

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
ROBSON RIBEIRO FERNANDES

**ESTUDO DE CASO DE UM COMPARATIVO DA VIABILIDADE
TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO DA
ALVENARIA CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING COM
FUNÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL EM CONSTRUÇÃO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE MONTE CASTELO – SC**

LAGES
2020

ROBSON RIBEIRO FERNANDES

**ESTUDO DE CASO DE UM COMPARATIVO DA VIABILIDADE
TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO DA
ALVENARIA CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAMING COM
FUNÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL EM CONSTRUÇÃO DE UMA
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE MONTE CASTELO – SC**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Eng. Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos

LAGES
2020

ROBSON RIBEIRO FERNANDES

**COMPARATIVO DA VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E
AMBIENTAL NA UTILIZAÇÃO DA ALVENARIA CONVENCIONAL E
LIGHT STEEL FRAMING COM FUNÇÃO DE VEDAÇÃO VERTICAL
EM CONSTRUÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE
DE MONTE CASTELO – SC**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Centro Universitário
UNIFACVEST como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Eng. Prof. ME. Aldori Batista
dos Anjos

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

Aldori Batista dos Anjos
Coordenador do Curso de Engenharia Civil

LAGES
2020

“Deus é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar aonde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm essa oportunidade. Ele a deu para mim, não sei por quê. Sei que não posso desperdiçá-la”

(Ayrton Senna)

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”

Roberto Shinyashiki

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado sabedoria, paciência, saúde e disposição ao longo de toda minha vida, que foram fatores essenciais para o meu aprendizado, para ir em busca do meu sonho e por conseguir realiza-lo.

Sou muito grato e dedico esta conquista a todos os meus familiares, especialmente a minha mãe Elenice Grein Corrêa que virou meu anjo da guarda desde o início da faculdade, ao meu pai Oscar Ribeiro Fernandes, a minha madrasta Samira Maria Kaschuk, meus irmãos Patrick Alexandre Ribeiro Fernandes, Raphael Kaschuk Ribeiro Fernandes, Cauã Kaschuk Ribeiro Fernandes e minha irmã Lívia Maria Kaschuk Ribeiro Fernandes, por todo amor, apoio, incentivo e compreensão em todos esses anos. Foi por vocês que consegui me manter em paz e persistente nesses anos de faculdade, a vocês, meu muito obrigado.

A minha namorada, Charlene Soares Rocha, por ter sido o maior pilar em minha caminhada, pela grande companheira e amiga durante as horas mais difíceis que tive em minha vida e também por todos esses anos de graduação, além de todo apoio, paciência e amor.

Agracio também meu sogro Wilson José Rocha, minha sogra Fatima Aparecida Soares, meu cunhado Charles Eduardo Soares Flor e também toda a família pela participação tão grande em minha vida.

É com muita emoção que agradeço meus amigos que moraram e compartilharam de várias emoções juntos comigo nesse período de faculdade, que são eles, Arlon Muriel Oracz, Arthur Felipe da Silveira Riedi, Anelise Nicole Leite e Gabriel Eduardo Lubenow. Obrigado pela parceria, amizade, companheirismo que todos tiveram para comigo e por me proporcionarem momentos de distração e ajuda nos estudos nesses cinco anos que se passaram.

Agradeço imensamente a todas as amizades que fiz nessa jornada de anos de cinco anos de graduação na cidade de Lages, desde os amigos da faculdade e eventos, até os que fiz pelo período de estágio na Invest Construtora e Incorporadora LTDA e 5º Batalhão de Bombeiros Militar de Lages SC, sendo essas experiências, fundamentais e que levarei para o resto da vida.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa trajetória, que ajudaram a realizar esse sonho e fizeram destes cinco anos, um período de crescimento intelectual e profissional.

RESUMO

Com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir as perdas e atender a uma elevada demanda de obras, a indústria da construção civil está em busca de novos métodos construtivos para substituir os métodos tradicionais que são muito utilizados, porém, arcaicos. Em virtude disso, surgiu o Light Steel Framing, que viabiliza uma leveza, agilidade e sustentabilidade na obra. Diante disso, este trabalho tem como base identificar a viabilidade técnica, econômica e ambiental na comparação entre o método construtivo em LSF que utiliza perfis metálicos formados à frio em sua composição e o método tradicional brasileiro que é a alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos, sendo os métodos propostos para fechamento vertical de uma residência unifamiliar na região de Monte Castelo – SC. Após o levantamento bibliográfico das características pontuadas entre os dois sistemas estudados, partiu-se para uma comparação dos mesmos para detectar as vantagens e desvantagens presentes em cada método, sendo que, para o quesito econômico da alvenaria convencional, utilizou-se da tabela SINAPI e para o LSF solicitou-se um orçamento a uma empresa próxima da cidade em estudo. Logo, chegou-se a um resultado pouco satisfatório economicamente na utilização do sistema construtivo em Light Steel Framing para o fechamento vertical, em que este, apresentou um custo final de 8% mais oneroso que o método de alvenaria convencional.

Palavras-chaves: Construção Civil; Viabilidade; Light Steel Framing; Alvenaria Convencional.

ABSTRACT

With the aim of increase productivity, decrease the losses and meet a high demand of the Market of construction, this industry is in search of new construction methods to replace the traditional methods that are very used, however, archaic. In virtue that, the makes a lightness, agility and sustainability in the work. Before that, this job is based on identify technical feasibility, economic and environmental in the comparison between the constructive method in LSF that uses cold-formed metal profiles in its composition and the traditional Brazilian method which is the 6-hole ceramic block masonry, being the proposed methods for vertical closure of a single-family residence in the region of Monte Castelo – SC. After the bibliographic survey of the punctuated characteristics between the two systems studied, sought a comparison of them to detect the advantages and disadvantages present in each method, being that, for the economic aspect of conventional masonry, used the SINAPI table and for LSF a budget has been requested from a company near the city under study. Soon, came up to a economically unsatisfactory result in the use of the construction system in Light Steel Framing for vertical closure, in which this, presented a final cost 8% more costly than the conventional masonry method.

Keywords: Construction; Viability; Light Steel Framing; Conventional Masonry.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

CEF – Caixa Econômica Federal

CM – Centímetro

CRFS – Cimento Reforçado com Fios Sintáticos

LSF – Light Steel Framing

MM – Milímetro

NBR – Norma Brasileira

ONU – Organização das Nações Unidas

OSB – Oriented Strand Board

RCC – Resíduos da Construção Civil

RF – Resistente ao Fogo

RU – Resistente a Umidade

SC – Santa Catarina

SINAPI – Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil

SindusConSP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

ST – Standard

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Grupos de sistemas e subsistemas, descritos sinteticamente	24
Quadro 2 - Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF	27
Quadro 3 - Relação entre espessura da placa cimentícia e aplicação	40
Quadro 4 - Dimensões dos blocos cerâmicos	48
Quadro 5 - Comparação ambiental entre o sistema construtivo Light Steel Frame e o sistema construtivo convencional.....	62
Quadro 6 - Comparativo técnico entre o sistema LSF e o sistema convencional	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações da Placa OSB estrutural	36
Tabela 2 - Levantamento de alvenaria	55
Tabela 3 - Alvenaria com área menor que 6 m ² e com vãos	56
Tabela 4 - Alvenaria com área menor que 6 m ² e sem vãos	56
Tabela 5 - Alvenaria com área maior ou igual a 6 m ² e com vãos	57
Tabela 6 - Alvenaria com área maior ou igual a 6 m ² e sem vãos	57
Tabela 7 - Levantamento de chapisco	58
Tabela 8 - Levantamento de emboço.....	58
Tabela 9 - Levantamento de emassamento	58
Tabela 10 - Levantamento de vergas e contra vergas.....	58
Tabela 11 - Levantamento de azulejo	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edificação em Light Steel Framing.....	22
Figura 2 - Construção em Steel Framing.....	23
Figura 3 - Desenho esquemático de uma estrutura em Light Steel Framing	25
Figura 4 - Etapa de montagem do sistema a seco em Light Steel Framing.....	26
Figura 5 - Corte esquemático de uma laje radier.....	28
Figura 6 - Laje radier.....	29
Figura 7 - Corte detalhado de fundação sapata corrida.....	30
Figura 8 - Ancoragens estruturais	31
Figura 9 - Ancoragem com barra roscada tipo “J”	31
Figura 10 - Ancoragem com fita metálica	32
Figura 11 - Ancoragem com tirante cinta.....	33
Figura 12 - Ancoragem provisória	34
Figura 13 - Painel LSF	35
Figura 14 - Placa OSB	37
Figura 15 - Edificação com fechamento de placas OSB.....	37
Figura 16 - Execução de fechamento externo em placa cimentícia.....	38
Figura 17 - Fixação de placas cimentícias, nas quais as medidas A e B são variáveis em função dos fabricantes	39
Figura 18 - Tipos de placas de gesso acartonado.....	41
Figura 19 - Tesouras de cobertura em Light Steel Framing com OSB	43
Figura 20 - Estrutura de concreto armado.....	45
Figura 21 - Viga de concreto simples (a) e armado (b).....	46
Figura 22 - Representação dos blocos cerâmicos.....	47
Figura 23 - Verga e contra verga.....	49
Figura 24 - Camadas do revestimento em argamassa	50
Figura 25 - Montagem de telhado	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação de custos entre o sistema em LSF e alvenaria convencional	64
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVOS.....	17
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	17
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	SUSTENTABILIDADE.....	18
2.2	DEFINIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO STEEL FRAME	20
2.3	ORIGEM DO SISTEMA CONSTRUTIVO LSF NO MUNDO	20
2.4	ORIGEM DO “LIGHT STEEL FRAME NO BRASIL	21
2.5	LIGHT STEEL FRAME (LSF)	23
2.5.1	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING.....	24
2.5.2	TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS	26
2.6	PROCESSO CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING.....	27
2.6.1	FUNDAÇÃO	27
2.6.2	RADIER	28
2.6.3	SAPATA CORRIDA OU VIGA BALDRAME	29
2.6.4	TIPOS DE FIXAÇÃO (ANCORAGEM) DOS PERFIS DO LSF NA FUNDAÇÃO	30
2.6.4.1	ANCORAGENS ESTRUTURAIS	30
2.6.4.2	ROSCA DE ANCORAGEM (ANCORAGEM TIPO “J”).....	31
2.6.4.3	ANCORAGEM COM FITA METÁLICA	32
2.6.4.4	ANCORAGEM COM TIRANTE	32
2.6.4.5	ANCORAGEM PROVISÓRIA.....	33
2.7	PAINÉIS	34
2.8	FECHAMENTO VERTICAL.....	35
2.8.1	PLACAS DE OSB.....	36
2.8.2	PLACAS CIMENTÍCIAS	38
2.8.3	GESSO ACARTONADO	40
2.9	COBERTURAS.....	41

3	SISTEMA CONSTRUTIVO ALVENARIA CONVENCIONAL	43
3.1	ASPECTOS DO PROCESSO CONSTRUTIVO	43
3.2	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	44
3.3	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	46
3.4	REVESTIMENTO DE PAREDES	49
3.5	COBERTURAS	51
4	METODOLOGIA	52
4.1	ESTUDO DE CASO	53
4.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	53
5	ANÁLISE E RESULTADOS	54
5.1	LEVANTAMENTO DE CUSTOS DA ALVENARIA CONVENCIONAL	56
5.2	LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE VEDAÇÃO EM LIGHT STEEL FRAME.	61
5.3	COMPARATIVO AMBIENTAL ENTRE OS SISTEMAS	61
5.3.1	ASPECTOS AMBIENTAIS DO SISTEMA CONVENCIONAL	62
5.3.2	ASPECTOS AMBIENTAIS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME	63
5.4	ANÁLISE TÉCNICA ENTRE OS SISTEMAS	64
5.4.1	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA CONVENCIONAL	65
5.4.2	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA LSF	67
6	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	68
	ANEXO A – PLANTA BAIXA	72
	ANEXO B – PLANTA DE PAREDE	73
	ANEXO C – PLANTA DE VIGA BALDRAME	74
	ANEXO D – FACHADA FRONTAL	75
	ANEXO E – FACHADA LATERAL ESQUERDA	76
	ANEXO F – FACHADA FUNDOS	77
	ANEXO G – FACHADA LATERAL DIREITA	78

1 INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, houve grandes modernizações e evoluções da tecnologia, onde possibilitou a criação de diferentes métodos construtivos para a construção civil. O ser humano busca constantemente sobrevivência e conforto em sua vida, em que se utiliza do meio ambiente e recursos ofertados por este (MOSSINATO, 2017).

No Brasil alguns métodos construtivos se estabeleceram adaptando-se nas condições locais. Comparando-se a indústria da construção civil brasileira com a de outros países, fica nítida a observância da utilização de métodos construtivos mais eficientes e eficazes, onde estas ajudam a fomentar a inovação de novas técnicas construtivas.

Por mais que tenha à disposição do brasileiro, diferentes métodos construtivos, a maioria decide pela utilização de métodos tradicionais em que se trabalha com material predominantemente artesanal, que tem como característica a baixa produtividade e principalmente um enorme desperdício de materiais. Essa escolha se dá devido a facilidade de obtenção de materiais, mão-de-obra e principalmente pela cultura já implantada no país.

Desta maneira, surgiu a industrialização, processo socioeconômico que tem como objetivo a transformação de áreas da sociedade inicialmente obsoleta em uma fonte de maior desenvolvimento, atualizações, riquezas e lucros. Esse processo se dá pelo aprimoramento de um determinado serviço, visando uma maior rendimento e produtividade com menor custo (BAPTISTA, 2005).

Diante ao fato do crescimento dos métodos adotados na construção civil brasileira como mostrado acima, surgiu o interesse de estudar mais profundamente o modelo construtivo de construção a seco fornecido pelo Light Steel Frame relação ao processo convencional. Portanto, o objetivo deste trabalho é encontrar qual a solução mais viável tecnicamente, economicamente e ambientalmente para a construção de uma residência unifamiliar na região da cidade de Monte Castelo, Santa Catarina, a partir da comparação entre o método construtivo de alvenaria convencional e Light Steel Framing, levando em consideração apenas o aspecto de vedação vertical e mostrando a eficiência dos mesmos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Comparar economicamente, tecnicamente e ambientalmente os sistemas construtivos em alvenaria convencional e light steel frame como função de vedação vertical em uma residência unifamiliar de 79,94 m² na cidade de Monte Castelo – SC.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as características dos dois sistemas construtivos em estudo;
- Aplicar o sistema construtivo LSF e o sistema de Alvenaria Convencional em um estudo de caso de uma residência unifamiliar;
- Analisar os dados obtidos para os dois sistemas construtivos em relação aos aspectos econômicos, técnicos e ambientais;
- Analisar as vantagens e desvantagens de cada sistema e definir o método construtivo mais viável para a construção no caso estudado.

1.2 JUSTIFICATIVA

Desde a época da urbanização, existe um grande aumento na demanda do setor da construção civil. Na atualidade, exige-se uma eficiência muito maior do que nos tempos passados e com isso deve-se construir com maior rapidez e conscientemente para evitar os desperdícios e a geração de resíduos de construção. Devido a questão ambiental, existe uma grande necessidade em buscar alternativas sustentáveis para a área da construção civil, e é por este motivo que se investe em métodos construtivos inovadores que diminuem o processo e possuem um alto nível de industrialização como explica Prudêncio (2013).

Gomes (2009) explica que nos dias de hoje, o mundo passa por um período marcante pelo fato de o homem observou a necessidade da utilização de métodos e materiais alternativos e recicláveis que podem ser utilizados em variados setores devido as adversidades presentes no mundo como a falta de recurso hídrico, a escassez de matérias primas e até mesmo o aquecimento global. Diante disso, muitas

empresas do ramo da construção civil estão em busca de alternativas diferentes em relação à métodos construtivos convencionais, mantendo ou melhorando ainda a qualidade do serviço prestado e empregando materiais parecidos aos mais usuais.

Um dos sistemas alternativos existentes é o Light Steel Frame que é um tipo de sistema muito utilizado em países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão, Canadá, Chile, entre outros. O Brasil tem grande potencial na área do aço, sendo que o mesmo é um dos maiores produtos de aço do mundo, porém, o método LSF ainda não é muito utilizado como mostra Frasson e Bitencourt (2017).

Desta forma, o estudo criterioso da aplicabilidade do sistema Light Steel Frame em relação a Alvenaria Convencional em uma residência unifamiliar é relevante, visto que é um sistema construtivo pouco utilizado no país e que oferece uma série de vantagens em seus processos frente aos métodos convencionais. Ademais, procurou-se um tema no setor da construção civil que ligasse os desperdícios e retrabalhos recorrentes na realidade construtiva brasileira possibilitando uma maior eficiência na obra.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SUSTENTABILIDADE

Por mais que muito se fala em sustentabilidade nos dias de hoje, esta questão começou há um bom tempo atrás como uma resposta para a industrialização. Em 1972 a ONU convocou a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia) e no parágrafo 6 desta conferência diz:

Chegamos a um ponto na História em que devemos moldar nossas ações em todo o mundo, com maior atenção para as consequências ambientais. Através da ignorância ou da indiferença podemos causar danos maciços e irreversíveis ao meio ambiente, do qual nossa vida e bem-estar dependem. Por outro lado, através do maior conhecimento e de ações mais sábias, podemos conquistar uma vida melhor para nós e para a posteridade, com um meio ambiente em sintonia com as necessidades e esperanças humanas [...]. Defender e melhorar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações se tornou uma meta fundamental para a humanidade.

Já em abril de 1987, a Comissão Brundtland, em um relatório inovador, denominado de “Nosso Futuro Comum” traz o conceito de desenvolvimento sustentável como:

O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.

Um mundo onde a pobreza e a desigualdade são endêmicas estará sempre propenso a crises ecológicas, entre outras...O desenvolvimento sustentável requer que as sociedades atendam às necessidades humanas tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades iguais para todos.

Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia. No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos.

Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas.

Referindo-se a sustentabilidade, induz-se pelo pensamento de meio ambiente. No entanto, não está ligada somente a área ambiental como também constitui os pilares no setor sociais e econômico como definido Elkington (2001).

Segundo Oliveira et al. (2012, p. 4) analisando cada um dos pilares separadamente, tem-se: Econômico, sendo a ideia principal a criação de empreendimentos viáveis, atraentes para os investidores; Ambiental, onde o destino que se pretende chegar é analisar a interação de processos com o meio ambiente sem lhe causar danos irreversíveis; e Social, que dá maior atenção com o estabelecimento de ações justas para trabalhadores, parceiros e sociedade.

De acordo com Stachera e Casagrande (2006), a indústria da construção civil é uma das áreas de grande importância para o Brasil, pelo grande consumo de recursos naturais utilizados para geração de energia consumida no processo e por consequência consegue um relevante giro monetário. Neste processo, os gases produzidos no ciclo da queima onde um desses é o dióxido de carbono (CO₂), esses são geralmente lançados na atmosfera sem nenhum tipo de tratamento.

2.2 DEFINIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO STEEL FRAME

Como diz FREITAS (2006, citado por HASS e MARTINS, 2011, p.16), a designação do nome “STEEL FRAMING” vem do inglês em que a palavra “steel” corresponde a aço no português e “framing” é derivado de “frame” que tem como significado esqueleto, estrutura ou moldura. Desta forma, pelo sistema “STEEL FRAMING” ser composto por variados elementos individuais ligados entre si e passando a funcionar como um grupo resistente as cargas solicitadas na construção, também pode ser definido como “esqueleto estrutural em aço”. O “Light Steel Frame” ou LSF não pode ser resumido apenas a sua estrutura, ele é composto de vários componentes como fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas.

