



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**DOUGLAS ANTÔNIO FERREIRA
LEONARDO BATISTA NEVES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E SUSTENTÁVEL DO *LIGHT STEEL*
FRAME FRENTE AOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAIS**

**BARBACENA/MG
2020
DOUGLAS ANTÔNIO FERREIRA
LEONARDO BATISTA NEVES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E SUSTENTÁVEL DO *LIGHT STEEL*
FRAME FRENTE AOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CONVENCIONAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário
Presidente Antônio Carlos – FUPAC, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Profa. Ma. Deysiane Antunes
Barroso Damasceno.

**BARBACENA/MG
2020**

*Dedicamos às nossas famílias por
acreditar no nosso potencial e não
medir esforços para nos dar uma
excelente educação.*

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradecemos ao Senhor dos Senhores pela vida e por nos conceder a inteligência necessária para concluir mais um objetivo em nossas vidas.

Agradecemos aos nossos pais, pela força e pela luta dedicadas a nossas vidas, fazendo valer a educação.

Agradecemos aos nossos colegas de classe, que com certeza serão excelentes profissionais.

Agradecemos aos professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

RESUMO

As construções em *Steel Frame* são rápidas e resistentes e mesmo sendo produzidas a partir de aço galvanizado permitem qualquer tipo de acabamento interior e exterior, o que confere ares modernos e bonitos às edificações. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a viabilidade técnica e sustentável do uso de *Light Steel Frame* na construção civil de casas populares. E em específico, comparar os sistemas de construção, convencional em alvenaria e industrializado *Steel Frame* e apresentar as vantagens e desvantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* frente aos demais métodos construtivos, demonstrando as características técnicas do processo construtivo e a tecnologia empregada no sistema. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo baseou-se na pesquisa exploratória, uma vez que o objetivo primordial deste trabalho é expor as vantagens e desvantagens da utilização de *Light Steel Frame* em construções civis. Além da pesquisa exploratória, também realizou-se uma análise bibliográfica baseada em artigos científicos, publicações periódicas, livros com temas relacionados ao assunto para consolidar o trabalho.

Palavras-chave: Construção. Sistemas. *Light Steel Frame*. Industrial.

ABSTRACT

Steel Frame constructions are fast and resistant and, even being produced from galvanized steel sheet, it allows any type of interior and exterior finishing, which gives buildings a modern and beautiful look. In this sense, the present study aims to demonstrate the technical and sustainable feasibility of using light steel frame in the civil construction of popular houses. And in particular, compare the conventional construction system in masonry and industrialized - steel frame and present the advantages and disadvantages of using the Light Steel Framing system compared to other construction methods, demonstrating the technical characteristics of the construction process and the technology used in the system. The methodology used for the development of this article was based on exploratory research, since the main objective of this work is to expose the advantages and disadvantages of using Light Steel Frame in civil constructions. In addition to exploratory research, a bibliographical analysis was also carried out based on scientific articles, periodical publications, books with themes related to the subject to consolidate the work.

Keywords: Construction. Systems; Light Steel Frame.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	9
2.1 Alvenaria estrutural	9
2.2 Concreto armado e alvenaria de vedação	13
2.3 Light Steel Frame	14
2.4 Processo construtivo light steel frame	16
2.3.1 Cobertura do telhado	18
2.3.2 Fundações	20
2.3.3 Montagem da estrutura em aço	21
2.3.4 Painéis de fechamento, lajes e pisos	22
3. VANTAGENS DO LSF EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL	25
3.1 Capacidade termoacústica do sistemaLSF	25
3.2 Facilidade e agilidade na execução do sistema LSF	27
3.2.1 Sustentabilidade na construção em LSF.....	27
3.4 Desvantagens do sistema LSF em relação ao convencional	27
4 CONCLUSÃO	29
REFÊRENCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O sistema *Light steel frame* (LSF) ou *Steel Frame* é uma denominação empregada internacionalmente para definir o sistema construtivo que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural. As construções em LSF são construções em estrutura de aço que podem ser usadas em casas com múltiplos pavimentos, são rápidas, leves e resistentes e, mesmo sendo produzidas a partir de chapas de aço galvanizado, permitem qualquer tipo de acabamento interior e exterior, o que confere ares modernos e bonitos às edificações.

