramente a área externa, desta maneira o interior da madeira fica intacto, porém a madeira é um propagador de fogo, desta forma a preocupação dos órgãos normativos, é preservar a integridade física do usuário da edificação no momento do incêndio.

5.3 Manutenção

Segundo Azevedo (1997), para a manutenção da estrutura em alvenaria convencional, sendo os painéis dosados *in loco* não necessitado de manutenção, desta forma sendo apenas necessário uma pintura periódica para conservação de aparência. Porém, quando necessário fazer uma manutenção corretiva em casos de patologias, utilizar a mão de obra especializada.

Para o Steel Frame devido a sua alta durabilidade e o processo rígido de qualidade referente aos materiais utilizados na obra, existe uma redução de praticamente 1/3 referente aos custos de manutenções neste tipo de sistema construtivo (CBCA, 2010).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), existe um cuidado maior nas estruturas de Wood Frame, existindo a cada cinco anos uma vistoria para verificar se existe a necessidade de alguma manutenção. Como já informado antes este tipo de sistema construtivo requer maiores cuidados referente a umidade, tomando cuidados referentes as instalações de água e esgoto, pois vazamentos podem deteriorar a madeira.

5.4 Desempenho Térmico

Segundo Baltokosko (2015), a capacidade térmica está diretamente ligada ao tijolo cerâmico que será empregado na edificação, como também o seu acabamento, e espessura do reboco que também irá influenciar, desta forma para locais mais frios existe a necessidade de um aquecimento interno, e para zonas mais quentes a utilização de ventilação, proteção térmica na cobertura e também um maior sombreamento. Porém, de modo geral o sistema de alvenaria apresenta um desempenho satisfatório.

Para uma estrutura em Steel Frame que é isolada externamente por placas de OSB ou placas cimentícias, tendo em seu interior vários centímetros de lã de vidro ou lã de rocha e seu

fechamento interno com gesso acartonado, desta forma dando a edificação uma proteção térmica superior, comparado a uma estrutura de alvenaria convencional, (CAMPOS, 2014).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), o sistema construtivo em Wood Frame possui um conforto térmico superior ao da alvenaria, pois ao contrário do cimento, a madeira possui um calor específico elevado, desta forma demorando para aquecer, e ainda uma baixa condutividade térmica, desta forma dificultando o deslocamento do calor sobre a peça de madeira. Contudo, este sistema ainda pode ser melhorado termicamente sendo empregado isolantes térmicos.

5.5 Desempenho Acústico

Segundo Baltokosko (2015), o conforto acústico está diretamente ligado a capacidade de um elemento isolar o ruído de modo a não perturbar o usuário da edificação. Desta maneira a espessura de revestimento influencia diretamente a capacidade de isolamento acústico, desta forma paredes mais grossas tendem a apresentar nível superior de desempenho.

Para o Steel Frame que já utiliza para o fechamento interno placas de gesso acartonado, que já contribuem para redução sonora, ainda é utilizado como preenchimentos isolantes acústico, como lãs minerais que são também colocadas nos espaços dos painéis, minimizando bastante os ruídos, desta maneira se tornando superior à alvenaria convencional, (CBCA, 2010).

Segundo Espindola (2017), para o sistema construtivo em Wood Frame que compartilha praticamente os mesmos materiais de fechamento do Steel Frame, apresenta um desempenho acústico superior ao da alvenaria convencional, assim como o Steel Frame pode ser empregado entre os painéis as lãs de vidro ou lã de rochas entre outros materiais, desta maneira aumentando o conforto acústico para o usuário.

5.6 Durabilidade

Segundo Pizzoni e Valle (2017), a vida útil de uma edificação, é o período no qual a mesma começa a ser utilizada, desta forma obtendo-se condições satisfatórias de habitabilidade, como desempenho termoacústico, segurança entre outros. Porém, ainda haverá a degradação da edificação, podendo ser somente parte dela, a alta de cumprimento de desempenho pode provocar o envelhecimento prematuro da estrutura, sendo a principal causa a falta de manutenção.