2.3 ORIGEM DO SISTEMA CONSTRUTIVO LSF NO MUNDO

O sistema construtivo chamado de Steel Frame ou Light Steel Frame se deu origem a partir de outro sistema construtivo, segundo Rodrigues (2006):

A história do framing inicia-se entre 1810, quando nos Estados Unidos começou a conquista do território, em 1860, quando a migração chegou à costa do Oceano Pacífico. Naqueles anos, a população americana se multiplicou por 10 e para solucionar a demanda por habitações recorreu-se a utilização dos materiais disponíveis no local (madeira), utilizando os conceitos de praticidade, velocidade e produtividade originados na Revolução Industrial (2006, p.10).

Foi por consequência da elevada exploração das florestas que as indústrias no ramo da madeira foram proibidas de desmatar e assim, foi necessário utilizar madeira de baixo custo e por decorrência fez com que a qualidade caísse significativamente. Deste modo, a madeira passou a ser substituída pelo aço em meados de 1980. Com o término da Segunda Guerra Mundial, foi impulsionado o setor de produção do aço, pois o mesmo era um material abundante e assim foi um produto reformador principalmente ligado a área da construção civil em que o aço é muito utilizado até nos dias de hoje (PEDROSO et al., 2014, p.4).

Estima-se que, 25% das residências construídas nos Estados Unidos eram em Steel Frame até o final dos anos 90. Já no Japão começaram a surgir as primeiras

construções em Steel Frame após os bombardeios em que destruiu milhões de casas e então o governo japonês limitou a utilização da madeira para construções, pelo fato desse tipo de material propiciar significativamente o aumento das chamas e aumentando ainda mais a destruição. Por consequência dessa tragédia ocorrida exigiu-se uma grande quantidade de material que não fossem inflamáveis para reconstruir as residências afetadas que foram aproximadamente 4 milhões de moradias, onde foi empregado o aço no lugar da madeira (CASTRO; FREITAS, 2006).

De acordo com o Engenheiro Civil Alessandro de Souza Campos, desde o início do Light Steel Frame em Portugal, em meados da década de 90, a procura por casas com estruturas em aço era muito constante, mesmo com alguns detrimetos e erros cometidos pelos precursores da área não interferiu no sucesso do inovador método construtivo LSF. Aos poucos as divulgações dessa nova maneira de se construir foram aumentando e foram se tornando mais conhecidas por parte do público geral, assim, a população começou a dar olhos a essa descoberta e aprofundando estudos na área. Desta maneira, começou aparecer melhoramento nas técnicas utilizadas, beneficiando ainda mais o consumidor. Desde então, o sistema ganha o mercado a cada dia. Hoje o LSF já passou de apenas aplicação residenciais como também está sendo empregado obras comerciais, escolas, hospitais, edifícios de até 4 pavimentos, galpões, armazéns, restaurantes, hotéis e coberturas.

2.4 ORIGEM DO “LIGHT STEEL FRAME NO BRASIL

Diz Castro (2007) que, no Brasil em meados do século XIX e início do século XX, existiu um vultuoso número de importação de construções verticais para os mais diversos fins e complementos arquitetônicos de ferro, pré-fabricados, variando sua origem entre Grã-Bretanha, França, Bélgica e Alemanha. Pela pouca demanda no início da chegada desses novos produtos, na arquitetura paulistana o ferro foi empregado de primeira mão como elementos decorativos como portões, gradis, colunas, chafarizes. Logo após uma demanda comercial maior, passou a ser utilizado em grande escala como elementos estruturais das construções, tanto nas de menor porte até mesmo nas de grande porte como edifícios.

Ainda Castro (2007) continua contando, logo no início de sua chegada no país, era composto por elementos de construções a seco como é conhecido no Brasil, como painéis portantes e outras estruturas de aço galvanizado, sendo esse método de Light Steel Frame muito importante para a construção civil, podendo ser um dos modos de construir muito eficientes em relação às maneiras convencionais, pela sua qualidade na mão-de-obra que é exigido, pelas otimizações de prazos e custos, diminuição de desperdícios, padronização, entre outros.

Como conta Nestler (2017, p.30):

No início do segundo semestre de 2003, o CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço), representando o setor siderúrgico, juntamente com o SindusConSP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo), elaboraram e aprovaram, junto à instituição financeira CEF (Caixa Econômica Federal), um manual, denominado “Steel Framing – Requisitos e condições mínimos para financiamento pela CAIXA”, válido para todo o Brasil, que regulamenta a forma de construção desse sistema.

É ressaltado por Castro (2007) que no Brasil, o sistema LSF já apresenta casos de edificações de vários andares com até 4 pavimentos, como ilustrado na figura 1, para habitação de pessoas com baixo poder aquisitivo. Executados pela iniciativa da Kofar distribuidora de aço em conjunto com as construtoras Haltec (Bragança Paulista) e a experiente US Home (Curitiba) o condomínio “Colina das Pedras”, em Bragança Paulista (SP) é uma realidade de 8.900 m². Ao todo o empreendimento conta com 13 edificações, com 16 apartamentos de 42 m² cada, todos executados no sistema Light Steel Framing, consumindo apenas 08 meses de trabalho.

Figura 1 - Edificação em Light Steel Framing.



Fonte: Crasto, 2007.

2.5 LIGHT STEEL FRAME (LSF)

Crasto (2005) diz que o sistema Light Steel Framing (LSF) ou Steel Framing, como é conhecido mundialmente, é um sistema de concepção racional como principal característica uma estrutura formada por perfis de aço galvanizado formados a frio que são utilizados em variadas partes estruturais e não estruturais da construção como: vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhados, fechamento interno e externo, entre outros componentes como ilustra a figura 2.

Figura 2 - Construção em Steel Framing.



Fonte: O LAPIS VERDE, 2010.

Hass e Martins (2011) explicam que, uma construção Light Steel Framing nada mais é do que pré-fabricados como em um sistema de alvenaria convencional. Assim como os tijolos vêm prontos da fábrica e depois sobrepostos um ao outro, o mesmo acontece com os perfis metálicos, que muitas das vezes é preciso corta-los in loco. Num edifício com estrutura metálica só é possível demolir o edifício tal como em qualquer outro caso, sendo que o aspecto final é rigorosamente igual ao de qualquer outra casa. As construções LSF são completamente iguais, tanto pelo exterior como pelo interior a qualquer outra construção. O que varia é a estrutura metálica que lhe confere mais segurança e os materiais de isolamento térmico e acústico que lhe garantem mais conforto.

O Sistema LSF pode ser denominado também como sistema auto-portante em aço de construção a seco pelo fato de ser um sistema industrializados, assim possibilitando uma construção a seco com agilidade e rapidez na execução (CRASTO, 2005).

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

Castro (2007) apresenta que o sistema construtivo LSF são vários subsistemas, ordenados, pré-fabricados e interrelacionados, como descrito no quadro 1. Esses perfis de aço galvanizados, possuem pouca espessura e por consequência um material considerado leve que após o processo de formação estrutural portante da edificação, montados em quadros, são formados painéis portantes.

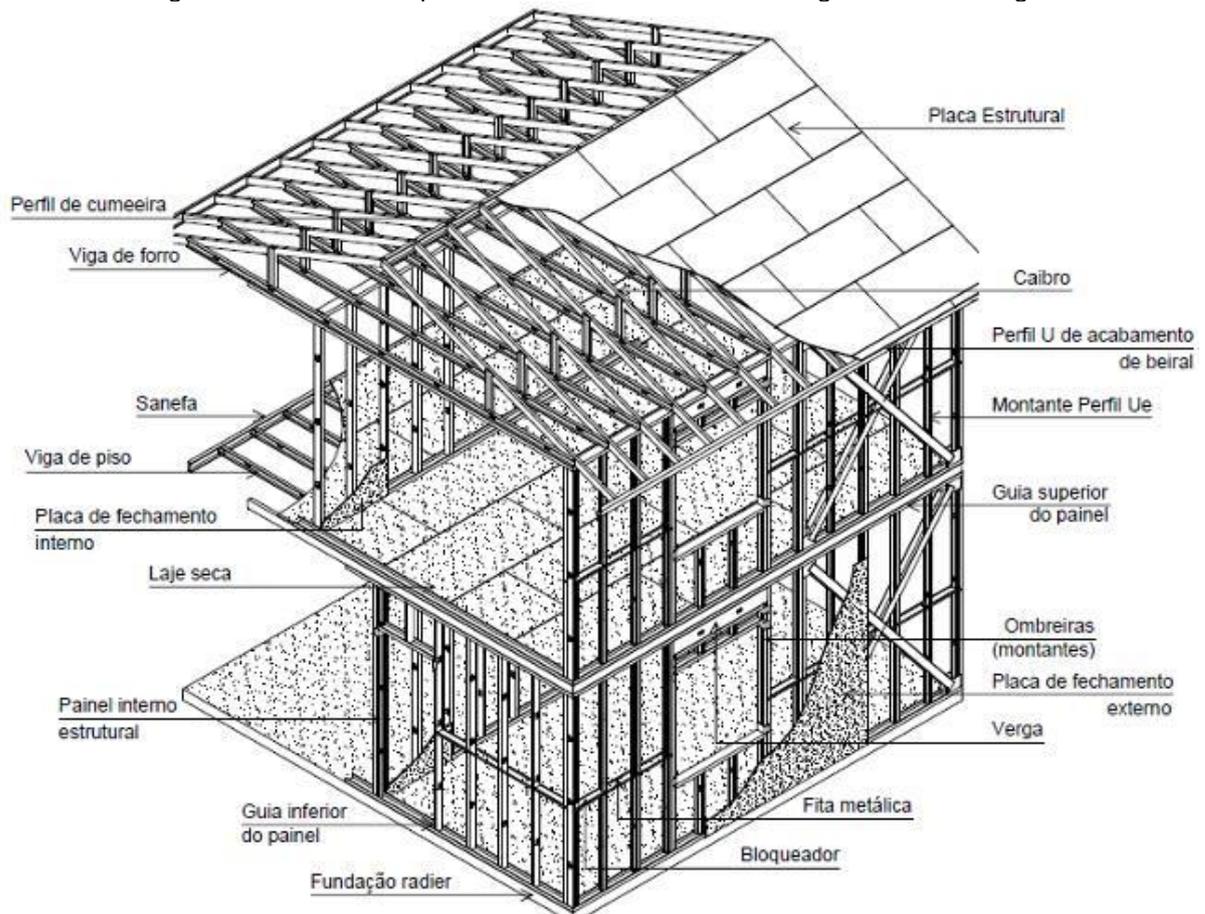
Quadro 1 - Grupos de sistemas e subsistemas, descritos sinteticamente.

item	Sistema	Sub-sistemas	Descrição sumária
1	Fundação	Fundação	Radier (sistema convencional)
2	Light Steel Framing	Estrutura da cobertura	Tesoura metálica utilizando <i>light steel framing</i>
		Paredes externas	Painel metálico utilizando <i>light steel framing</i>
		Paredes internas (I)	Painel metálico utilizando <i>dry wall</i> – para áreas que não haverão de suportar cargas
		Paredes internas (II)	Painel metálico utilizando <i>light steel framing</i> – para áreas que haverão de suportar cargas
3	Cobertura	Cobertura	Cobertura <i>Shingle</i> ou ardósia
			Cobertura cerâmica, ou concreto
			Cobertura metálica
			Sub cobertura
4	Instalações	Instalações de água fria	PEX ou PVC
		Instalações de água quente	PEX ou PVC
		Instalações elétricas	Conduítes corrugados ou lisos
5	Fechamentos	Fechamento Interno – área seca	Placas de gesso acartonado
		Fechamento Interno – área úmida	Placas de gesso acartonado verde
		Isolamento Térmico	Manta mineral
		Fechamento Externo	Placas de OSB e barreira de umidade
		Acabamento Externo	Réguas de PVC ou Metálica
5	Fechamentos	Esquadrias	Madeira, Aço, Alumínio, PVC

Fonte: Castro, 2007.

O sistema construtivo baseado em estrutura de aço, sendo conhecido com o termo de Light Steel Framing (LSF) foi designado pelo Swedish Institute of Steel Construction (Instituto Sueco de Construção em Aço). Pelo conceito estrutural garante-se um aproveitamento completo das chapas empregadas para fechamento interno e externo da construção como mostra a figura 3, sendo que o sistema está em distribuir as cargas por meio de uma modulação paralela equidistantes em 400 mm ou 600 mm como afirma Castro (2007).

Figura 3 - Desenho esquemático de uma estrutura em Light Steel Framing.

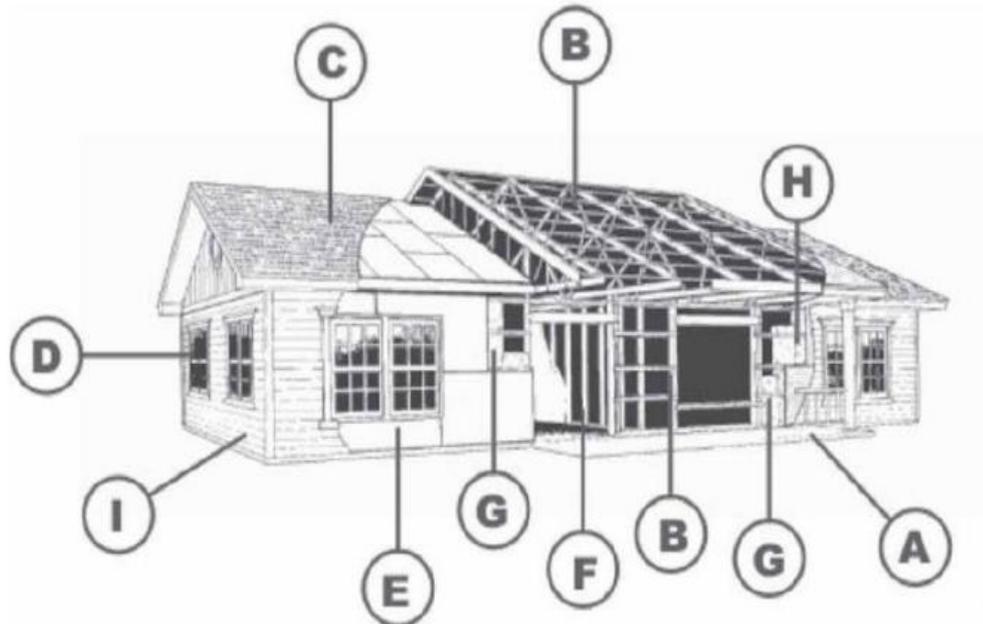


Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura, 2012.

Castro (2007) ainda continua falando que, este método construtivo por ser um sistema que emprega vários componentes de montagem, todas as etapas dependem do término da anterior, finalizando com o fechamento total do sistema como ilustrado na figura 4. Desta forma, o método não possibilita a falta de um processo neste conjunto de etapas necessárias para obter êxito na montagem.

Este sistema complementa-se com o emprego de materiais locais (telhas cerâmicas, de concreto, etc), acabamentos, esquadrias, respeitando as tradições da região de implantação do projeto. Desta forma, não se apresenta como um sistema hermético. Seu conceito construtivo está intimamente ligado às questões de sustentabilidade, enquadrando-se no processo de construção seca. Este método de construção procura minimizar o uso da água, sendo empregada apenas quando da execução do radier (CASTRO, 2007).

Figura 4 - Etapa de montagem do sistema a seco em Light Steel Framing.



- | | |
|---|---|
| a) Execução do radier, moldado in loco; | e) Fechamento externo; |
| b) Montagem dos painéis, de toda a estrutura metálica, inclusive a tesoura de cobertura; | f) Instalação das tubulações hidro-sanitárias (água quente e fria) e elétricas; |
| c) Montagem da cobertura com telhas que podem ser do tipo cerâmica, shingles, ardósia, metálica, concreto, sob camada de uma sub-cobertura; | g) Isolamento térmico das paredes; |
| d) Instalação das esquadrias; | h) Fechamento interno – com gesso acartonado; |
| | i) Acabamento externo com régua vinílica ou de aço; |
| | Término: execução do acabamento interno (pintura). |

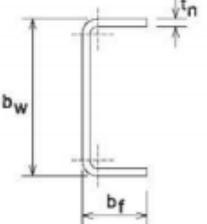
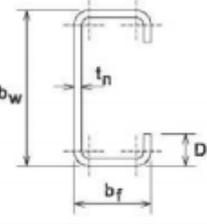
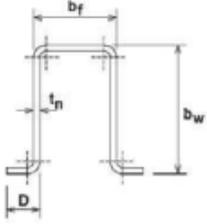
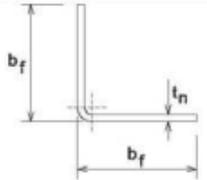
Fonte: Castro, 2007.

2.5.2 TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS

Para Crasto (2005), os perfis estruturais de aço formados a frio que são alcançados através do dobramento que pode ser feito por prensa dobradeira ou por perfilagem onde é possível obter os perfis em formato “U” simples que nada mais é do que a obtenção do formato do aço sem a utilização da dobra da mesa ou perfis no formato “C” enrijecidos que se dá justamente com a dobra da mesa. Em elementos da construção onde exige-se uma maior resistência do material, é utilizado os perfis do tipo enrijecidos como em todo o interior dos painéis para fechamento das paredes,

tesouras de cobertura, pisos, entre outros elementos. O quadro 2 mostra os modelos e suas aplicações.

Quadro 2 - Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF.

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	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: ABNT NBR 15253:2014.

2.6 PROCESSO CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING

2.6.1 FUNDAÇÃO

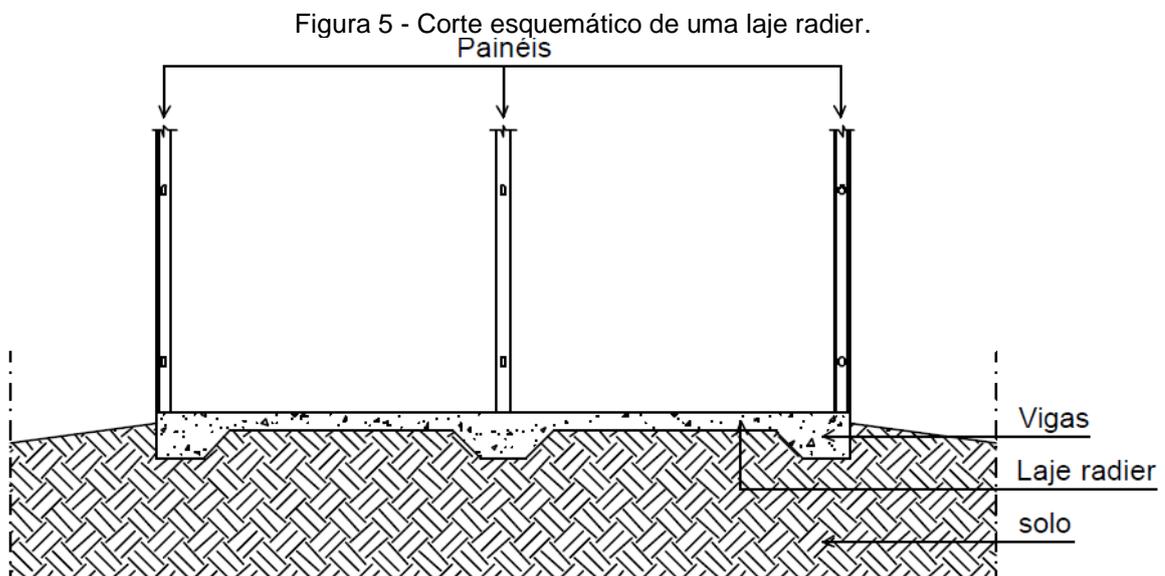
Por ser muito leve, a estrutura de Light Steel Framing e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções e por causa deste fator, já há uma grande economia na parte fundacional da construção. O peso de um painel estrutural de LSF pesa significantes 20 % de uma parede equivalente em blocos. Pelo fato de que as cargas são distribuídas uniformemente por toda a extensão dos painéis estruturais, exige-se uma fundação contínua para melhor

sustenta-las. No entanto a escolha da fundação fica a critério do projetista, pois vai ser de extrema relevância as características do terreno como afirma Trebilcock (1994, citado por Crasto, 2005).