Esse meio construtivo trouxe uma opção sustentável para o mercado brasileiro da construção civil. A construção sustentável é a criação e operação de um ambiente com uso consciente dos recursos utilizados e baseado em princípios ecológicos. Essa sustentabilidade construtiva é uma das características que diferencia o *Steel Frame* dos demais métodos construtivos, pois é uma forma construtiva que preserva a limpeza do canteiro, sendo também conhecida como construção a seco ou *drywall*. É importante ressaltar também que nas construções em LSF é possível estimar com bastante precisão a quantidade de material a ser utilizado, evitando desperdício e, conseqüentemente, reduzindo custos.

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo que apresenta baixo custo, flexibilidade, rapidez na execução e preservação ambiental, características necessárias a uma sociedade em desenvolvimento.

Além disso, por se tratar de um método construtivo novo e pouco difundido no Brasil, a pesquisa desse tema é estimulante e visa inspirar profissionais e estudantes a conhecer mais sobre o tema e difundir informações sobre a relação entre sustentabilidade, industrialização e construção civil.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo baseou-se em uma pesquisa exploratória, uma vez que o objetivo primordial deste trabalho é demonstrar a viabilidade técnica e sustentável do uso do *light steel frame* na construção civil, comparando o sistema de construção convencional em alvenaria ao LSF. Além disso, apresentar as vantagens e desvantagens da utilização do sistema LSF frente aos demais métodos construtivos, demonstrando as características técnicas do processo construtivo e a tecnologia empregada no sistema.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

A construção civil apresenta diversas possibilidades de execução das edificações. As metodologias construtivas se diferenciam principalmente pelo material utilizado e pela técnica empregada, que conferem aos sistemas construtivos características singulares. Alguns sistemas construtivos são apresentados a seguir.

2.1 Alvenaria estrutural

Segundo Duarte (1999) a alvenaria estrutural é uma das mais antigas formas de construção conhecidas pela humanidade, sendo utilizada desde as civilizações da antiguidade na construção de habitações, monumentos e templos religiosos. Edificações de pedra e tijolos permanecem erguidas mais de dois mil anos após sua construção, como as pirâmides de Gizé ou a Grande Muralha da China, um testemunho à durabilidade desse sistema construtivo ao longo do tempo.

Seu princípio fundamental é absorver e distribuir as cargas e tensões por toda a estrutura. Ao longo dos séculos houve vários desenvolvimentos técnicos, expandindo as possibilidades de aplicação da alvenaria estrutural. Um exemplo desses desenvolvimentos, segundo Kalil (2007), foi a descoberta da aplicação do arco, contraventado ou não, que permitiu a construção de vãos e pés-direitos de consideráveis dimensões, viabilizando projetos de pontes e outras obras de incrível beleza, como o Coliseu, em Roma, ou a igreja de Notre-Dame, em Paris.

Entretanto, apesar de seu intenso uso por toda a história da humanidade, foi só no século XX que a alvenaria estrutural começou a ser estudada sob a égide do método científico, utilizando-se de princípios matemáticos e experimentação laboratorial. Até então, as estruturas de alvenaria eram dimensionadas e construídas empiricamente. Na virada entre os séculos XIX e XX, com o advento do aço e do concreto armado, aliados a um embasamento científico em rápida expansão nas aplicações desses materiais na construção de obras de porte até então impensáveis, a alvenaria foi relegada a segundo plano, sendo utilizada quase que exclusivamente como elemento de fechamento (CAMACHO, 2006)