A vida útil de construções em alvenaria convencional depende de diversos fatores como a ação das intempéries, o local de onde está inserida, como a característica do concreto e da estrutura, tais como a relação água cimento, espessura do cobrimento da armadura, como também a finalidade de obra, desta forma não existindo um valor mínimo fixado em norma. Então seguindo as boas práticas e fazendo as devidas manutenções, podendo ser preventivas ou corretivas, podemos ver em diversos lugares do mundo edificações com o sistema de alvenaria convencional que ultrapassam cinquenta anos e ainda continuam entregando conforto e segurança aos usuários (CASSAR, 2018).

O sistema construtivo em Steel Frame tem suas diferenças em relação à alvenaria convencional, e devido ao alto controle de qualidade requeridos aos materiais empregados na obra este sistema construtivo tem uma durabilidade de aproximadamente trezentos anos, ainda existindo residências nos EUA que ainda estão em funcionamento, (CBCA,2010).

Já uma construção em Wood Frame pode durar mais de um século, pois o tratamento da madeira, por autoclave deixa a edificação livre de cupins, porém deve-se atentar a manutenção necessária para esse tipo de edificação.

Porém, os sistemas construtivos atingem as condições necessárias tendo-se a execução adequada e não havendo patologias, e o principal a manutenção apropriada, desta forma irão atender as necessidades do usuário.

5.7 Sustentabilidade

Segundo Condeixa (2013), no sistema em alvenaria convencional ainda existe muito desperdício de materiais, como também o retrabalho soma ainda mais para esse desperdício, sendo o mesmo considerado consumir um determinado recurso em exagero. Um exemplo comum de desperdícios em construções de alvenaria é a utilização em excesso da argamassa, sendo utilizada para a correção de paredes fora do prumo ou sendo usada para nivelar contrapiso, já desnivelados. Desta maneira utilizando a argamassa de forma inapropriada para acertar erros de execução, causando assim o desperdício de materiais, desta maneira não colaborado com a sustentabilidade e o meio ambiente.

O sistema construtivo em Steel Frame, emprega pouca água para sua construção, desta forma sendo utilizada apenas para a concretagem de sua fundação ou lajes mistas, além de utilizar o aço como principal material para sua estrutura, sendo o mesmo um dos materiais mais recicláveis da atualidade, (CBCA, 2010).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), o sistema construtivo em Wood Frame utiliza madeira de pinus de reflorestamento, então além de utilizar a madeira que é o único material na construção civil que é renovável, ainda é de reflorestamento, sendo plantadas para serem utilizadas na construção civil, desta maneira colaborando com a sustentabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levantando as informações pertinentes a cada sistema construtivo e realizando o estudo comparativo entre a Alvenaria Convencional, Steel Frame e o Wood Frame, foram apresentadas as vantagens e desvantagem de cada sistema construtivo, dentro dos parâmetros realizados na pesquisa.

Uma das características consideradas, foi o fator ambiental, pois atualmente é um assunto de extrema importância e que vem se destacando cada vez mais na construção civil, desta maneira levando em consideração o desperdício de materiais que existe em uma construção convencional, desta forma o sistema construtivo Wood Frame se destaca, pois, utiliza como principal matéria-prima a madeira, sendo desta forma o único material renovável no setor da construção civil.

Porém, mesmo existindo inúmeras vantagens como já descrito nos capítulos anteriores o sistema em Wood Frame sofre o preconceito cultural, pois as pessoas ainda não se sentem preparadas para novos avanços construtivos, ainda estão acostumadas como a solidez da alvenaria convencional, sem falar que para os sistemas construtivos como o Steel Frame e Wood Frame, existe a necessidade de mão de obra especializada.