Crasto (2005) ainda pontua que as fundações são executadas de acordo com os processos convencionais como em qualquer outra construção, deve-se ater a todos os detalhes necessários como: isolamento contra umidade, correta execução de ferragem, concretagem, entre outros. As fundações mais usuais para sistemas de Light Steel Framing são radier e sapata corrida ou viga baldrame como será apresentado a seguir.

2.6.2 RADIER

Para Crasto (2005), o sistema estrutural de radier possui alguns componentes fundamentais, que são: a laje contínua de concreto, as vigas no perímetro da laje e também é indicado colocar vigas sob paredes estruturais ou colunas para garantir uma maior rigidez na fundação da construção. Este sistema, nada mais é do que um tipo de fundação rasa aonde o seu funcionamento se dá como uma laje, em que são transmitidas as cargas da estrutura para o solo como mostrado na figura 5. De acordo com o terreno, se o mesmo permitir o uso da fundação radier, esta é a mais utilizada para construções em Light Steel Framing.



Fonte: Crasto, 2005.

Para dimensionamento do radier, é necessário a utilização das normas regulamentadoras para nortear os padrões mínimos exigidos para uma segurança estrutural. Como explica Crasto (2005), o resultado do dimensionamento se dará mediante cálculos estruturais e alguns detalhes que se deve prever na elaboração do projeto. Alguns desses detalhes são: o nível do contrapiso que precisa ser de no mínimo 15 cm de altura do solo com para evitar a infiltração de água na construção como ilustrado na figura 6 e também, é necessário se ater nas calçadas ao redor da construção que, para um bom escoamento da água, necessita de uma inclinação mínima de 5%.

Figura 6 - Laje radier.

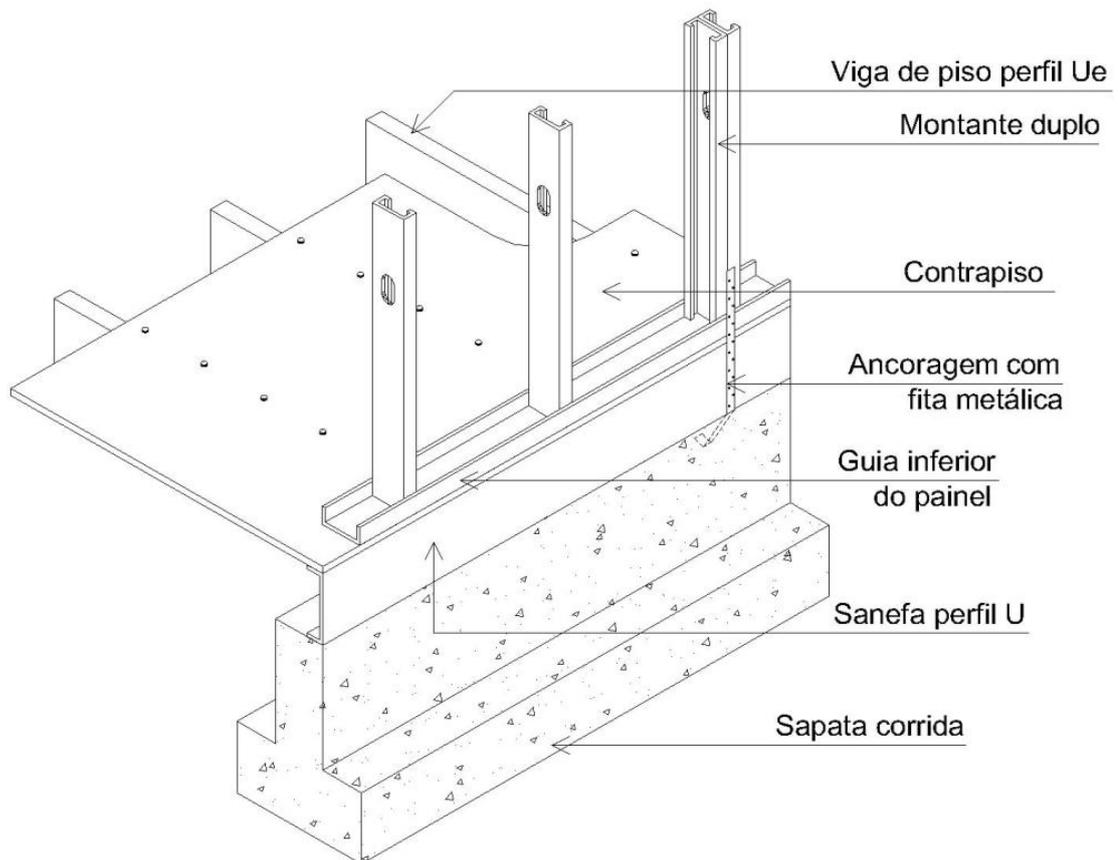


Fonte: Portal Metálica, 2004.

2.6.3 SAPATA CORRIDA OU VIGA BALDRAME

Para Crasto (2005), esses tipos de sistemas estruturais constituem-se de vigas, podendo essas serem de blocos de concretos, alvenaria ou concreto armado. A sapata corrida é um tipo de fundação muito indicada para locais em que é utilizado paredes portantes pelo fato dessas, terem as distribuições das cargas uniformemente e contínuas ao longo das paredes. Nessas opções de fundações, o contrapiso é constituído por perfis galvanizados que são apoiados na fundação como mostra a figura 7.

Figura 7 - Corte detalhado de fundação sapata corrida.



Fonte: Crasto, 2005.

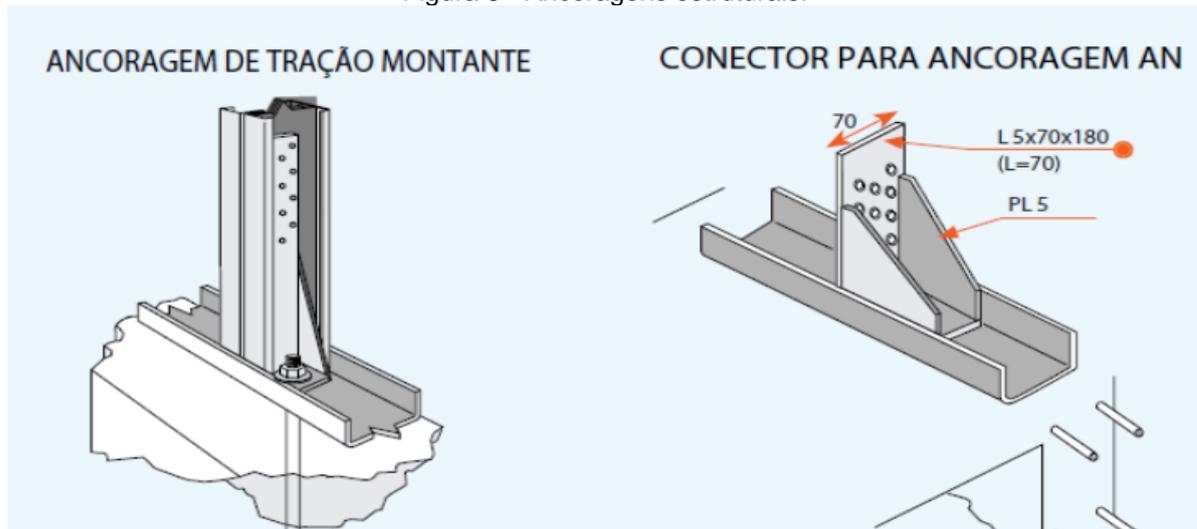
2.6.4 TIPOS DE FIXAÇÃO (ANCORAGEM) DOS PERFIS DO LSF NA FUNDAÇÃO

Uma das partes fundamentais para se obter êxito estrutural na obra com o sistema LSF é tomar bastante cuidado em quais os tipos de ancoragens que serão utilizados para fixação dos perfis, sendo que esse cuidado deve-se tomar antes mesmo de ser realizado a concretagem. Existem cinco tipos de ancoragens que podem ser usados e o que for escolhido, deverá estar especificado no projeto trazendo as descrições das distâncias, profundidades e espessuras dos mesmos, como explica Petersen (2012).

2.6.4.1 ANCORAGENS ESTRUTURAIS

Para Petersen (2012), “São utilizadas, de preferência, nos cantos onde existe concentração de esforços e/ou para suportar as cargas transmitidas pelas diagonais de contraventamento. Está demonstrada na imagem 8”.

Figura 8 - Ancoragens estruturais.

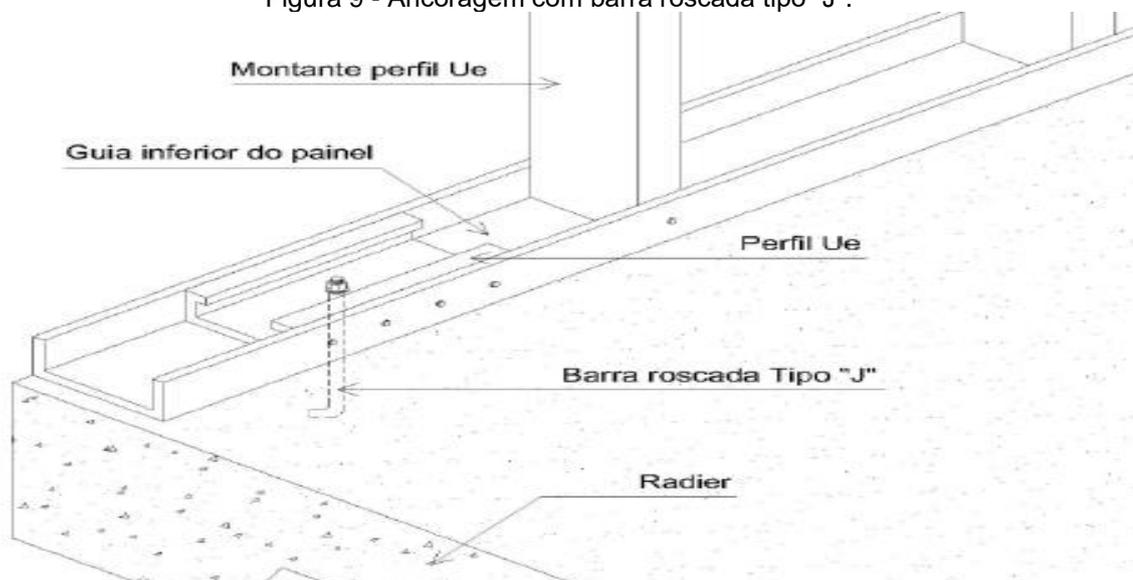


Fonte: Steel House (2011, apud Petersen, 2012).

2.6.4.2 ROSCA DE ANCORAGEM (ANCORAGEM TIPO “J”)

Este tipo de ancoragem é engastado na fundação colocando-a antes da concretagem. É uma barra roscada e curvada como ilustrado na figura 9, sendo que essa parte curvada é locada no interior da fundação e a parte reta é utilizada para ser fixada à guia ou ao montante. Quando preso à guia é preciso utilizar um tipo de reforço em perfil “Ue” com comprimento mínimo de 150 mm (CRASTO, 2005).

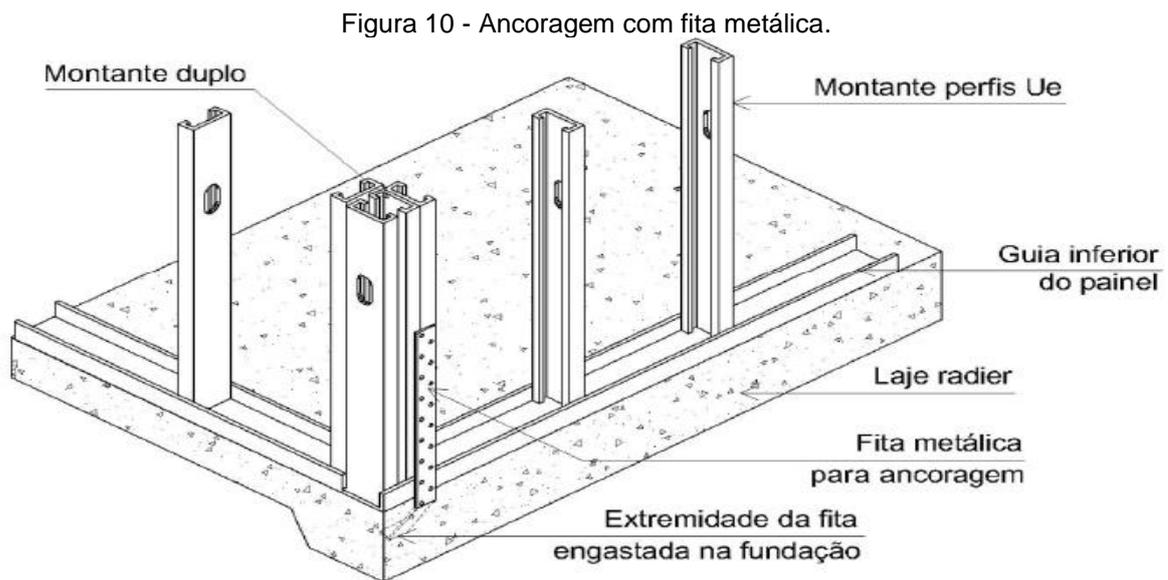
Figura 9 - Ancoragem com barra roscada tipo “J”.



Fonte: Crasto, 2005.

2.6.4.3 ANCORAGEM COM FITA METÁLICA

Segundo Consul Steel (2002, apud CRASTO, 2005), este tipo de ancoragem se dá pela fixação de fitas metálicas que são chumbadas na fundação, e outra extremidade das fitas são parafusadas nos montantes da estrutura como mostra a figura 10.

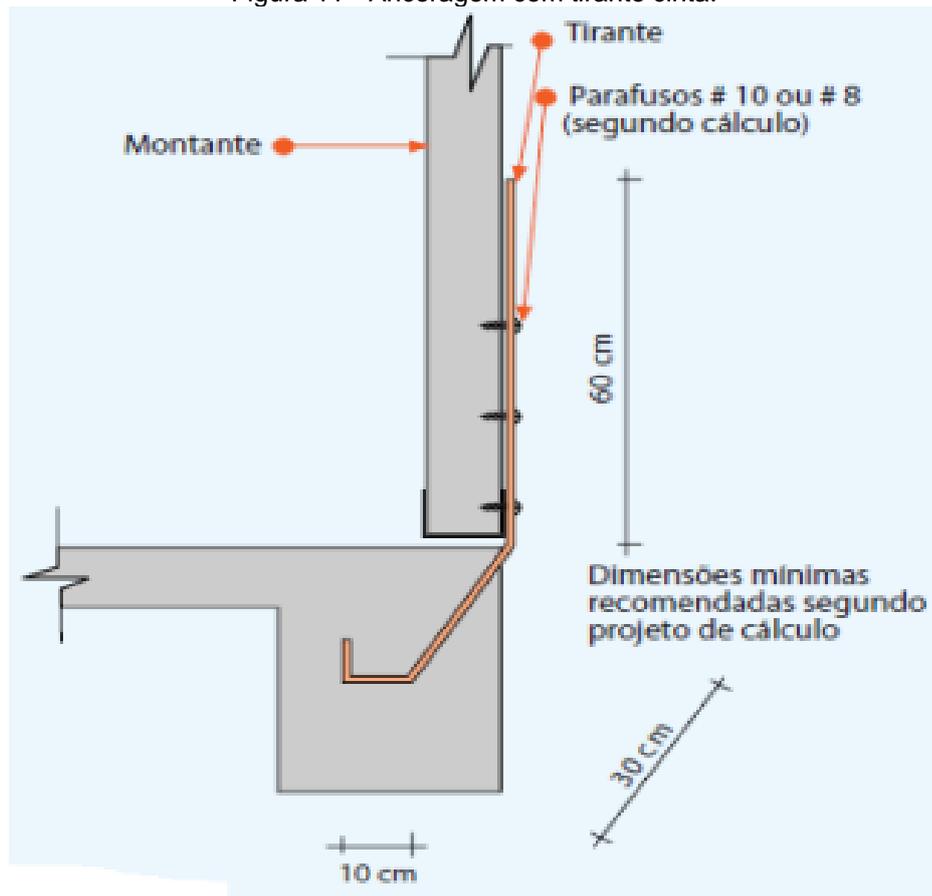


Fonte: Crasto, 2005.

2.6.4.4 ANCORAGEM COM TIRANTE

É um tipo de ancoragem que serve como reforço para a parte de fixação externa e trabalha juntamente com as roscas de ancoragem. Estes elementos para amarração podem ser tanto fabricados (in loco) ou podem ser comprados já prontos. O princípio de engaste se dá com um gancho de aço que fica preso geralmente em uma barra de aço do contrapiso e a haste de ferro que fica por fora é fixada na lateral do perfil como mostra a figura 11 (PETERSEN, 2012).

Figura 11 - Ancoragem com tirante cinta.



Fonte: Steel House (2011, apud Petersen, 2012).

2.6.4.5 ANCORAGEM PROVISÓRIA

Como o próprio nome já diz, esse tipo de fixação é provisório. No processo de construção da estrutura, é utilizado o sistema de fincar pinos com acionamento a base de pólvora, sendo o objetivo principal desses pinos, o prumo dos perfis enquanto são juntados a outros perfis no mesmo pavimento até que sejam ancorados definitivamente como é mostrado na figura 12.

Figura 12 - Ancoragem provisória.



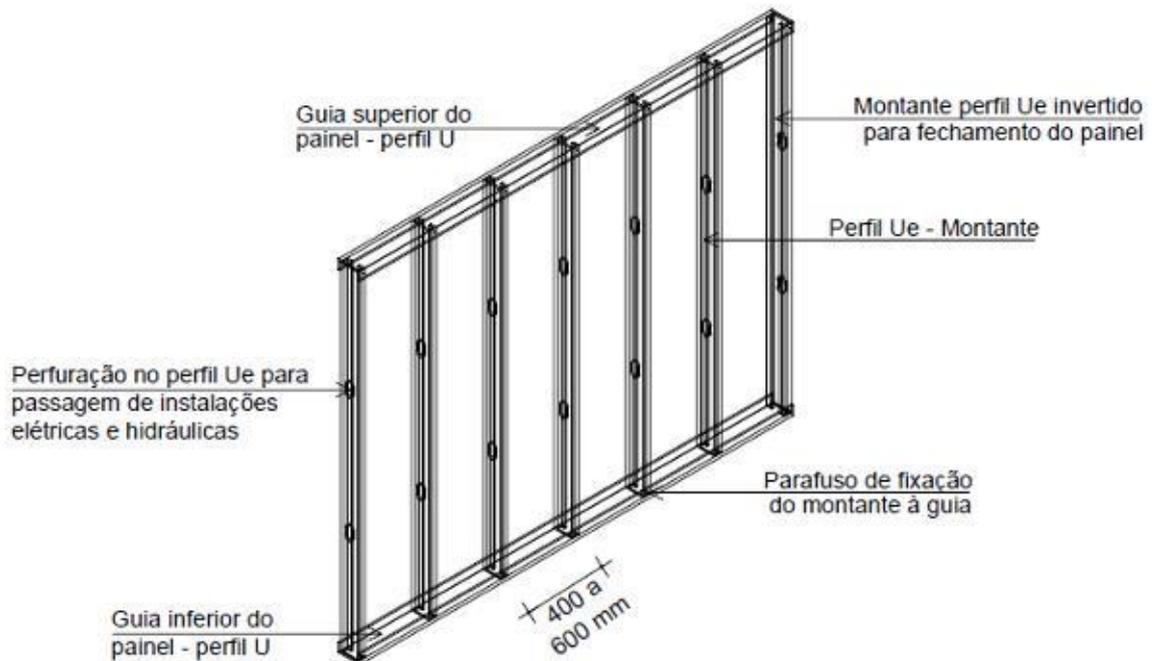
Fonte: Crasto, 2005.