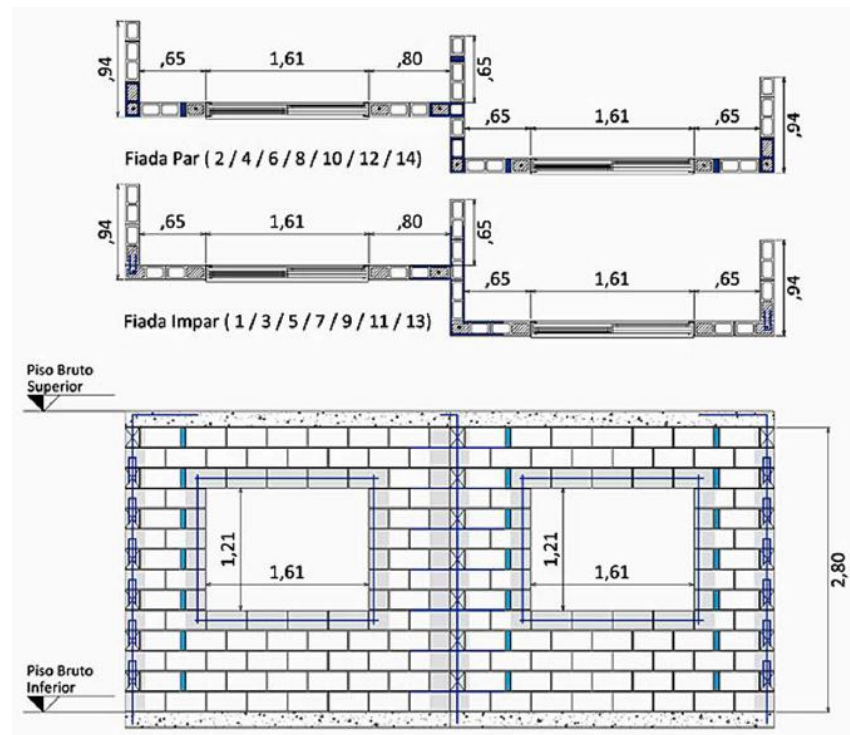
A alvenaria estrutural é certamente um dos métodos construtivos mais utilizados atualmente na construção civil, tendo se tornado uma solução para

projetos de pequenos edifícios em função de sua simplicidade de execução. E por fazer parte de um sistema de construção industrializado, tem evoluído continuamente, especialmente pelo uso de novos materiais (CORRÊA, 2012).

A alvenaria estrutural pode ser classificada em três tipos:

a) Alvenaria Estrutural não-armada: utiliza-se como estrutura suporte paredes de alvenaria sem armação, havendo apenas reforços de aço por razões construtivas (vergas de portas, vergas e contra vergas de janelas, e reforços nas amarrações entre paredes e nas juntas horizontais) a fim de prevenir trincas e fissuras localizadas, a estrutura pode ser vista na FIG. 1.

Figura 1 - Alvenaria estrutural não-armada



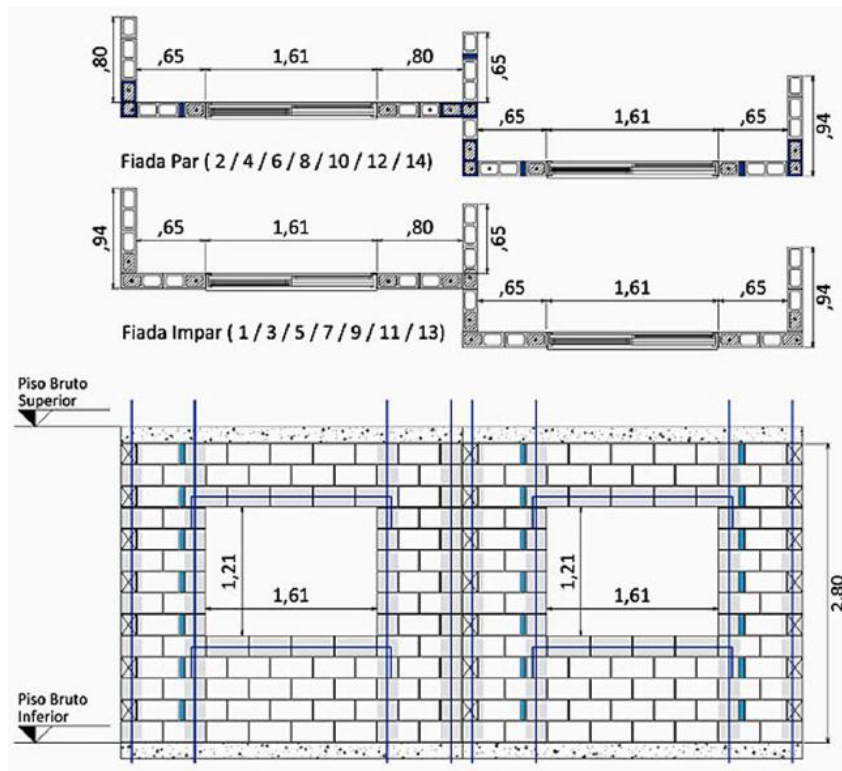
Fonte: TAUIL e NESE (2010)