Ainda existindo nestes sistemas construtivos de Wood Frame e Steel Frame a falta de materiais, como, por exemplo telhas *shingles* e o acabamento em *siding* vinílico, sendo estes produtos difíceis de serem encontrados em quaisquer materiais de construção. Sendo diferente da alvenaria convencional, que existem inúmeros produtos disponíveis no mercado, como também a mão de obra é mais acessível.

Ao comparar os três sistemas construtivos, é possível identificar que o método construtivo em Steel Frame, é mais vantajoso comparado com o Wood Frame que tem praticamente as mesmas características construtivas, pelo fato de a madeira requerer uma atenção maior referente a sua manutenção.

O sistema construtivo em Steel Frame tem sua vantagem no quesito, qualidade, manutenibilidade e impacto ambiental, pois o mesmo como já citado anteriormente somente utiliza água para a construção de sua fundação e para lajes mistas, desta maneira gerando menos resíduos e deixando o canteiro de obras mais limpo e organizado. Contudo, a alvenaria convencional ainda possui pontos positivos que devemos levar em consideração, como a mão de obra de fácil acesso, a flexibilidade arquitetônica e disponibilidade de materiais, desta forma nestes quesitos citados a mesma se torna superior.

Contudo, a alvenaria convencional é vista na maioria das construções no Brasil, sendo utilizada em larga escala, além de ser um método construtivo já estabelecido em nosso país, além do concreto que compõem a alvenaria convencional ser amplamente estudado, deste modo tendo mais conhecimento técnico para projetar e construir. Entretanto, o Steel Frame vem ganhando espaço nas construções atuais, pois muitos buscam por rapidez e um sistema racionalizado, desta maneira obtendo uma construção com melhor qualidade em relação à alvenaria convencional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.

_____. NBR 15575 – Edificações habitacionais - Desempenho. ABNT. [S.l.]. 2013.

_____. NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto — Procedimento- Desempenho. ABNT. [S.l.]. 2014.

_____. NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2005.

ALVENARIA ESTRUTURAL: Sistema construtivo deste a parte de projetos à execução da alvenaria com blocos cerâmicos. 1. ed. Sapucaia do Sul: Miniagência, 2019. Disponível em: <https://pauluzzi.com.br/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 28 set. 2020.

AMÂNCIO CONSTRUÇÕES A SECO. Sinding Vinílico. In: AMÂNCIO CONSTRUÇÕES A SECO. **Telha Shingle**. Joinville: J1 Marketing Digital, 2019. Disponível em: <https://amancioconstrucoes.com.br/telhas-shingle-em-joinville/telha-shingle-03/>>. Acesso em: 13 out. 2020.

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blucher,

BASTOS, Paulo. **Fundamentos Do Concreto Armado**. 1. ed. Bauru: UNESP - Campus de Bauru/SP, 2006. Disponível em: wwwp.feb.unesp.br. Acesso em: 27 set. 2020.

BELL, Brian J. **Fundações em Concreto Armado**. Tradução por Alexandre Verski. 4. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985. 268 p.

BEVILAQUA, Rosane. O Sistema Light Steel Framing. Instituto de Engenharia, 2019. Disponível em: <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2019/05/instituto-Engenharia-LSF.pdf>>. Acesso em 11 out. 2020.

CAMPOS, Patrícia Farrielo. **Light Steel Framing**. 2014. 198 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade De São Paulo, São Paulo, 2014.

CASSAR, Bernardo Camargo, **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: Alvenaria Convencional x Light Steel Frame**, 2018. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

CASTRO, R. C. M. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. **Light steel framing**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2010. Disponível em <www.cursoscbca.com.br > Apostila _modulo_2_peq>. Acesso em: 26 de setembro de 2020

ECKER, TAIENNE *et al.* **COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS STEEL FRAME E WOOD FRAME PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**. 2014. 154f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Pato Branco, 2014.

ESPINDOLA, Luciana. **O Wood Frame na produção de habitação social no Brasil**. Orientador: Akemi Ino. 2017. 331 f. Tese (Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 2017.