2.7 PAINÉIS

Para Crasto (2005), “Os painéis no sistema LSF exercem basicamente a finalidade de componentes do sistema estrutural da edificação, e associados a elementos de fechamento, desempenham a função de vedação vertical da mesma”.

A composição destes painéis para o sistema Light Steel Framing se dá por vários perfis de aço galvanizado como mostra a figura 13, que desempenham tanto o papel de elementos como vedação quanto a função estrutural (QUEIROZ, 2019).

Figura 13 - Painel LSF.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura, 2012.

Como explica Santiago, Freitas e Crasto (2012), os painéis que não tem função estrutural, também chamados de “não estruturais” são os que funcionam exclusivamente como divisória interna ou fechamento externo. Já os que compõem a estrutura propriamente dita da construção, que resistem as cargas transmitidas pela edificação são chamados de painéis auto-portantes ou estruturais.

Cruz (2012, apud QUEIROZ, 2019) esclarece que “os painéis podem ser utilizados na vertical, para paredes, e na horizontal, para pisos. A junção desses painéis é feita a partir de parafusos autoperfurantes e auto-atarraxantes”.

2.8 FECHAMENTO VERTICAL

Lopes (2008, p.18, apud Pereira, Carlos, 2017) explica que para o fechamento vertical da estrutura em Light Steel Frame, estão disponíveis no mercado três opções que são mais utilizadas, sendo as placadas de OSB “Oriented Strand Board” (no português, Painel de Tiras de Madeira Orientada), as placas cimentícias e as de gesso acartonado que dentre estas, é utilizada para ambientes internos.

2.8.1 PLACAS DE OSB

“As placas de OSB (Oriented Strand Board) são constituídas por tiras de madeira de reflorestamento orientadas em quatro camadas perpendiculares, unidas com resinas prensadas sob alta temperatura” (MASISA, 2007, apud SANTIAGO, 2008).

Campos (2014) explica um pouco mais sobre a função e as espessuras das placas de OBS onde as mesmas possuem uma função estrutura e a menor espessura não deve ser inferior a 9,5 mm. Para lajes secas, a OSB dispõe de espessuras entre 15 mm e 18,3 mm, sendo que as especificações estarão diretamente ligado aos espaçamentos entre os perfis, a carga e o projeto estrutural. Como essas placas podem ser encontradas em várias espessuras e diferentes características de acordo com cada tipo de uso, na tabela 1 está sendo apresentadas um pouco das especificações dos painéis de OSB estrutural disponíveis nas comercializações.

Tabela 1 - Especificações da Placa OSB estrutural.

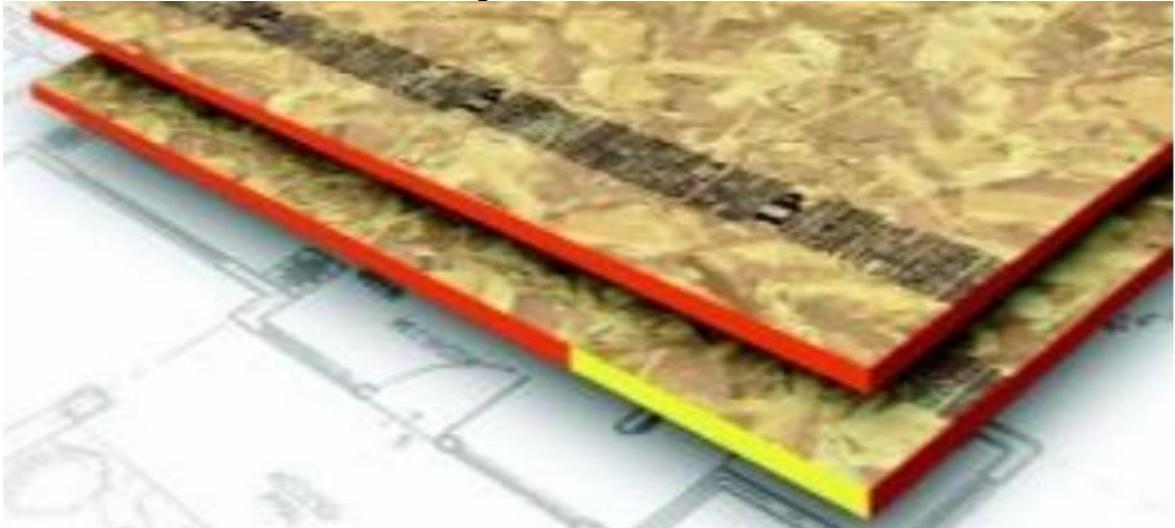
Espessura (mm)	Dimensão (mm)	Peso por painel (kg)	Aplicação
9,5	1, 20 x 2, 40	17,5	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 40cm
	1, 20 x 3, 00	21,9	
11,1	1, 20 x 2, 40	20,4	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 60cm
	1, 20 x 3, 01	25,6	
15,1	1, 20 x 2, 40	27,8	Paredes com perfis espaçados a no máximo a 60 cm, telhados a no máximo 80cm Pisos e lajes secas a no máximo 40cm
18,3	1, 20 x 2, 40	33,7	Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 60cm

Fonte: LP Brasil, 2013; apud Campos, 2014, p.40.

As placas de OSB funcionam como contraventamento da estrutura e em alguns pontos podem também funcionar como reforço para esforços de cargas suspensas nas paredes da edificação. Contudo, deve-se tomar muito cuidado na hora da execução da montagem dos painéis de OSB e seguir ao máximo as especificações do projeto para conseguir uma boa estabilidade estrutural. Além disso, para conseguir diferenciar os tipos de placas, o fornecedor utiliza de tintas para colorir as bordas como

mostra a figura 14 e também com o auxílio de um carimbo, consegue realizar marcações nas peças distinguindo-as (CAMPOS, 2014).

Figura 14 - Placa OSB.



Fonte: LP Brasil, 2013; apud Campos, 2014, p.85.

Para Queiroz (2019, p.46), “Essas chapas são parafusadas sobre os painéis estruturais junto de uma manta impermeável. Como essas placas têm como matéria-prima a madeira, elas são devidamente tratadas contra insetos e umidade”.

Figura 15 - Edificação com fechamento de placas OSB.



Fonte: Espaço Smart, 2017; apud Queiroz, 2019, p.46.

2.8.2 PLACAS CIMENTÍCIAS

Segundo Campos (2014) essas placas são fabricadas com uma tecnologia chamada Cimento Reforçado com Fios Sintéticos (CRFS), onde são formadas a partir de polpas ou fibras minerais celulosas e fio sintéticos juntamente com uma massa de cimento do tipo Portland, com isso, deixando a estrutura da chapa mais reforçada e podendo ser utilizada até mesmo como um reforço estrutural.

Como explicado por Santiago, Freitas e Crasto (2012), as placas cimentícias podem ser utilizadas tanto para uso em pisos quanto para fechamento horizontal interno e externo como ilustrado na figura 16, devido à grande característica de resistência às intempéries, podendo assim, ficarem expostas a esses fatores climáticos sem nenhum problema.

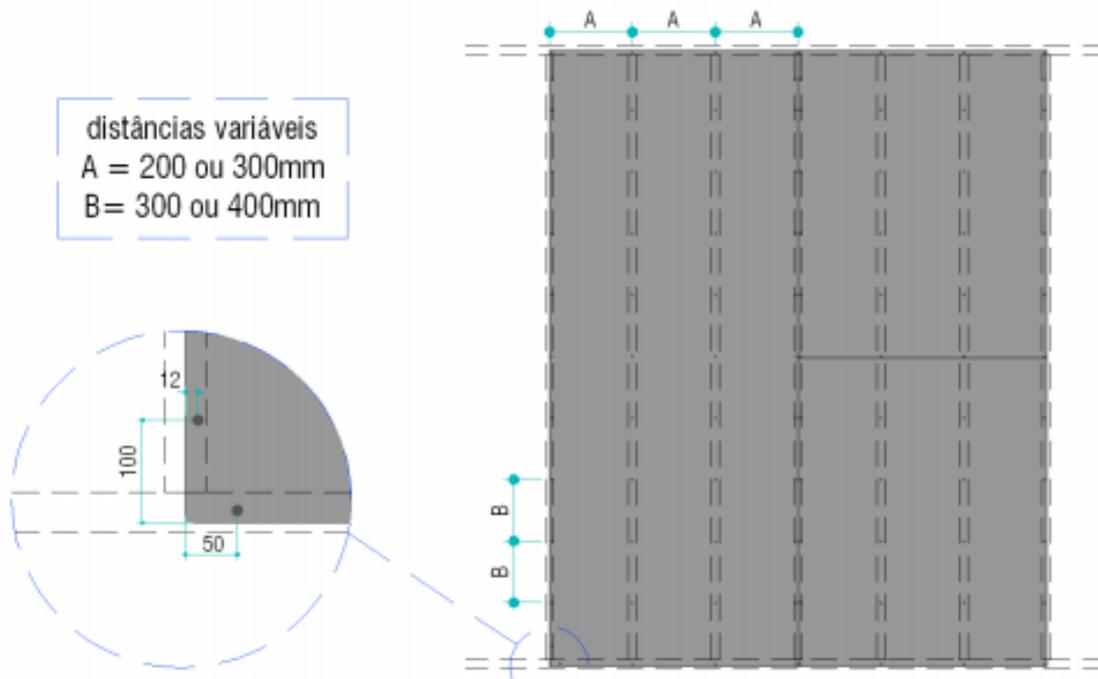
Figura 16 - Execução de fechamento externo em placa cimentícia.



Fonte: Brasilit, 2007; apud Santiago, 2008, p.112.

Quando as placas cimentícias forem utilizadas para fechamento externo, exige-se uma atenção entre os espaçamentos entre os montantes que deve-se utilizar no máximo 400 mm entre eles como mostrado na figura 17 e com um distanciamento mínimo de 3 mm, pois devido ao peso mais maleável, se colocado um distanciamento maior pode ocasionar deformações no interior das placas (CAMPOS, 2014).

Figura 17 - Fixação de placas cimentícias, nas quais as medidas A e B são variáveis em função dos fabricantes.



Fonte: Campos, 2014.

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012), as principais características da placa cimentícia são:

- Elevada resistência a impactos, o que possibilita seu uso em fechamentos externos;
- Grande resistência a umidade, podendo ser exposta as intempéries;
- São incombustíveis;
- Podem ser curvadas depois de saturadas, possibilitando curvaturas no sentido do comprimento com até 3 metros de raio;
- Tem baixo peso próprio, até 18 kg/m^2 , facilitando o transporte e manuseio, dispensando o uso equipamentos de içamento;
- Compatível com a maioria dos acabamentos ou revestimentos: pintura acrílica, cerâmicas, pedras naturais, pastilhas, etc;
- São cortadas com facilidade com ferramentas com superfície de ataque de metal duro;
- Rapidez de execução: sistema de montagem semelhante ao do gesso acartonado. Suas dimensões variam de acordo com o fabricante, porém, as chapas utilizadas para sistemas de fechamento em LSF são comercializadas nas dimensões que possuem largura fixa de $1,20\text{ m}$ e comprimentos que variam de $2,00\text{ m}$, $2,40\text{ m}$ e $3,00\text{ m}$. As espessuras também variam de 6 , 8 , 10 mm de acordo com a função e aplicação da placa mostrados no quadro 3.

Quadro 3 - Relação entre espessura da placa cimentícia e aplicação.

Espessura da placa	Aplicação Usual
6 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes secas internas, onde não existam aplicações de cargas suportadas diretamente pela placa.
8 mm	Podem ser aplicadas em divisórias leves e paredes internas e externas, em áreas secas e úmidas, podendo existir aplicações de cargas suportadas pela placa.
10 mm	Utilizadas para áreas secas e molhadas, internas ou externas. Ideal para paredes estruturais, melhorando a resistência contra impactos, aplicações de carga e isolamentos termo-acústicos.

Fonte: Brasilit, apud Santiago, Freitas e Crasto, 2012.

2.8.3 GESSO ACARTONADO

“No sistema LSF, as placas ou chapas de gesso acartonado constituem o fechamento vertical da face interna dos painéis estruturais e não-estruturais que constituem o invólucro da edificação, e também o fechamento das divisórias internas”. Quando este tipo de placa é utilizado apenas em paredes não-estruturais, se utilizam perfis U e Eu de aço galvanizado, não necessitando de grandes dimensões pelo fato de que, será suportado apenas o peso dos revestimentos e peças suspensas que são fixadas na sua estrutura, assim denominado sistema Drywall (CRASTO, 2005).

Abragesso (2004) explica sobre a fabricação e algumas características do gesso acartonado da seguinte forma:

As chapas de gesso acartonado são fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas em ambos os lados com lâminas de cartão, que confere ao gesso resistência à tração e flexão. As chapas de gesso acartonado são vedações leves, pois não possuem função estrutural e sua densidade superficial varia de 6,5 Kg/m² a 14 Kg/m² dependendo de sua espessura.

As placas de gesso acartonado são comercializadas com largura de 1,20 m e comprimentos entre 1,80 m a 3,60 m conforme as especificações do fabricante. Tendo disponibilidade das espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm (BERTOLOTTI, 2015).

Conforme Abragesso (2004), para as construções no Brasil é possível encontrar três tipos de placas de gesso acartonado disponíveis no mercado como mostrado na figura 18, sendo elas:

- A placa Standard (ST): serve para aplicação em paredes destinadas a áreas secas;
- A placa Resistente a Umidade (RU): conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos a ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente;
- A Placa Resistente ao Fogo (RF): conhecida como placa rosa devido a sua coloração. Serve para aplicação em áreas secas, em paredes com exigências especiais de resistência ao fogo.

Figura 18 - Tipos de placas de gesso acartonado.



Fonte: Blog do Gesso, 2016.

2.9 COBERTURAS

Crasto (2005) explica que a cobertura ou telhado de uma edificação tem como principal objetivo protegê-la das intempéries, mas se bem projetados, podem ser um grande fator para elevar a estética da construção. Os telhados variam desde coberturas planas (simples) até coberturas complexas.

Segundo Moliterno (2003, p. 74), o telhado compõe-se de duas partes principais que são:

- Cobertura: podendo de ser de materiais diversos desde que impermeáveis às águas pluviais e resistentes a ação do vento e intempéries.

- Armação: corresponde ao conjunto de elementos estruturais para sustentação da cobertura tais como ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos.

Para Scharff (1996, apud PRUDÊNCIO, 2013), por mais que existem diversas opções estruturais para cobertura em relação ao sistema Light Steel Framing, a solução mais comum para edificações residenciais ainda são as coberturas estruturadas por treliças e tesouras. Devido as características relevantes existentes nos materiais de aço como: grande resistência estrutural do aço, leveza dos perfis e também por ser um material incombustível. Portanto, as treliças de aço nos telhados vêm se destacando e substituindo gradativamente no Brasil o chamado sistema convencional que seria as treliças de madeira nos telhados.

Os perfis que estão compondo as tesouras, treliças ou o conjunto de caibros do telhado, devem ficar alinhados aos montantes das paredes que estão suportando as cargas para que sejam distribuídos e transmitidos até a fundação e depois no solo. Para que isso seja alcançado, é necessário que tenha o mínimo possível de excentricidade entre os perfis na hora de posicionamento (CRASTO, 2005).

Nas estruturas de telhados compostas de LSF, podem ser utilizadas basicamente as mesmas coberturas que nos telhados convencionais como: telhas metálicas, cerâmicas, de fibrocimento, de concreto, etc. Dependendo do tipo da cobertura escolhida, é indicado a utilização de um substrato geralmente do tipo OSB, ficando entre a estrutura e as telhas, como mostrado na figura 19 (VIVAN, 2011, apud NESTLER, 2017, p. 33).

Figura 19 - Tesouras de cobertura em Light Steel Framing com OSB.



Fonte: Vivan, 2011, apud Nestler, 2017.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO ALVENARIA CONVENCIONAL

Nascimento (2007) explica que a alvenaria convencional começou com o empilhamento de materiais e tem uma origem milenar. A cada ano que passava, foi aprimorando cada vez mais esta técnica e foi impulsionada devido a uma economia estável ao longo do tempo e maior competitividade no mercado da construção. Contudo, no Brasil é um dos métodos mais usuais tanto para fechamento interno quanto externo.

3.1 ASPECTOS DO PROCESSO CONSTRUTIVO

Conforme explica Nascimento (2004), Além de possuir variados modelos e métodos construtivos para se utilizar na construção alvenaria de vedação em uma residência unifamiliar, a construção com tijolos cerâmicos de 06 furos é o mais comum e usual no Brasil.

Bastos (2006) complementa dizendo que, além dos tijolos cerâmicos, ainda existem outros processos na elaboração da alvenaria convencional. Argamassa e revestimentos são complementos que integram a alvenaria e também, tem-se o concreto que é um composto homogêneo formado por cimento, água, agregado

miúdo, agregado graúdo e ar que faz parte da estrutura para suportar e amarrar a alvenaria.

Vasques (2014, p.3) explica que:

O sistema convencional é composto por pilares, vigas e lajes de concreto armado, sendo que os vãos são preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação. O peso da construção, neste caso, é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundações e, por isso, as paredes são conhecidas como não portantes. Na construção de elementos como pilares e vigas são usados aço estrutural e formas de madeira. Após a construção das paredes, é preciso rasgá-las para embutir as instalações hidráulicas e elétricas. A etapa de revestimento, caracterizada pela aplicação do chapisco, massa grossa (emboço), massa fina (reboco) e pintura, deve ser iniciada em seguida.