b) Alvenaria estrutural armada ou parcialmente armada: utiliza como estrutura suporte paredes com reforços em algumas regiões, dependendo das exigências estruturais. Os reforços são constituídos de fios, barras ou telas de aço dentro dos vãos dos blocos, posteriormente preenchidos com graute (um concreto fino de agregados miúdo e graúdo de pequena dimensão e de alta

fluidez), além dos reforços em juntas verticais, amarrações de paredes, vergas de portas e vergas e contravergas de janelas (CAMACHO, 2006).

Sua estrutura pode ser vista na FIG. 2.

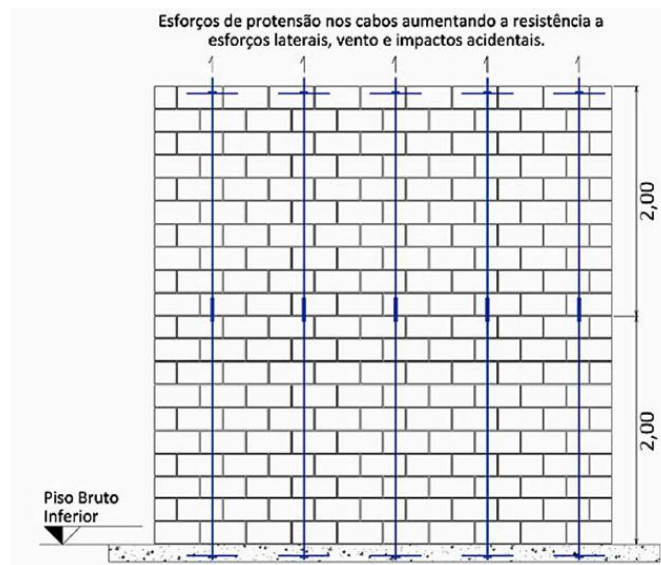
Figura 2 - Alvenaria estrutural armada ou parcialmente armada



Fonte: TAUIL e NESSE (2010)

c) Alvenaria estrutural Protendida: utiliza barras pré-tensionadas que formam uma armadura ativa, submetendo a alvenaria a esforços de compressão. Sua estrutura pode ser vista na FIG. 3.

Figura 3 - Alvenaria estrutural protendida



Fonte: TAUIL E NESE (2010)

A evolução do projeto de construção de tijolos levou, em parte, para o desenvolvimento do bloco de concreto. A fabricação e utilização de blocos de concreto evoluíram durante um longo período. Esta evolução foi motivada pelo desenvolvimento das paredes da cavidade. Quando originalmente desenvolvido, paredes da cavidade consistiam em duas paredes de tijolo ou pedra, separadas por um espaço de ar de cerca de 2 polegadas (TAUIL e NESE, 2010).

Paredes da cavidade foram desenvolvidas para reduzir os problemas associados à penetração de água. Paredes duplas logo se tornaram reconhecidas como a melhor maneira de construir, não só porque elas ajudaram a reduzir problemas como penetração de água, mas poderiam suportar uma carga pesada, como um teto ou um piso. Em 1850 um bloco especial com células de ar foi desenvolvido e, ao longo dos anos, modificações neste produto foram introduzidos até que a indústria chegou ao produto padronizado que vemos hoje (TAUIL e NESE, 2010).

A utilização de materiais de qualidade na construção de paredes em alvenaria de tijolo de cavidade é de primordial importância. A seleção de materiais é ainda mais crítica agora que padrões de design e códigos de alvenaria estabelecem as propriedades do material para requisitos do projeto.