FERREIRA, R. A; NEVES, R. L. Principais erros no marketing de conteúdo. São Paulo: Editora XPTO, 2017. Disponível em: <http://www.XPTO.br/editora/media/1234.pdf>. Acesso em: 4 set. 2018.

FREITAS, Fernando Gabriel Campos, **Dimensionamento de estrutura composta por ferfis e chapas de madeira (Wood Frame)**. 2018. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semi-árido. Caraúbas, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Estimativas do Déficit Habitacional Brasileiro. Brasília, 2018.

INNOVA ENGENHARIA. Siding Vinílico. In: INNOVA ENGENHARIA. O que é o Siding Vinílico. São Paulo: Pirasites, 2018. Disponível em: <<https://www.innovaengenhariapiracicaba.com.br/siding-vinilico/>>. Acesso em: 7 out. 2020.

KAZUMI, Mario. Wood Frame: Sistema De Construção Energitêmica Sustentável. São Paulo: Editora XPTO, 2010. Disponível em: <http://www.lpbrasil.com.br> > 2017/06 > Construção-CES_PDV. Acesso em: 14 out. 2020.

KLEIN, Bruno Gustavo, MARONEZI Vinícius. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame para construção de conjuntos habitacionais**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

LEITE, H. A. L. **Alvenaria Estrutural Em Situação De Incêndio – Proposta De Avaliação Com Vistas À Normatização**. 2018. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Campinas, 2018.

LEITE, Januária *et al.* **Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame**, Rio de Janeiro, v. 1, ed. 2, p. 1-16, 2015. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4017>. Acesso em: 7 out. 2020.

LEROY MERLIN. Telhado em Steel Frame. In: Como construir um pequeno telhado em steel frame. São Paulo: Eroy Merlin Cia Brasileira de Bricolagem, 2016. Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/faca-voce-mesmo/como-construir-um-pequeno-telhado-de-steel-frame>>. Acesso em: 2 out. 2020.

LIMA, Rodinely Francisco, **Técnicas, métodos e processos de projeto de construção do sistema construtivo Light Steel Frame**, 2013. 157 F. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

LOGSDON, Barros Norman, **Estruturas De Madeira Para Coberturas, Sob A Ótica Da Nbr 7190/1997**. 2002. 4f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal De Mato Grosso Faculdade De Engenharia Florestal Departamento De Engenharia Florestal, Cuiabá, 2002.

MARIANE, Antônio Luís de Campos. 25 ago. 2014. 65 slides. Material apresentado para Novas Tecnologias Para Isolamento Térmico De Tubulações E Dutos da Escola Politécnica da USP. Disponível em: < http://asbrav.tempbr.net/wp-content/uploads/2016/06/MF2014_0827_Palestra_3_Antonio_Mariani_Armacell.pdf.> Acesso em: 15 out. 2020.

MARINOSKI, D. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. **ufsc.br**, cinco abril 2011. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%202%20Alvenarias_%20introducao%2Bvedacao.pdf>.

MEIRELLES, Celia Regina M et al. **A Viabilidade das Construções Leves em Madeira no Brasil**. In: VIII Seminário Internacional de LARES – Mercados emergentes de Real Estate: novos desafios e oportunidades, 2008. Disponível em: < <http://www.lares.org.br/2008/img/Artigo008-Meirelles.pdf>.>. Acesso em: 6 out. 2020.

MOLINA, Julio *et al.* **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**, Londrina, v. 31, ed. 2, p. 143-156, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/download/4017/6906>. Acesso em: 2 out. 2020.

MOLITERNO, ANTONIO. **CADERNO DE PROJETOS DE TELHADOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2014. 251 p. v. 1.

OLIVEIRA, Luciana A. **Avaliação da aceitabilidade do sistema construtivo “wood frame”**. 2014, 61 f. Monografia (Curso de Especialização em Construções Sustentáveis,) – Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. CURITIBA, 2014.