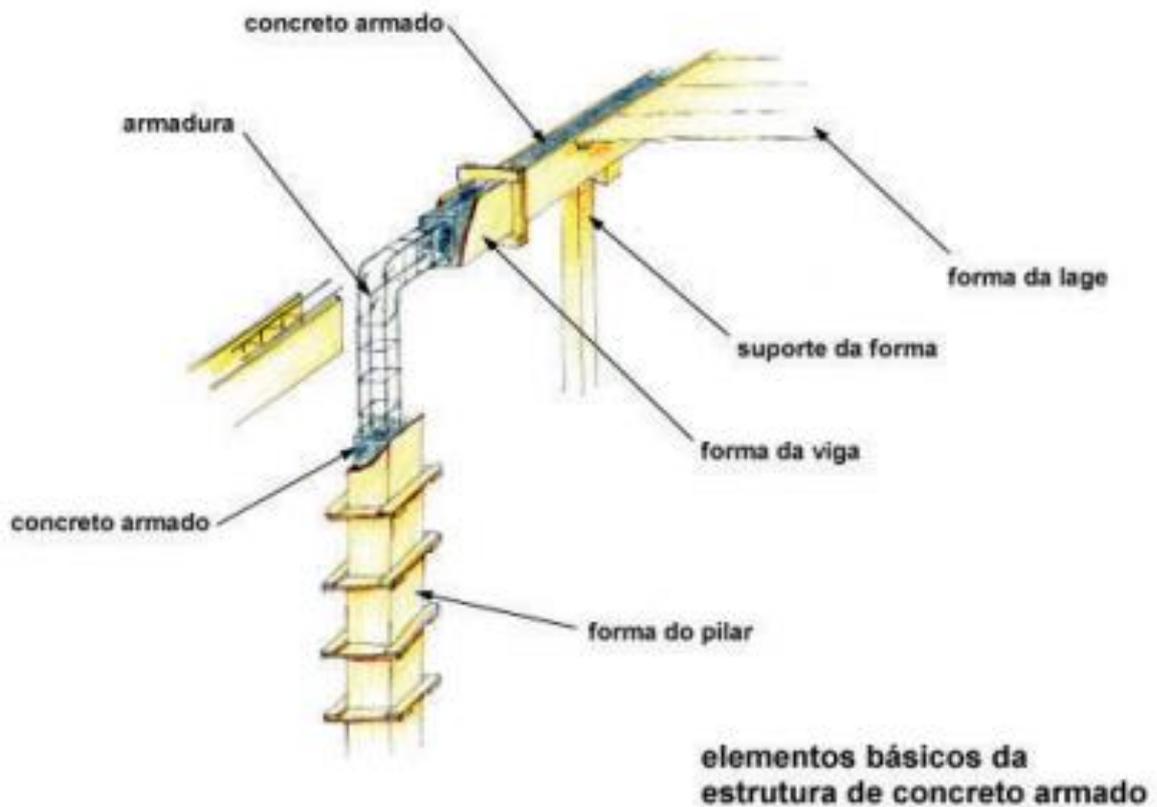
A alvenaria convencional, por se tratar de um tipo de sistema construtivo inteiramente artesanal, possui uma característica de baixa produtividade e grande desperdício de materiais devido a todas as fases da construção desse método e também pela falta de mão de obra qualificada. Desta forma, ocasiona-se uma grande demora na execução, grande desperdício de materiais e por consequência, gerando retrabalho (HASS e MARTINS, 2011, p. 13).

3.2 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Bauer (1994) explica que após feita a fundação, em seguida, deve-se iniciar a estrutura de concreto armado, também denominada de esqueleto da construção e logo após, inicia-se a execução da alvenaria de vedação.

O esqueleto de concreto armado é executado com o auxílio de formas de madeira, aonde coloca-se barras de aço, como armadura para resistir aos esforços de tração e as mesmas são inseridas nas formas moldadas “in loco” e em seguida é despejado concreto como ilustrado na figura 20. Desta forma, obtém-se uma estrutura muito resistente a qualquer tipo de carga devido as propriedades tanto do aço, quanto do concreto (GISAH & THOMPSON, 2013, apud, VASQUES e PIZZO).

Figura 20 - Estrutura de concreto armado.

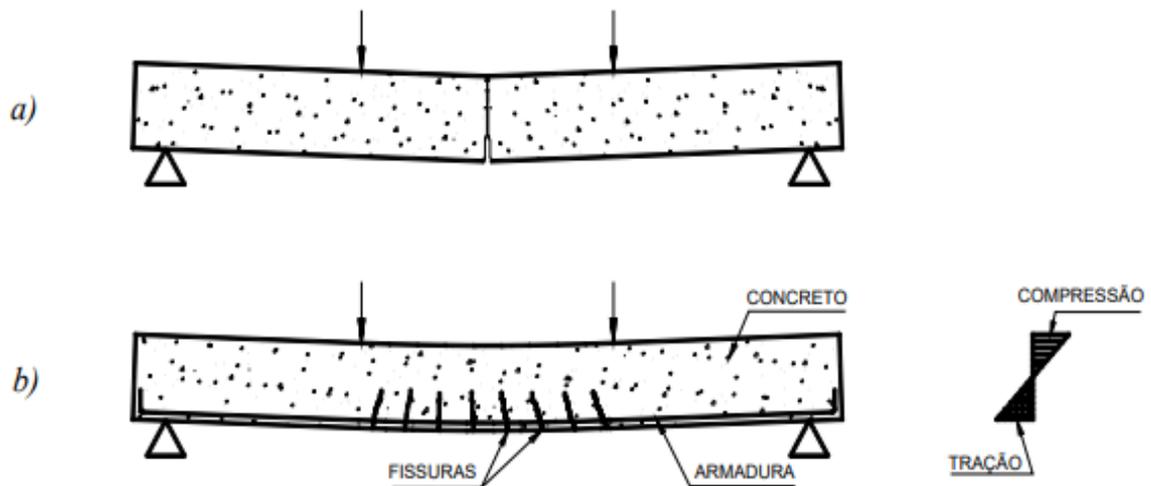


Fonte: Klein e Maronezi, 2013.

Segundo o entendimento de Barros e Melhado (1998), o emprego das armaduras de aço em conjunto com o concreto, tem como função principal absorver as tensões de tração e cisalhamento, assim como ajudar na resistência dos elementos estruturais comprimidos.

A figura 21 ilustra a comparação do trabalho de uma viga executada com concreto simples (Figura 21.a) e outra executada em concreto armado (Figura 21.b), aonde as mesmas estão sob a solicitação dos mesmos esforços.

Figura 21 - Viga de concreto simples (a) e armado (b).



Fonte: Pfeil, 1989, apud, Bastos, 2006.

3.3 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

A alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria cerâmica ou de vedação é clarificada por THOMAZ et al. (2009) sendo uma “parede constituída pelo assentamento de tijolos maciços ou blocos vazados com argamassa, com a função de suportar apenas seu peso próprio e cargas de ocupação como armários, prateleiras, redes de dormir, etc.”

Segundo (SABBATINI, 2001, apud CASSAR, 2018, p. 22) algumas das características positivas da alvenaria convencional em relação a outros tipos de materiais existentes para vedação é o custo-benefício, sendo que os investimentos iniciais e de manutenção é considerado muito econômico.

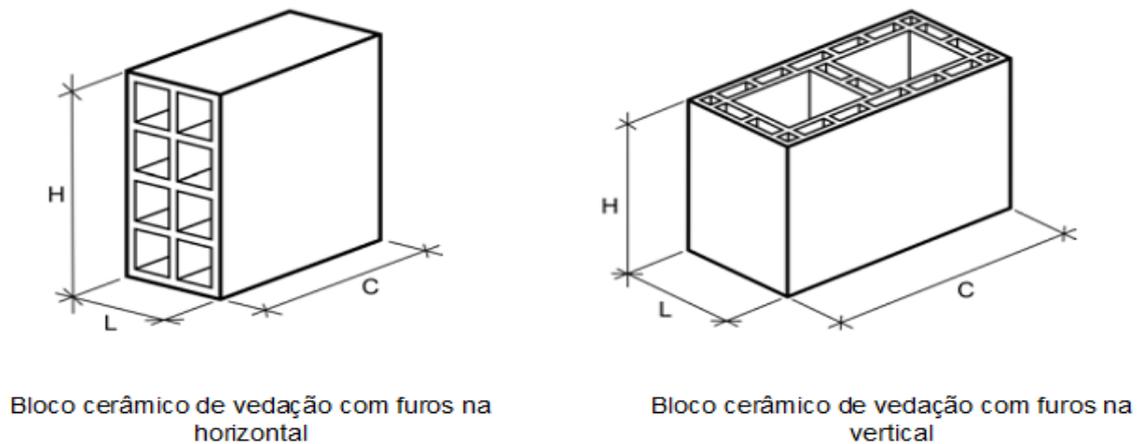
Para Cassar (2018), na execução das alvenarias, é indispensável a utilização do projeto completo arquitetônico, uma vez que, nas plantas de corte e planta baixa, são apresentadas as informações como: dimensões e posições tanto das alvenarias, quanto das tubulações que passam nas mesmas.

Ainda para Nascimento (2004), a alvenaria deve atender algumas propriedades mínimas como:

- Resistência à umidade e aos movimentos térmicos;
- Resistência à pressão do vento;
- Isolamento térmico e acústico;
- Resistência a infiltrações de água pluvial;
- Controle da migração de vapor de água e regulação da condensação;
- Base ou substrato para revestimentos em geral;
- Segurança para usuários e ocupantes;
- Adequar e dividir ambientes.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15270-1 (2005) normatiza os padrões que os blocos cerâmicos que são utilizados nas alvenarias de vedação devem ter. Existem variadas formas e tamanhos e as dimensões podem variar de região para região, sendo que os padrões existentes na norma citada acima, estão ilustrados na figura 22 e no quadro 4.

Figura 22 - Representação dos blocos cerâmicos.



Fonte: NBR 15270-1, 2005.

Quadro 4 - Dimensões dos blocos cerâmicos.

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M	11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M		14	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

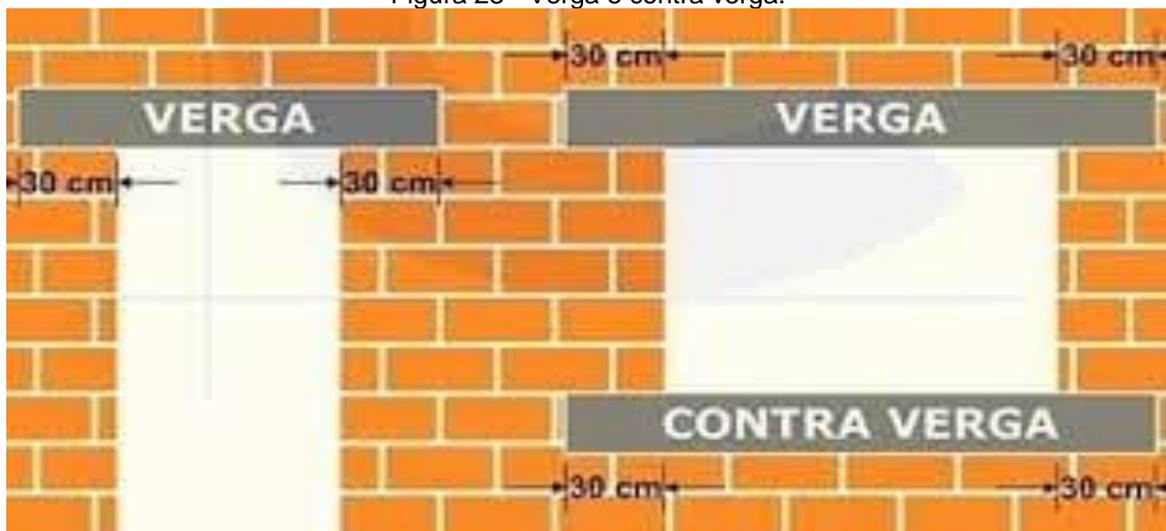
Fonte: NBR 15270-1, 2005.

Borges (1996) explica sobre os vãos de portas e de janelas que são abertos nas alvenarias. Nas aberturas citadas anteriormente, é necessário a utilização de vergas e contra vergas como ilustradas na figura 23, em que a primeira, serve para suprir as cargas da alvenaria superior que estão sujeitas a recair sobre as esquadrias e a segunda, tem a finalidade de distribuir as cargas concentradas uniformemente pela alvenaria inferior. Na hora da execução, as vergas podem tanto ser pré-moldadas, quanto moldadas “in loco” e devem passar do vão no mínimo 30 cm ou 1/5

do mesmo para evitar complicação. A falta dos elementos citados, podem ocasionar os seguintes problemas:

- Sem a utilização da verga, a carga incide sobre a esquadria, fazendo com que se deforme.
- Faltando a contra verga, a alvenaria ficará sujeita a cargas concentrada nos lados dos vão e se carga no centro. Essa diferença de solicitação fará com que surjam rachaduras na alvenaria.

Figura 23 - Verga e contra verga.



Fonte: Blog Neo Ipsum, 2020.

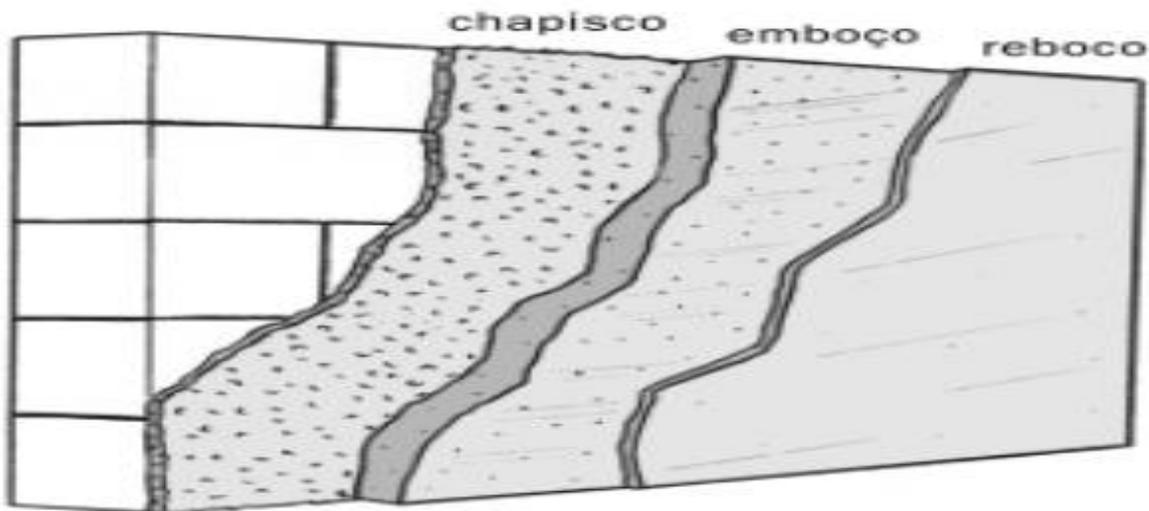
3.4 REVESTIMENTO DE PAREDES

Os revestimentos básicos da alvenaria são o chapisco, emboço e reboco como ilustrado na figura 24. Além desses, existem outros como: pintura, textura, gesso, revestimento cerâmico, entre outros. Na hora da escolha por qual tipo de revestimento utilizar, é necessário observar alguns fatores climáticos que será exposto essa parede (OLIVEIRA, 2012).

Como citado anteriormente, sobre os revestimentos básicos, a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) (2003) define como:

- Chapisco: É a camada de preparo da base, onde é aplicado uma mistura de cimento, areia e aditivos e tem por finalidade uniformizar a superfície para uma melhor aderência do revestimento.
- Emboço: É uma camada de revestimento que se faz para cobrir e regularizar a superfície da base, assim propiciando uma superfície a receber uma camada de reboco ou revestimento decorativo.
- Reboco: É a camada de revestimento que se executa para cobrir o emboço e após isso, receber o revestimento decorativo final ou constituindo o acabamento final.

Figura 24 - Camadas do revestimento em argamassa.



Fonte: ABCP, 2003.

Azeredo (2004, apud NESTLER, 2017) mostra as principais funções dos revestimentos com argamassa nos processos convencionais que utilizam estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação, sendo elas:

- Proteger a estrutura contra intempéries da natureza, assim aumentando a durabilidade e reduzindo os custos de manutenção da construção;
- Ajuda no isolamento termo acústico, estanqueidade à água e aos gases e segurança ao fogo.
- Funções estéticas, de acabamento e aquelas relacionadas com a valorização da construção ou determinação do padrão do edifício.
- Quando o revestimento de argamassa estiver associado a outros revestimentos (por exemplo, um revestimento de pastilhas cerâmicas, azulejos ou de "fórmica") ele tem, também, as funções de um substrato. Ou seja, ele deve propiciar uma superfície

uniforme, compatibilizar deformações diferenciais entre a base e o revestimento final e ser o suporte mecânico para este.

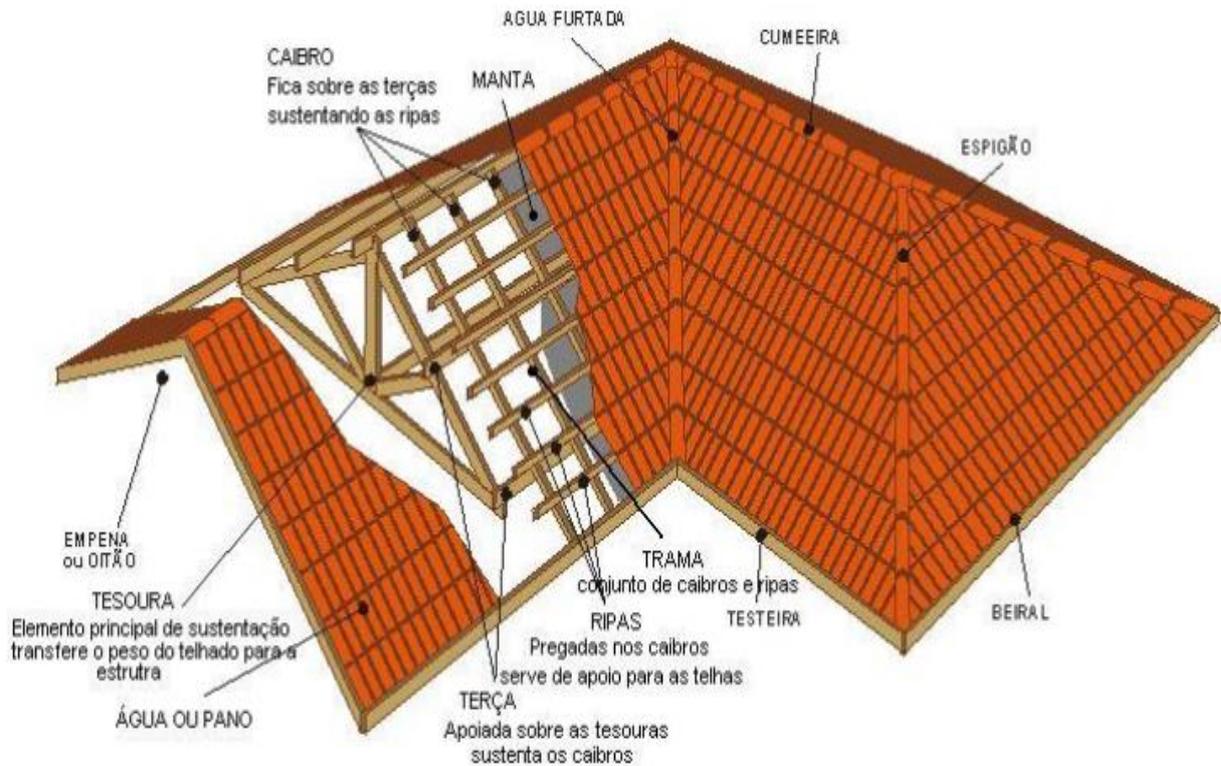
3.5 COBERTURAS

O telhado pode ser dividido em duas principais estruturas, sendo elas: madeiramento e cobertura (BORGES, 2009).

- O madeiramento pode ser separado em armação e trama. A armação é a parte estrutural do madeiramento, constituída por tesouras, cantoneiras, escoras, entre outros como ilustrado na figura 25. Já a trama, é formada por terças, caibros e ripas, que são fixadas sobre a armação e servem de apoio para as telhas.
- Na cobertura de telhas de concreto ou cerâmicas, é utilizado em média de 15 a 16 telhas por metro quadrado e o caimento deve ter uma inclinação mínima de 35%. Já as coberturas com fibrocimento, onde possuem ondulações de 6mm e 8mm, deve-se fazer um caimento mínimo de 22% (BORGES, 1998, apud CASSAR, 2018).