A alvenaria é um sistema completamente artesanal, todas as partes da construção são feitas *in loco*, tornando o processo consideravelmente mais

demorado. Além disso, é comum o desperdício de materiais em função de recortes mal feitos, falta de um planejamento detalhado por onde passarão as instalações hidráulicas e elétricas e mão de obra incapacitada, ocasionando retrabalho e perda de material.

Nos sistemas industrializados, como é o caso do *Steel Frame*, o processo ganha em tempo, dado que módulos chegam semiprontos, precisando apenas de montagem e acabamento, o que não é possível na alvenaria.

2.2 Concreto armado e alvenaria de vedação

O concreto armado é um conglomerado composto por cimento Portland, agregado miúdo, agregado graúdo e água, sendo atualmente o segundo material mais consumido pelo homem, superado apenas pela água. Os esforços de compressão são contidos pelo concreto e os esforços de tração são absorvidos pelo aço. Essas características são possíveis graças às seguintes propriedades: à boa aderência entre ambos os materiais; à quase igualdade dos respectivos coeficientes de dilatação térmica e à proteção do aço contra a corrosão, quando este estiver envolvido pelo concreto (CORRÊA, 2012).

De acordo com Corrêa (2012), no Brasil são recomendados quatro tipos de concreto: Concreto celular; Concreto com elevado teor de ar incorporado; Concreto com agregados leves e com baixa massa específica; Concreto convencional ou concreto auto adensável. Para o aço algumas recomendações são feitas para que não haja futuras patologias devido à perda de resistência ou aplicação incorreta das barras.

O concreto é empregado no estado plástico e com o passar do tempo endurece, adquirindo propriedades de resistência. Se bem tratado, seu endurecimento continua durante muito tempo, mesmo após ter adquirido a resistência suficiente para obra. Já o aço utilizado nas estruturas de concreto deve apresentar suficiente homogeneidade, quanto as características geométricas e ser isento de defeitos, como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão (CORRÊA, 2012).

Para a moldagem das estruturas de concreto armado é utilizado o sistema de fôrmas, este que é composto pelas fôrmas, escoramento, cimbramento e os andaimes. Sua função é suportar as cargas da edificação, cargas acidentais durante a construção, e manter as dimensões das peças até que o concreto atinja a

resistência especificada em projeto (NBR 6118, 2014).

Um importante tipo de alvenaria empregado juntamente com estrutura tradicional de concreto armado é a alvenaria de vedação, que tem sua função restrita apenas para o fechamento de vãos e então é chamada de alvenaria de vedação, sendo dimensionada para resistir apenas ao seu peso próprio. Sendo que a alvenaria é a união entre blocos ou tijolos por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (TAKEOKA, 2012).

A alvenaria deve ser interrompida abaixo das vigas ou lajes deixando-se um espaço que servirá como ligação dos elementos entre a alvenaria e componentes da estrutura (vigas ou lajes). Essa ligação é realizada com materiais e distribuições construtivas particulares. A principal funcionalidade da ligação é promover a fixação das alvenarias nas estruturas de forma que estas não sejam solicitadas quando a estrutura for deformada (TAKEOKA, 2012).

2.3 Light Steel Frame

A definição *Steel Framing* vem do inglês *Light steel* que significa aço leve, e *framing* que vem de *frame*, que significa moldura, estrutura ou esqueleto. O *Steel Framing* pode ser definido como um processo pelo qual um “esqueleto” estrutural em aço é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar como um conjunto resistente às cargas atuantes na edificação e dão forma a ela (FREITAS, 2006).

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. É um sistema construtivo aberto – que permite a utilização de diversos materiais, flexível – pois não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando – otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável – permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (FREITAS, 2006).

O *Light Steel Frame* não pode ser resumido apenas a sua estrutura, ele é composto de vários componentes como fundação, isolamento termo acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS, 2006).