PEDROSO, Victor. **Análise Da Sustentabilidade Socioambiental Do Sistema Light Steel Framing Para Habitações Populares**. Editora PIBIC Mackenzie, 2017. Disponível em: <[eventoscopq.mackenzie.br>jornada>paper>download.pdf](http://eventoscopq.mackenzie.br/jornada/paper/download.pdf) > Acesso em: 5 out. 2020.

PIZZONI, Candida *et al.* **VIDA ÚTIL DAS CONSTRUÇÕES WOOD FRAME NO BRASIL: DURABILIDADE E DESEMPENHO**, Florianópolis, v. 1, ed. 1, p. 1-12, 2017. Disponível em: <https://clem-cimad2017.unnoba.edu.ar/papers/T8-08.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.

ROQUE, James Antonio. **O Desempenho Quanto À Durabilidade De Alvenarias De Blocos Cerâmicos De Vedação Com Função Auto-Portante: O Caso Da Habitação De Interesse Social**. Universidade Estadual De Campinas, 2009.

SANTOS, A. **Pequeno construtor pode aderir ao PBQP-H**, 2014. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/pequeno-construtor-adere-ao-pbqp-h/>>. Acesso em: 26 setembro. 2020.

SCHNEIDER, Nelso. Radier. In: **Fundação Radier: O que é? Projeto e execução**. Rio do Sul, 2020. Disponível em: <<https://nelsoschneider.com.br/fundacao-radier/>>. Acesso em: 8 set. 2020.

SILVA, José da et al. Cazuzá. 10 set. 2015. 15 slides. Material apresentado para a disciplina de Estudos Culturais I no curso de Letras (Português) da UFSC.

SOLARA ENNHENHARIA *In: Como permanece um Canteiro de Obra quando a construção é realizada em Light Steel Frame?*. 1. ed. Belo Horizonte: Desenvolvido por Brasil Na Web, 2016. Disponível em: <http://www.solaradrywallbh.com.br/blog/como->

permanece-um-canteiro-de-obra-quando-construcao-e-realizada-em-light-steel-frame/. Acesso em: 18 out. 2020.

THOMAZ, E. et al. Código de práticas: **Alvenaria De Vedação Em Blocos Cerâmicos** / Ercio Thomaz [et al.]. – São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo, 2009 – (Publicação IPT; 2011).

TIZOTT, Rafael Mallmann. **Comparação Do Custo Benefício Entre Dois Tipos De Fundações: Sapata Rígida E Radier**. 2013. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Regional Do Noroeste Do Estado Do Rio Grande Do Sul, Ijuí, 2013.

VASQUES, Caio *et al.* **COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, CONVENCIONAL E WOOD FRAME EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**, São Paulo, 18 out. 2020. Disponível em: https://www.academia.edu/32192982/COMPARATIVO_DE_SISTEMAS_CONSTRUTIVO_S_CONVENCIONAL_E_WOOD_FRAME_EM_RESID%C3%84NCIAS_UNIFAMILIARES. Acesso em: 17 out. 2020.

VELLOSO, Joana G. **Diretrizes Para Construções Em Madeira No Sistema Plataforma**. 2010, 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

VIVAN, André Luiz, **Projeto para produção de residências unifamiliares em *Light Steel Frame***, 2011. 226 F. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, 2011.

WORDPRESS. Blog Do Light Steel Frame, 2017. Casa de Steel-frame. Disponível em: <<http://lightsteelframe.eng.br/quando-o-steel-frame-chegou-no-brasil-historia-e-futuro-do-sistema/casa-steel-frame-1933-atualmente/>>. Acesso em: 30, de setembro de 2020.

YES YOUR ENERGY SOLUTIONS. Aplicação de Siding. In: YES YOUR ENERGY SOLUTIONS. **Instalação de revestimento de vinil**. Holywell Green: J1 Marketing Digital, 2018. Disponível em: <http://yesenergysolutions.com/vinyl-siding-installation-5/>. Acesso em: 16 out. 2020.