Ainda Calil (2003, apud NESTLER, 2017) pontua que na execução do madeiramento deve-se ater as medidas do telhado para que se consiga realiza-lo em perfeito esquadro, assim, evita-se uma danificação na cobertura como empenamento.

Figura 25 - Montagem de telhado.



Fonte: Calil (2003, apud NESTLER, 2017).

4 METODOLOGIA

O trabalho em questão realizou uma análise comparativa da viabilidade técnica, econômica e ambiental de um projeto elaborado pelo próprio autor, aonde esse estudo é baseado em uma comparação dos sistemas construtivos de alvenaria convencional e light steel frame, levando em consideração em ambos os sistemas apenas como função de vedação vertical e será desconsiderada a etapa de fundação, pelo fato da mesma ser comum em ambos os processos de execução. Será apontado as vantagens e desvantagens de ambos os métodos, assim como, a apresentação de dados obtidos através da pesquisa e orçamentos aplicados na residência. Para a alvenaria convencional será utilizado tijolos cerâmicos 06 furos, dispostos na horizontal (dimensões 9x14x19cm) com a utilização de custos oferecidos pelos códigos e preços das tabelas disponíveis no SINAPI. Já o sistema Light Steel Frame será feito um levantamento de custos na região do município de Monte Castelo - SC. Contudo, será mostrado assim uma conclusão da aplicabilidade de ambos os sistemas construtivos.

4.1 ESTUDO DE CASO

A residência unifamiliar em estudo apresenta 79,94 m² de área construída, localizada no município de Monte Castelo - SC, sendo constituída por uma cozinha e sala de estar conjugados, dois dormitórios, uma suíte, um banheiro social e uma área de serviço, aonde todos os cômodos possuem um pé direito de 3 metros. O projeto residencial está mostrado nos anexos A, B, C, D, E, F e G.

Os levantamentos dessas áreas foram assimilados com os custos unitários apresentados pela SINAPI no modelo desonerada sintética de Santa Catarina do mês de junho de 2020 para obtenção dos custos gerais referentes à vedação em alvenaria convencional. Como a tabela SINAPI não possui os painéis de Steel Frame, fez-se necessário a consulta em alguns fornecedores da região para obtenção dos orçamentos referentes à edificação proposta.

4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados referente à alvenaria cerâmica teve as seguintes observações:

- Alvenaria: considerou-se separadamente o comprimento de cada parede, sendo descontados os elementos estruturais existentes como é mostrado no anexo C. Seguindo para a obtenção das áreas de alvenaria, aonde para as mesmas é levado em consideração o produto entre o comprimento das paredes em planta e o pé direito que neste projeto é de 3 metros, subtraindo do resultado, os vãos existentes nas paredes.
- Chapisco: Considerou-se as duas faces de cada parede, tanto a interna, quanto a externa.
- Emboço: Também se considerou as duas faces de cada parede.
- Reboco: Considerou-se toda área de alvenaria do lado externo e do lado interno, sendo descontadas apenas as áreas do banheiro da suíte, do banheiro social e da área de serviço, pois nesses ambientes serão colocados revestimentos cerâmicos.

- Vergas e contra vergas: considerou-se para as janelas a sua largura e o acréscimo de 30 centímetros para cada lado, tendo seu comprimento dobrado devido a contra verga. Já para as portas, considerou-se somente a sua largura mais 30 centímetros para cada lado.
- Observação: Todas as áreas de chapisco, emboço e reboco estão descontadas as aberturas existentes.

Devido à ausência de fornecedores de material e mão-de-obra na cidade de Monte Castelo – SC, realizou-se as pesquisas orçamentárias nas cidades próximas à região. Foram contatadas duas empresas para a realização do orçamento, mas apenas uma delas deu retorno que foi a empresa denominada de MARCOS ROGERIO GOMES RODRIGUES. Em razão disto, o orçamento para o sistema construtivo light steel frame foi baseado apenas no da empresa MARCOS ROGERIO GOMES RODRIGUES, localizada na cidade de Canoinhas – SC. O valor repassado pela empresa está descrito no item 5.1 e já está incluso o custo com o material, mão-de-obra e logística. Preferiu-se a contatação com a empresa MARCOS ROGERIO GOMES RODRIGUES pôr a mesma, ser especializada em construções à seco. Pelo fato de não serem considerados os aspectos estruturais da edificação para o estudo, foi baseado somente no fechamento de painéis de vedação que é o propósito desse estudo.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

5.1 LEVANTAMENTO DE CUSTOS DA ALVENARIA CONVENCIONAL

Inicialmente é realizado o levantamento quantitativo de todas as áreas de alvenaria, com a utilização da planta baixa (anexo A), planta de parede (anexo B) e a planta de forma de viga baldrame e pilares (anexo C), sendo separados as alvenarias de acordo com a ilustração na tabela 2.

Tabela 2 - Levantamento de alvenaria.

Levantamento de alvenaria				
Parede	Comprimento (m)	Área (m²)	Área de abertura (m²)	Área efetiva (m²)
PA1	3,25	9,75		9,75
PA2	2,85	8,55		8,55
PA3	1	3	1,89	1,11
PA4	2,4	7,2	1,68	5,52
PA5	3,15	9,45		9,45
PA6	2,25	6,75		6,75
PA7	3,15	9,45		9,45
PA8	2	6		6
PA9	1,85	5,55		5,55
PA10	1,88	5,64	1,5	4,14
PA11	2,66	7,98	1,2	6,78
PA12	2,95	8,85		8,85
PA13	3,4	10,2	1,5	8,7
PA14	3	9	1,5	7,5
PA15	3,55	10,65	1,89	8,76
PA16	4,4	13,2	2,1	11,1
PA17	1,35	4,05	1,89	2,16
PA18	2,85	8,55	1,89	6,66
PA19	1,15	3,45		3,45
PA20	0,35	1,05		1,05
PA21	2,4	7,2	1,6	5,6
PA22	1,5	4,5	2,39	2,11
PA23	2,85	8,55	0,6	7,95
PA24	1,15	3,45	0,6	2,85
PA25	3,5	10,5	1,5	9
PA26	1,34	4,02	2,52	1,5
TOTAL				160,29

Observação: Pé direito = 3 m

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A tabela 3 apresenta o custo correspondente das paredes menores que 6 m² de área, compostas por vãos ao longo de sua extensão. Nesta tabela também consta o código SINAPI do item em análise, bem como o custo unitário e total das alvenarias correspondentes.

Tabela 3 - Alvenaria com área menor que 6 m² e com vãos.

Área menor que 6 m² e com vãos				
Parede	Área efetiva (m²)	Código SINAPI	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
PA 3	1,11	87515	85,2	94,57
PA 4	5,52	87515	85,2	470,30
PA 10	4,14	87515	85,2	352,73
PA 17	2,16	87515	85,2	184,03
PA 21	5,6	87515	85,2	477,12
PA 22	2,11	87515	85,2	179,77
PA 24	2,85	87515	85,2	242,82
PA 26	1,5	87515	85,2	127,80
Total				2.129,15

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Já na tabela 4 é mostrado o custo das alvenarias sem vãos e com áreas menores que 6 m².

Tabela 4 - Alvenaria com área menor que 6 m² e sem vãos.

Área menor que 6 m² e sem vãos				
Parede	Área efetiva (m²)	Código SINAPI	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
PA 9	5,55	87499	73,58	408,37
PA 19	3,45	87499	73,58	253,85
PA 20	1,05	87499	73,58	77,26
TOTAL				739,48

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Na tabela 5 são apresentados os custos das paredes com área maior ou igual a 6 m² e que possuem vãos em sua extensão.

Tabela 5 - Alvenaria com área maior ou igual a 6 m² e com vãos.

Área maior ou igual a 6 m² com vãos				
Parede	Área efetiva (m²)	Código SINAPI	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
PA 11	6,78	87523	67,85	460,02
PA 13	8,7	87523	67,85	590,30
PA 14	7,5	87523	67,85	508,88
PA 15	8,76	87523	67,85	594,37
PA 16	11,1	87523	67,85	753,14
PA 18	6,66	87523	67,85	451,88
PA 23	7,95	87523	67,85	539,41
PA 25	9	87523	67,85	610,65
TOTAL				4.508,63

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

É ilustrado na tabela 6 as alvenarias que possuem área maior ou igual a 6 m², que não possuem vãos em sua extensão, sendo mostrados os seus custos.

Tabela 6 - Alvenaria com área maior ou igual a 6 m² e sem vãos.

Maior ou igual a 6 m² sem vãos				
Parede	Área efetiva (m²)	Código SINAPI	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
PA 1	9,75	87507	60,77	592,51
PA 2	8,55	87507	60,77	519,58
PA 5	9,45	87507	60,77	574,28
PA 6	6,75	87507	60,77	410,20
PA 7	9,45	87507	60,77	574,28
PA 8	6	87507	60,77	364,62
PA12	8,85	87507	60,77	537,81
TOTAL				3.573,28

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Após realizado o levantamento quantitativo e os custos da alvenaria cerâmica, partiu-se para a pesquisa das vergas, contra vergas e as áreas de acabamento das paredes, sendo compostos por chapisco, emboço, emassamento e azulejo aonde estão apresentados nas tabelas 7, 8, 9 e 10. Nas paredes internas dos banheiros e da área de serviço foram utilizados revestimentos cerâmicos sendo executado com o processo de chapisco, emboço e logo após, o azulejo. Já no restante dos cômodos da residência e todo o lado externo foram utilizados como acabamento o processo de

chapisco, emboço e emassamento. Em todas as áreas levantadas, foram descontadas as aberturas existentes nas paredes.

Tabela 7 - Levantamento de chapisco.

Levantamento de chapisco				
Código SINAPI	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
87879	m ²	345,69	3,07	1.061,27

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Tabela 8 - Levantamento de emboço.

Levantamento de emboço				
Código SINAPI	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
87529	m ²	345,69	24,95	8.624,97

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Tabela 9 - Levantamento de emassamento.

Levantamento de emassamento				
Código SINAPI	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$/m²)	Custo total (R\$)
88497	m ²	281,54	12,35	3.477,02

Observação: descontadas as áreas internas dos banheiros e da área de serviço pelo fato de ser aplicado revestimento cerâmico em vez de emassamento.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Tabela 10 - Levantamento de vergas e contra vergas.

Levantamento de vergas e contra vergas				
Código SINAPI	Unidade	Quantidade	Custo unitário (R\$/m)	Custo total (R\$)
93186	m	11,3	51,92	586,70
93196	m	11,3	50,89	575,06
93188	m	7,5	47,39	355,43
TOTAL				1.517,18

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A tabela 11 contém as áreas de azulejo. Para fim de comparação financeira, estes revestimentos foram desconsiderados, pois os mesmos serão utilizados tanto para alvenaria convencional quanto para light steel frame.

Tabela 11 - Levantamento de azulejo.

Área de azulejo	
Paredes internas	Área (m²)
Banheiro da suíte	19,92
Banheiro social	27,51
Área de serviço	16,72
TOTAL	64,15

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Por final, ao realizar o somatório dos valores correspondentes a cada item utilizado na alvenaria convencional, obtém-se um custo total de R\$ 25.630,98.

5.2 LEVANTAMENTO DE CUSTOS DE VEDAÇÃO EM LIGHT STEEL FRAME

Na vedação dos painéis de Steel Frame, foram utilizadas paredes de drywall, painéis de OSB 12 mm, lã de rocha para isolamento térmico e acústico, bem como manta impermeabilizante. Na parte externa foi utilizado acabamento em Siding Vinílico e nas áreas úmidas da residência foram utilizados chapas RU, também conhecido como “drywall verde”.

O quantitativo do sistema Light Steel Frame foi levantado pelo próprio fornecedor através da planta baixa (Anexo A). Para o orçamento do Light Steel Frame foi obtido apenas o valor total do serviço e não por item como o ilustrado para alvenaria cerâmica. Neste orçamento já está incluso o custo da mão de obra, bem como a logística de materiais, visto que o fornecedor do serviço e material está localizado na cidade de Canoinhas – SC e a obra realizada em Monte Castelo – SC.

O custo total para o Light Steel Frame, com as características citadas acima, foi de R\$ 30.172,00.

5.3 COMPARATIVO AMBIENTAL ENTRE OS SISTEMAS

Segundo Mossinato (2017), o tema de sustentabilidade no setor da construção civil já é objeto de várias pesquisas devido aos desperdícios de recursos naturais, o

potencial de economia de recursos financeiros e principalmente o impacto ambiental causado pela geração de RCC.

De acordo com a resolução do CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002, os resíduos da construção civil têm como definição:

Os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Podendo ser classificados da seguinte forma:

- 1) Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a. de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b. de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c. de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fio etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- 2) Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;
- 3) Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
- 4) Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

5.3.1 ASPECTOS AMBIENTAIS DO SISTEMA CONVENCIONAL

O sistema construtivo em alvenaria convencional, por ser considerado um processo artesanal é suscetível a vários erros, tornando uma estrutura mais vulnerável a ocorrência de patologias, facilitando ainda situações de desperdícios. Esse sistema possui uma fase de pré-construção pouco padronizada desde a extração da matéria prima até o produto final, sofrendo grandes perdas durante esses processos de produção. Ainda na produção de tijolo, consome-se uma enorme quantidade de energia oriunda da queima de lenha, que possui até 30% de desperdícios e gerando

emissões de cinzas e gases relativos ao efeito estufa, causando assim um grande impacto ambiental (CONDEIXA, 2013).

O mesmo autor continua salientando que, desde o início de sua construção aonde necessita de cortes nas paredes para instalações de tubulações e fiações já são gerados muitos entulhos e até mesmo nas fases de manutenção dos elementos, principalmente em demolição estrutural, existe uma grande geração de resíduos.

5.3.2 ASPECTOS AMBIENTAIS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Campos (2014) explica que, por não se utilizar água na montagem do Light Steel Frame é considerado um sistema construtivo seco.

O aço por sua vez é 100% reciclável, assim podendo ser reutilizado infinitas vezes mantendo suas características. Pelas estruturas do sistema LSF serem fabricadas em perfis de aço, todas essas peças são industrializadas, aonde as mesmas podem ser criadas já com as dimensões projetadas, evitando assim desperdícios e gerações de resíduos da construção civil (CSN, 2013, apud CAMPOS, 2014).

Outro material muito importante e utilizado na composição das placas para o fechamento em LSF é a placa OSB que é formada por ripas de madeira coladas e prensadas, processo esse realizado através de reciclagem (CAMPOS, 2014).

O mesmo autor continua explicando que por ser um sistema industrializado, a quantidade de resíduos gerados em uma obra em Light Steel Frame é muito menor do que uma obra no sistema convencional. Tanto na execução da obra quanto nas futuras manutenções, há uma relevante diminuição de resíduos.

Em uma publicação para a Caixa Econômica Federal, John (2010, p.129, apud CAMPOS, 2014) diz:

“Não existe material que não tenha impacto ambiental ao longo de todo o seu ciclo de vida”. Feita essa importante ressalva, é possível afirmar que o LSF possui características benéficas quando comparado a outros sistemas

construtivos nos aspectos ambientais. A reciclagem e a reutilização dos materiais que configuram a estrutura do LSG e a facilidade da montagem do sistema diminui o descarte quando da depuração da construção. Por ser um sistema construtivo seco permite a montagem de edificações áridas ou com escassez de água, sendo utilizado, por exemplo, em situações emergenciais, através de projetos e kits padronizados.

Através do quadro 5, verifica-se uma comparação ambiental entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em Light Steel Frame.

Quadro 5 - Comparação ambiental entre o sistema construtivo Light Steel Frame e o sistema construtivo convencional.

Comparativo Steel Frame x Alvenaria	
Steel Frame	Alvenaria
Água Construção seca. Usa água apenas na fundação	Água Grande consumo de água
Resíduos Baixo índice de desperdício. Geração de resíduos próxima de 1%	Resíduos Alto índice de desperdício e geração de resíduos que pode chegar a 25% facilmente
Reciclagem Insumos 100% recicláveis	Reciclagem Insumos não recicláveis
Meio Ambiente É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em steel frame, é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo	Meio Ambiente Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, tijolo, brita, etc

Fonte: Dogonski, 2016, apud Campos, 2014.

5.4 ANÁLISE TÉCNICA ENTRE OS SISTEMAS

O quadro 6 mostra um comparativo técnico entre o método construtivo convencional e light steel frame.

Quadro 6 - Comparativo técnico entre o sistema LSF e o sistema convencional.

SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	SISTEMA LIGHT STEEL FRAME
Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, brita, tijolo, etc.	É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em LSF, é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo.
Estrutura em concreto armado, da qual sua qualidade é determinada por fatores inconstantes como mão de obra, temperatura, umidade do ar, matéria prima, etc.	Estrutura em aço galvanizado, produto com certificação internacional e que obedece aos mais rigorosos controles de qualidade.
Difícil execução das instalações elétricas e hidráulicas, com quebra de paredes, gerando desperdício de materiais e retrabalho.	Fácil execução das instalações elétricas e hidráulicas, sem desperdício de materiais e sem retrabalho.
Apresenta um canteiro de obras sujo ou com grande dificuldade para manutenção de limpeza.	Canteiro de obras limpo e organizado.
O isolamento térmico e acústico é mínimo, pois permite facilmente a passagem de calor pelas paredes além de um alto custo de manutenção de temperatura.	O isolamento térmico e acústico é máximo, isso em função dos isolamentos utilizados entre os painéis das paredes, além de apresentar um custo mínimo ou inexistente de manutenção de temperatura.
Cronograma de obra longo e impreciso.	Prazo de execução até 1/3 menor ao convencional e com maior precisão.
Grande utilização de água no processo construtivo.	Utilização mínima de água no processo construtivo, somente para a execução das fundações.
Manutenção para reparos de defeitos ocultos, exigindo quebras de paredes, não garantindo um acabamento final perfeito.	Manutenção simples de defeitos ocultos, através de <i>shafts</i> localizados em pontos estratégicos.
Ampliações e reformas demoradas, garantindo na maioria dos casos transtornos, com desperdícios de materiais.	Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com a possibilidade de reaproveitamento da maioria dos materiais.
Não é resistente a terremotos e ventos fortes podendo ser usado apenas em áreas isentas destes riscos naturais.	Apresenta elevada resistência contra terremotos e ventos fortes.
Fácil aparecimento de patologias.	Difícil aparecimento de patologias.

Fonte: CONSTRUSECO, 2014, apud Dogonski, 2016.

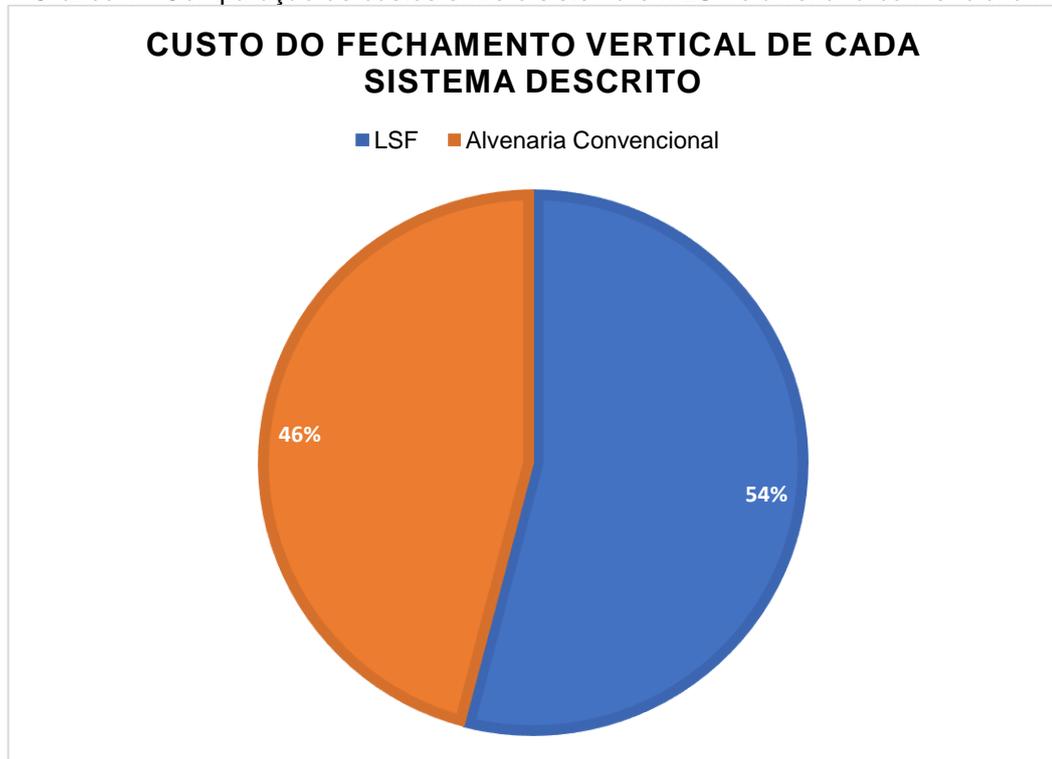
5.4.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA CONVENCIONAL

Devido a cultura brasileira, a alvenaria convencional é o principal método construtivo no país, o sistema que tem uma grande demanda e por isso é denominado de “carro chefe” da construção. Devido a este tradicionalismo, está técnica foi sendo aperfeiçoada ao longo dos anos e apoiada pela maioria dos comércios, dificultando assim, a implementação de novos métodos e padrões construtivos (TELLES, 1994, apud JUNIOR e BRITO, 2018).

Hass e Martins (2011) explicam que a alvenaria convencional proporciona algumas vantagens como um bom isolamento térmico e acústico, boa estanqueidade à água, longa durabilidade da vida útil do material, boa resistência mecânica ao fogo,

apresenta também uma enorme facilidade de produção por montagem, baixo custo dos componentes do sistema devido ao fácil encontro dos materiais e pelo mercado apresentar um preço muito competitivo em relação a outros sistemas como mostrado no gráfico 1 e possui uma grande aceitação pela sociedade como explicado anteriormente.

Gráfico 1 - Comparação de custos entre o sistema em LSF e alvenaria convencional.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Entretanto Hass e Martins (2011) continuam a mostrar sobre este tema que, o sistema também apresenta algumas desvantagens como: devido a diferença das etapas construtivas, a mão de obra deve ser específica em cada etapa, aumentando assim a quantidade de colaboradores, uma baixa produtividade na execução, é um método construtivo que apresenta grande dificuldade em manter a limpeza e higienização na obra, possui uma elevada demanda de tempo para a execução do serviço, gera muitos entulhos causando um significativo impacto ambiental se os mesmos não forem bem destinados, na maioria das vezes gera uma grande perda de material, exige uma maior atenção na supervisão do serviço devido à dificultosa falta de qualificação profissional na área da construção civil e dentre as principais

desvantagens está a massa específica o material que fica em torno de 2.500 kgf/m³, sendo um peso próprio bem elevado.

5.4.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA LSF

O método construtivo em Light Steel Frame apresenta vantagens que beneficiam a todos os envolvidos na construção, por ser uma estrutura totalmente pré-fabricada. Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), as principais vantagens são: material com excelentes características técnicas e de acabamento devido ao seu processo de industrialização aonde é feito um rigoroso controle de qualidade, o aço que é utilizado na estrutura apresenta um desempenho estrutural muito bom e é produzido nas dimensões corretas para a utilização no canteiro de obras, evitando assim desperdícios e geração de resíduos da construção civil, fácil obtenção dos perfis formados a frio, é uma estrutura que tem grande durabilidade de vida útil e poucas patologias no decorrer do uso, facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a pré-fabricação e leveza dos elementos, facilidade de instalações elétricas e hidráulicas, nível de isolamento térmico e acústico muito elevado, devido a combinação de materiais de fechamento e isolamento, assegura um nível de prumo da obra muito bom, excelente resistência ao fogo, o aço que é utilizado na estrutura é 100% reciclado, o baixo uso de água na execução da obra e principalmente a velocidade de montagem das estruturas, que podem chegar a 1/3 do tempo gasto em relação a alvenaria convencional.

Entretanto, o tipo de sistema apresenta algumas desvantagens como o grande preconceito pela sociedade em julgar a estrutura como sendo frágil, pensamento este errado, pois já foi comprovado através de testes que é uma estrutura tão segura quanto a da alvenaria convencional, outro grande problema encontrado também é a falta de mão de obra especializada, o custo mais elevado quando comparado à construção em alvenaria e principalmente o tradicionalismo cultura brasileiro que dificulta a implantação da tecnologia LSF nas obras do país como explica Gehbauer (2004, apud SANTOS e COSTA, 2018).

6 CONCLUSÃO

Para atingir os objetivos pontuados, primeiramente realizou-se uma busca bibliográfica sobre o sistema de LSF e alvenaria convencional para ser conhecidas as características de cada um deles. Nesta parte, exibiu-se que a principal propriedade do LSF é que o mesmo é um sistema industrializado, composto por perfis de aço formados a frio e com diferentes opções de materiais para realizar o fechamento da edificação. Já a alvenaria convencional é marcada pela sua estrutura em concreto armado juntamente com vedação de blocos cerâmicos.

Após o conhecimento das características dos sistemas, efetuou-se uma análise comparativa realizada entre os dois métodos construtivos para o fechamento vertical de uma edificação residencial unifamiliar, sendo em alvenaria convencional com tijolos cerâmicos de 6 furos e outro em Light Steel Framing, levantando dados técnicos, econômicos e ambientais.

A verificação econômica para a alvenaria cerâmica foi levantada com base na tabela SINAPI e para os custos do sistema LSF foi solicitado um orçamento para uma empresa localizada na cidade mais próxima que tinha fornecedor. Contudo, chegou-se à conclusão que a vedação em LSF se tornou cerca de 8% mais custoso em relação ao uso de alvenaria convencional para a edificação analisada.

Explorando o ponto da sustentabilidade envolvida entre os sistemas, o método em Light Steel Framing se mostrou mais vantajoso. Esse resultado obtido, indica que o gasto com resíduos da construção civil para este sistema é mínimo e também beneficia em uma obra mais limpa e diminuí o risco de possíveis acidentes.

Algumas das vantagens apresentadas na utilização de blocos cerâmicos são o isolamento térmico e acústico, a boa estanqueidade à água, longa durabilidade da vida útil do material, resistência mecânica dos blocos, entre outras. Como é um sistema arcaico, possui desvantagens significativas como a grande geração de resíduos, o elevado peso da obra e principalmente a falta de mão-de-obra qualificada, onde propicia o aparecimento de patologias na edificação.

No método de Light Steel Framing, as vantagens que se destacam são a rapidez da execução, a leveza da estrutura, a baixa produção de resíduos e percas de materiais na obra. As desvantagens apresentadas neste sistema são a pouca aceitação da sociedade brasileira, dificultando a difusão deste no país, a falta de

fornecedores tanto de mão-de-obra quanto de material, ocasionando em um custo mais elevado para a edificação que utilizar esse sistema.

Através dos dados já expostos, conclui-se que para a região em estudo, o Light Steel Framing se torna menos favorável no aspecto econômico, tendo seu custo, se comparado à alvenaria convencional, aproximadamente R\$ 4.541,00 mais caro.

REFERÊNCIAS

- A ONU E O MEIO AMBIENTE. **Organização das Nações Unidas**, 1972. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 23 de set. de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: componentes cerâmicos parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação — terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro. 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE CHAPAS PARA DRYWALL. Manual de projeto de sistemas drywall. São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.vitalobras.com.br/wp-content/uploads/2019/01/Drywall-manual-de-projeto-jul.pdf>>. Acesso em: 05 de out. de 2020.
- BAPTISTA, S. M. **Racionalização e Industrialização da Construção Civil**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. Fundamentos do concreto armado. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso em: 08 de out. de 2020.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5ª ed. rev. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos editora, 1994.
- BORGES, Alberto de Campos. **Práticas das pequenas construções**. 9ª ed. rev. e aum. São Paulo: Blucher, 2009.
- BORTOLOTTO, Ana Larissa Koren. **Análise de viabilidade econômica do método light steel framing para construção de habitações no município de Santa Maria-RS**. 2015. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 25 de set. de 2020.
- CAMPOS, Alessandro de Souza. Light steel framing traz novas possibilidades para a arquitetura. **Fórum da Construção - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura**, [ca. 2013]. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 28 de set. de 2020.
- CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 2014. 198 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — 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, Rio de Janeiro, 2018.

CHAVES, Hugo; LUCAS. Vergas e contravergas: o que são e para que servem?. **Neo Ipsum**, 2020. Disponível em: < <https://neoipsum.com.br/vergas-e-contravergas/> >. Acesso em: 08 de jun. de 2020.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema drywall e alvenaria de vedação**. 2013. 211 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light steel framing**. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas, Ouro Preto, 2005.

DOGONSKI, Betina Lopes. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do método construtivo light steel frame em habitações sociais**. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2016.

FRASSON, Karine Crozeta; BITENCOURT, Marcos. **Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel frame: um estudo de caso em residência unifamiliar**. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

GOMES, Aida Soares. **Contribuição para a caracterização da mão-de-obra do sistema light steel framing: um estudo de caso no município de Criciúma – SC**. 2009. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

JUNIOR, Domingos Bertoldo dos Santos; BRITO, Paulo Trauten. **Estudo comparativo dos métodos construtivos de light steel framing e alvenaria convencional**. 2018. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso — UniEvangélica, Anápolis, 2018.

KLEIN, Bruno Gustavo; MARONEZI, Vinícius. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais**. 2013. 141 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

MOLITERNO, A. Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira. Revisão de Reyolando Manoel L. R. da Fonseca Brasil. 4ª ed., ed. rev. São Paulo, Bluncher, 2010.

MOSSINATO, Caroline Nascimento. **Comparativo orçamentário e ambiental: sistema construtivo convencional e light steel frame**. 2017. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2017.

NASCIMENTO, Andréia Moreno do. **A segurança do trabalho nas edificações em alvenaria estrutural**: um estudo comparativo. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. Manual de Construção em Aço: alvenarias. 2ª ed. Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2004.

NESTLER, Fabiane Carine Waechter. **Estudo comparativo de orçamentação de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional de tijolos cerâmicos e light steel framing no município de Panambi / RS**. 2017. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. Análise comparativa entre o sistema construtivo em light steel framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares. 2012. 78 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

OLIVEIRA, Rebello de Oliveira et al., Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 70-82, jan./fev. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132012000100006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 29 de set. de 2020.

PARAEDE DE GESSO PODE MOLHAR? DESCUBRA AQUI. **Blog do gesso**: tudo sobre gesso e drywall, 2016. Disponível em: < <https://blogdogesseiro.com/pa-rede-de-gesso-pode-molhar-descubra-aqui/>>. Acesso em: 07 de out. de 2020.

PEREIRA, Carlos Roberto Fernandes. **Light steel framing: sistema construtivo inovador**. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Faculdade Pitágoras, Guarapari, 2017.

PETERSEN, Robson Lassen. **Sistema “light steel framing”: comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços**. 2012. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing**. 2013. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

QUEIROZ, Witallo Montalvão. **Comparativo orçamentário da utilização de alvenaria cerâmica e de light steel frame com função de vedação vertical para a construção de uma residência unifamiliar na cidade de Barra do Garças – MT.** 2019. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2019.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. Manual de Construção em Aço: Steel Framing: Arquitetura. 2ª ed. Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural.** 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

SANTOS, Bárbara Hellen Santos; COSTA, Karolaine Bandeira da. **Comparativo da tecnologia de construção light steel frame de uma residência unifamiliar.** 2018. 80 f. Trabalho de Conclusão de Curso — Centro Universitário CESMAC, Maceió, 2018.

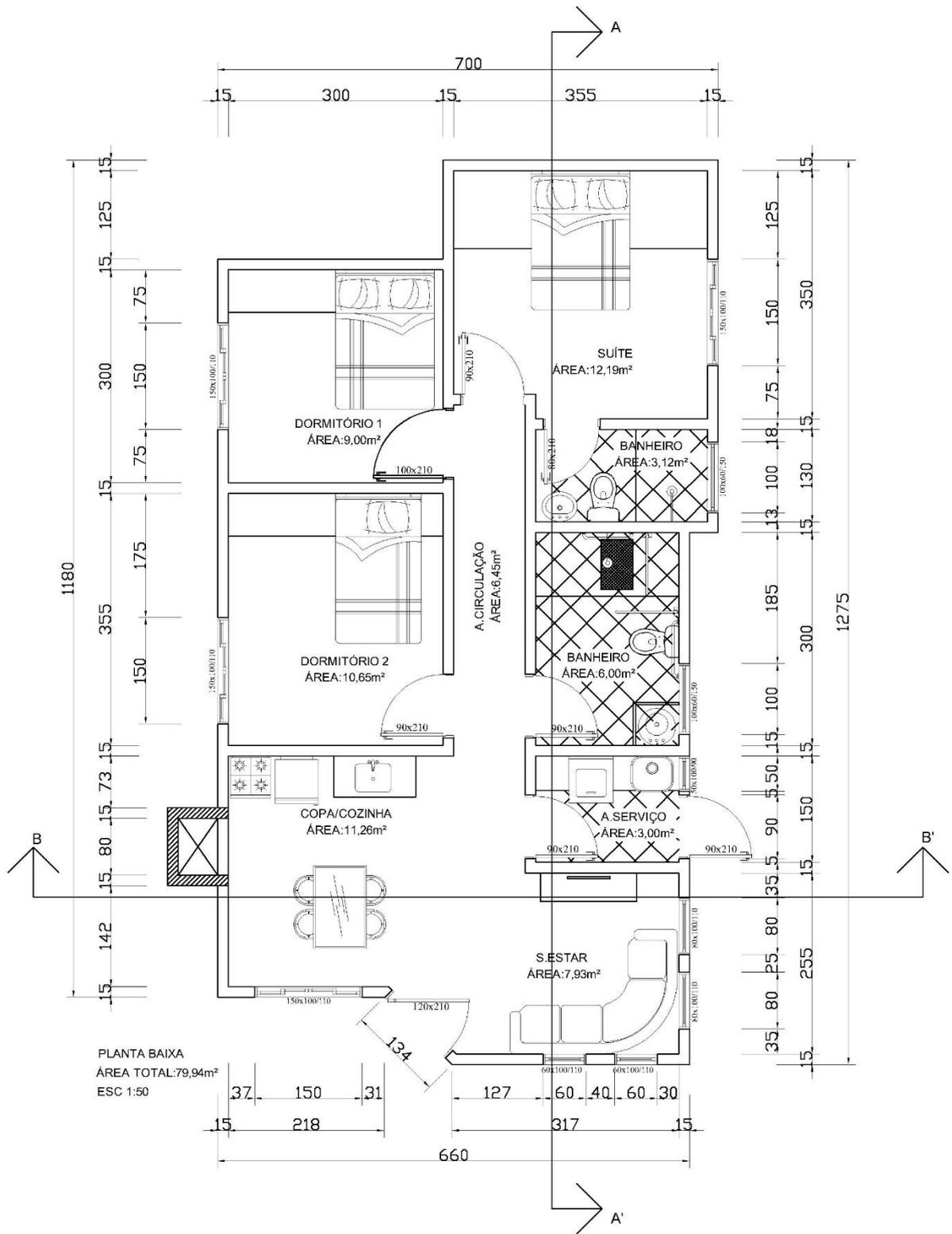
STACHERA JUNIOR, T.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F. A emissão de gases causadores do efeito estufa no processo de produção de algumas indústrias do setor de cerâmica vermelha de Curitiba. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis/SC. **Anais Eletrônicos...** Florianópolis/SC: ENTAC, 2006. p. 3845 – 3854.

STEEL FRAME: casas industrializadas. **Portal met@lica construção civil**, 2019. Disponível em: < <https://metalica.com.br/steel-frame-casas-industrializadas-as-etapas-da-construcao-2/>>. Acesso em: 28 de set. de 2020.

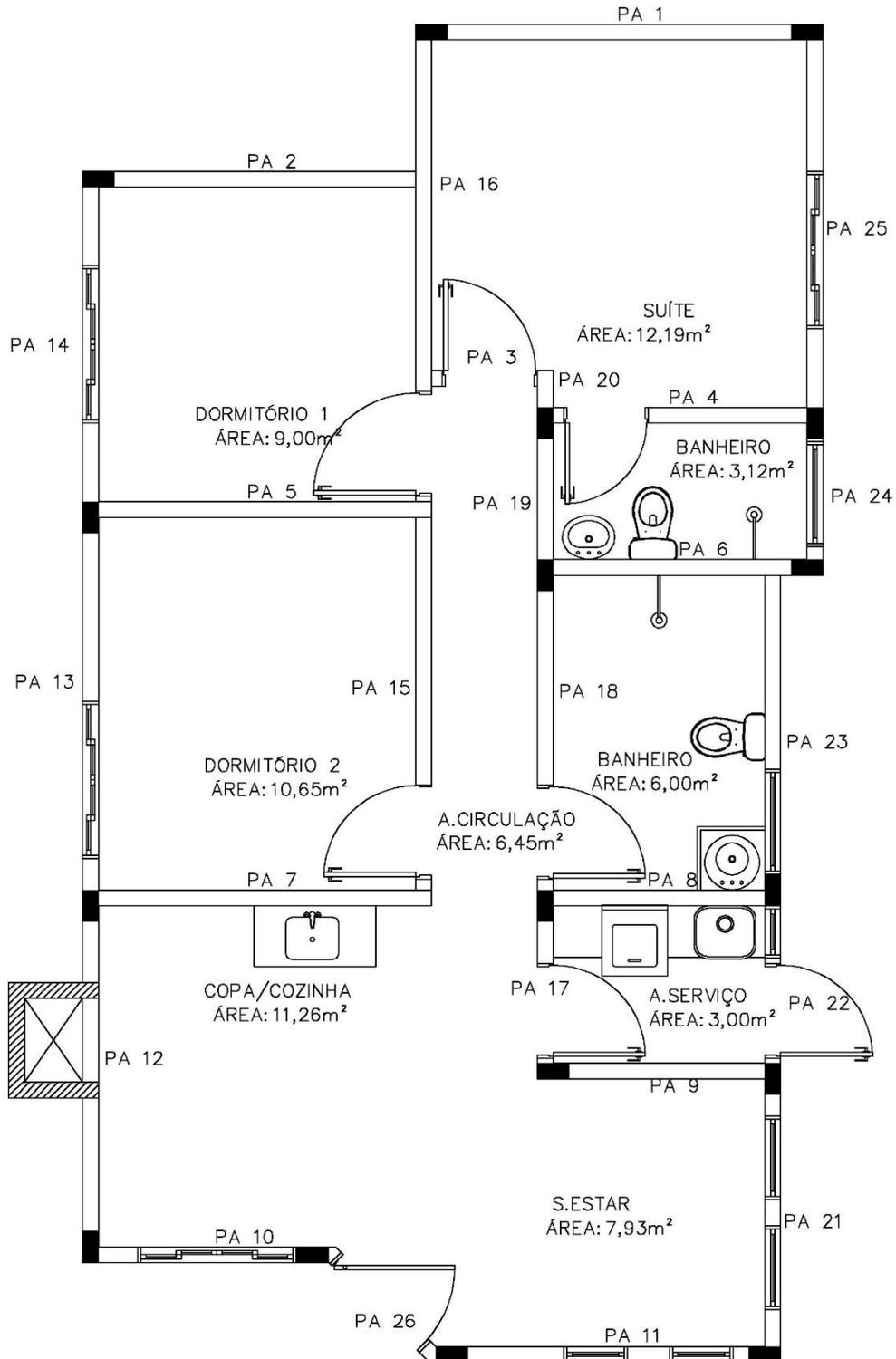
THOMAZ, Ercio *et al.* **Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** São Paulo: Ed. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

VASQUES, C. C. P. C. F.; PIZZO, L. M. B. F. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/28941423-Comparativo-de-sistemas-construtivos-convencional-e-wood-frame-em-residencias-unifamiliares.html> >. Acesso em: 10 de out. de 2020.

ANEXO A – PLANTA BAIXA

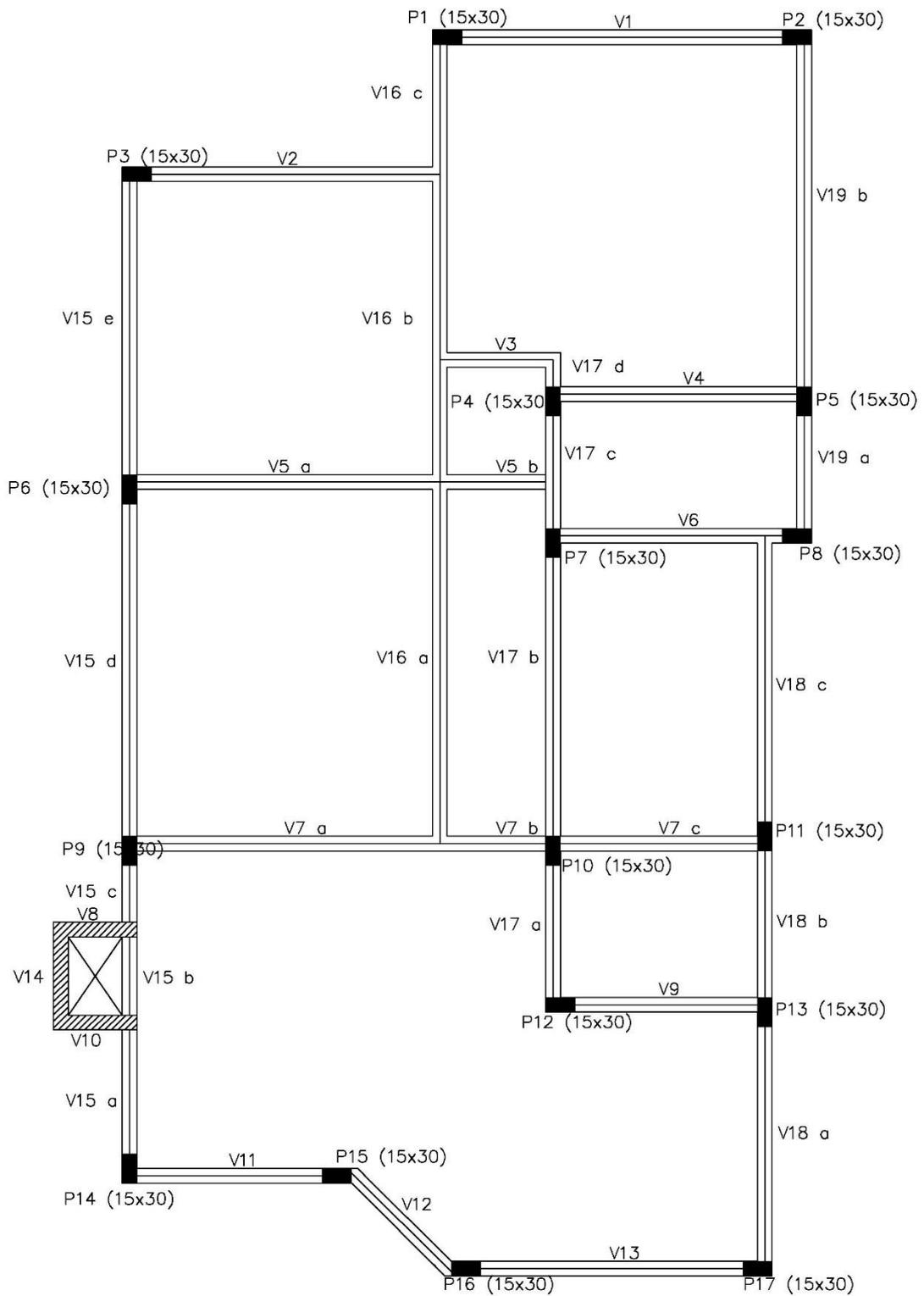


ANEXO B – PLANTA DE PAREDE



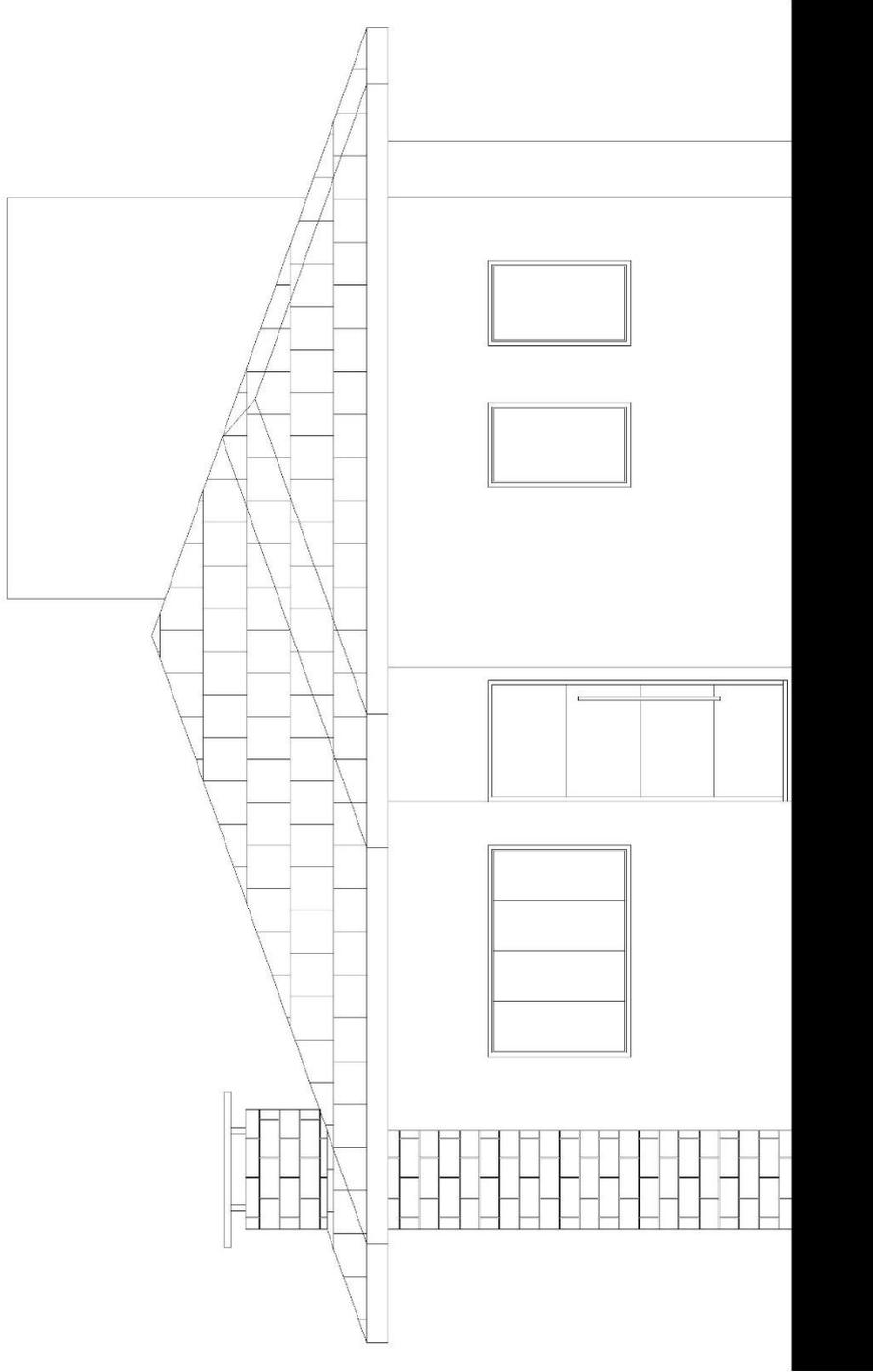
PLANTA DE PAREDE
ESC 1:50

ANEXO C – PLANTA DE VIGA BALDRAME



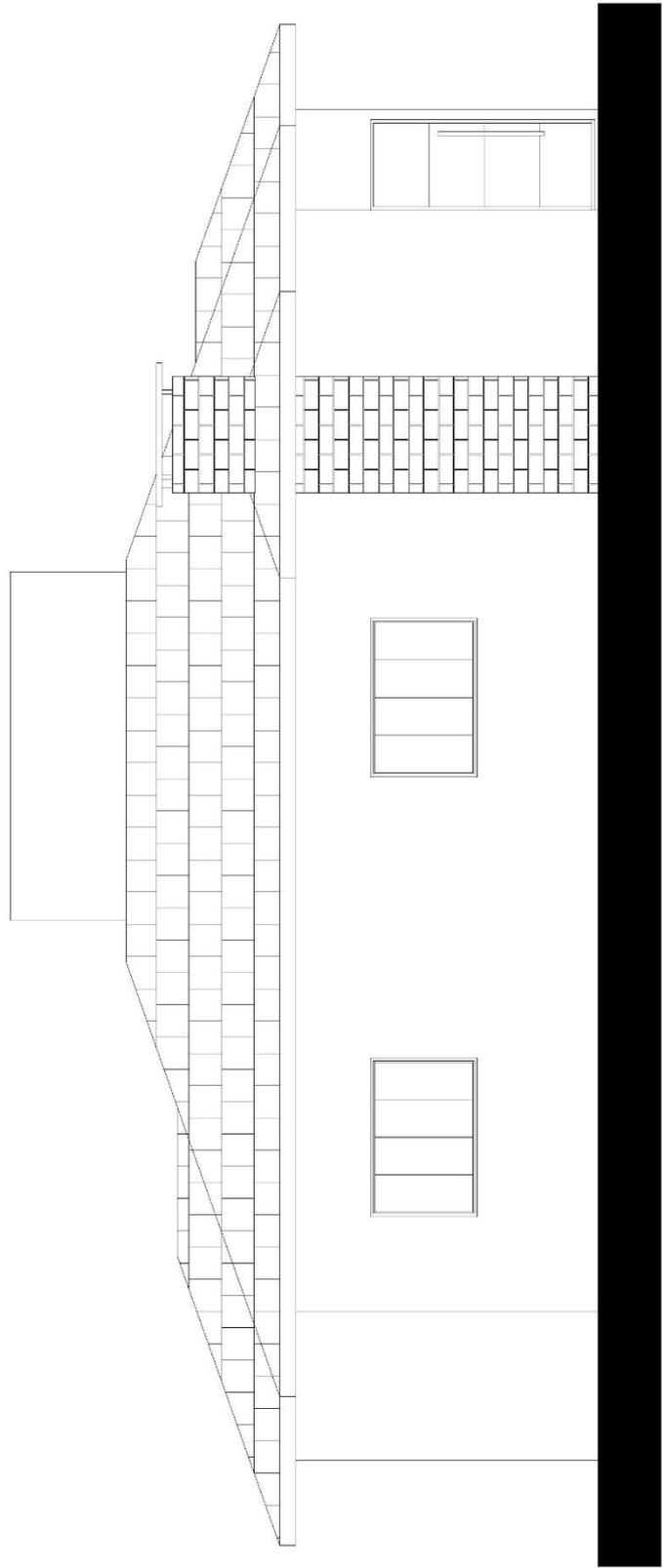
PLANTA DE VIGA BALDRAME
ESC 1:50

ANEXO D – FACHADA FRONTAL

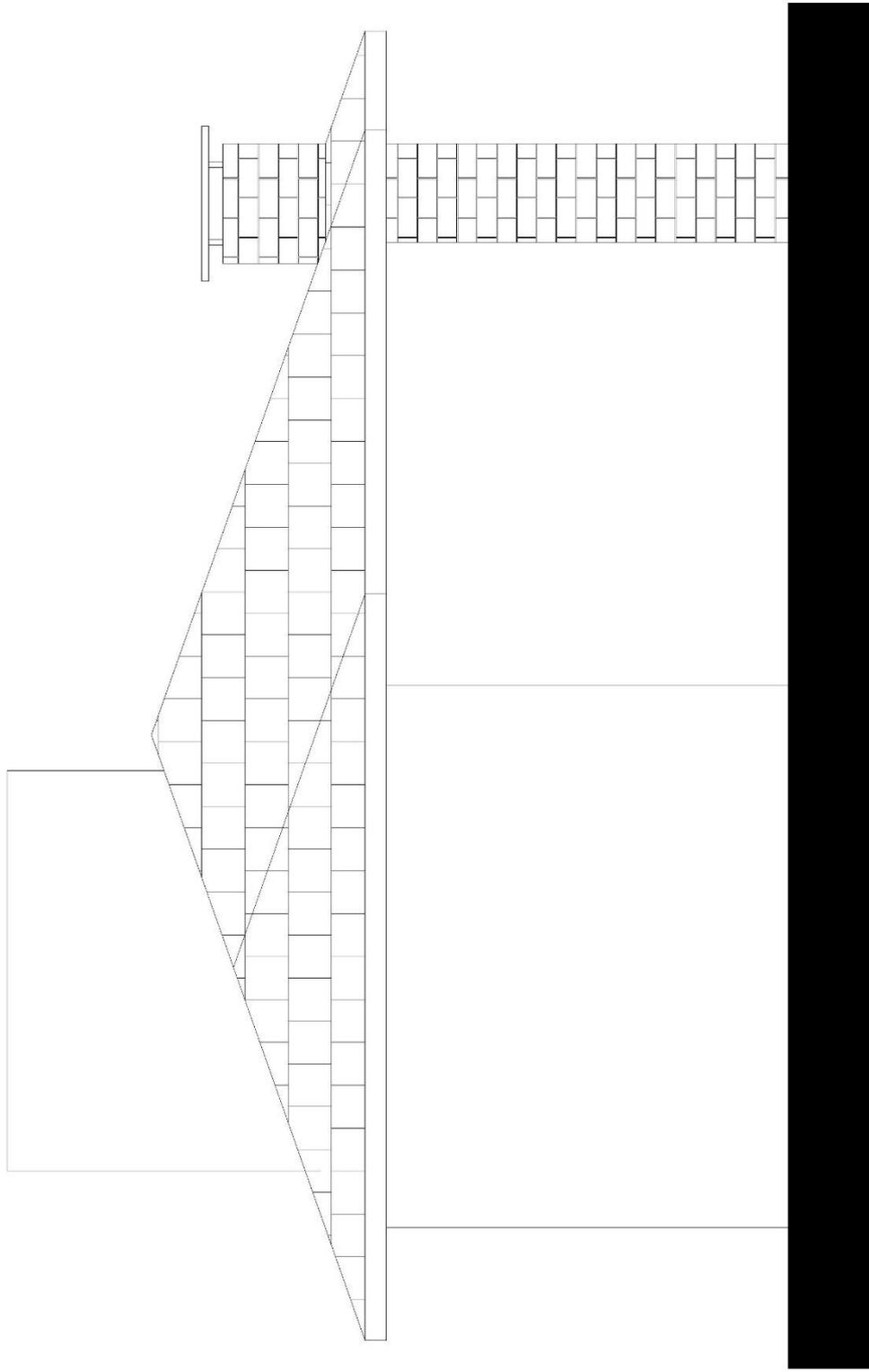


FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:50

ANEXO E – FACHADA LATERAL ESQUERDA

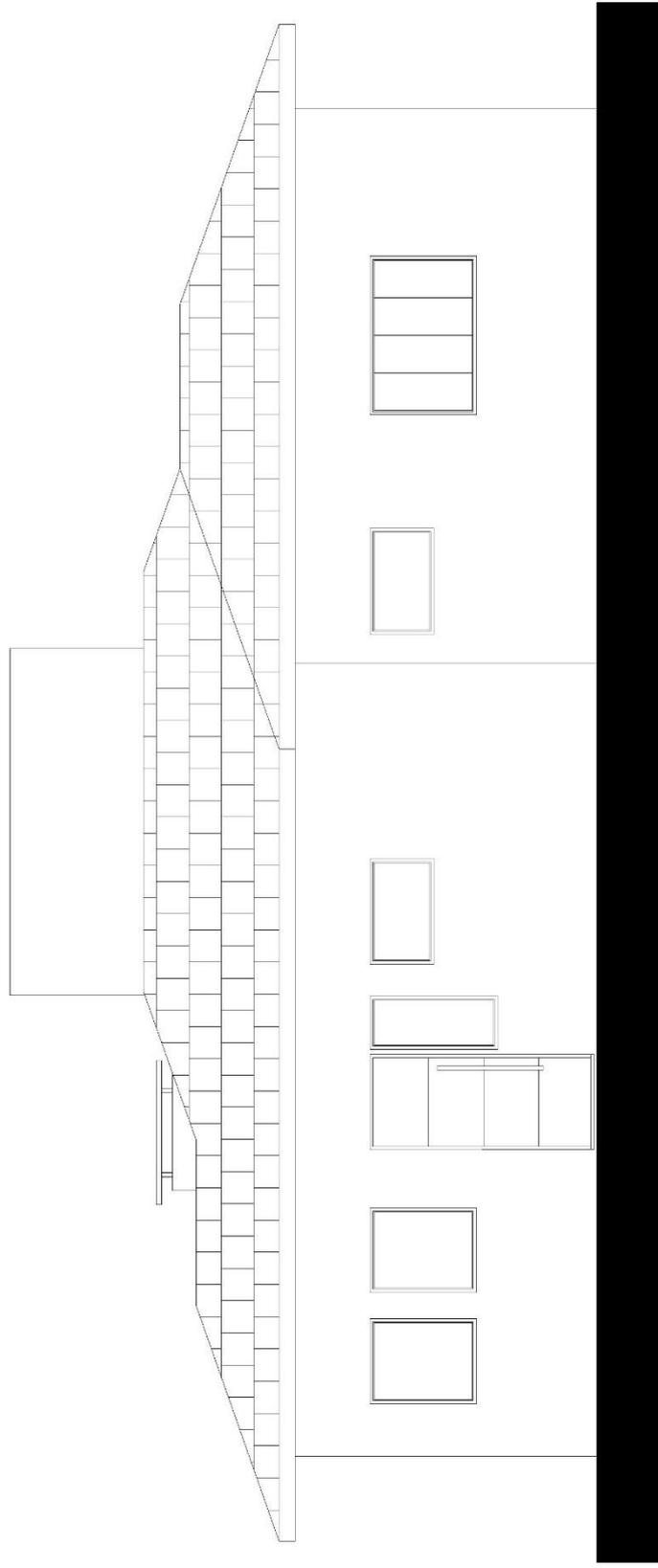


ANEXO F – FACHADA FUNDOS



FACHADA FUNDOS
ESCALA 1:50

ANEXO G – FACHADA LATERAL DIREITA



FACHADA L. DIREITA
ESCALA 1:50