De acordo com Rodrigues (2006), por se tratar de um processo com alto nível de industrialização quando comparado a um sistema construtivo convencional, o

LSF apresenta vantagens como rapidez na construção, podendo ter uma redução no prazo de até 50% se comparado ao sistema convencional de concreto armado, além de melhores níveis de desempenho acústico, facilidade na execução das ligações, durabilidade e longevidade da estrutura, facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos, além de ser uma construção sólida, diminuindo o desperdício.

De acordo com Campos (2014), as primeiras construções em aço formado a frio tiveram início no ano de 1850, nos Estados Unidos, e, paralelamente, na Inglaterra. Porém, estas obras tinham caráter experimental e limitado. A partir de 1930, foram feitos protótipos de residências em LSF, que apesar de pouco explicativos sobre o sistema, teve relativa aceitação. A partir de então, iniciou-se um crescimento considerável em sua aplicação, com a formação de empresas especializadas.

A utilização do LSF no Brasil se deu durante a década de 90, quando algumas construtoras tiveram a iniciativa de importar casas pré-fabricadas em *Light Steel Frame* destinadas aos padrões de renda média e alta (CASTRO, 2008).

A primeira obra em LSF no Brasil foi realizada em 1998 pela Construtora Sequência, sendo um condomínio de casas de alto padrão na cidade de São Paulo, no bairro do Brooklin, como apresentado na FIG. 4 (CAMPOS, 2014).

Figura 4- Execução da primeira obra em LSF no Brasil



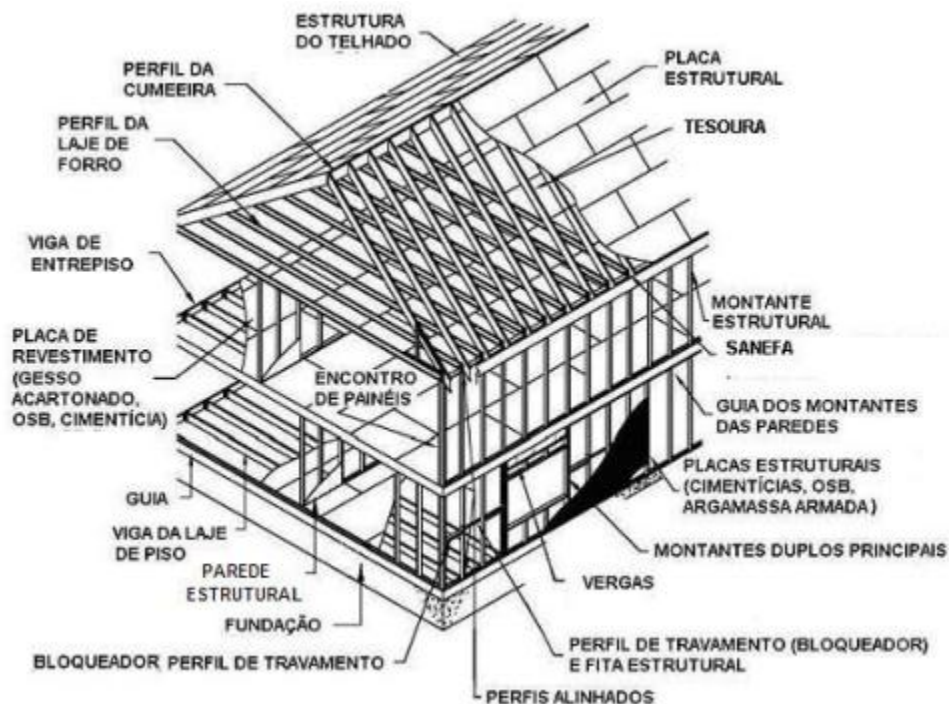
Fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA (2014)

Castro (2008) diz que na construção civil, a utilização de elementos

estruturais em aço se faz enraizada no Brasil e sua aplicação vem se desenvolvendo nos últimos anos.

Segundo Camacho (2006) no Brasil o LSF ainda é considerado inovador. O mercado nacional, apesar de possuir uma das maiores indústrias de aço do mundo e já ser capaz de produzir todos os materiais e componentes necessários no próprio país, não é conhecido por um setor de construção civil industrializado, mas sim artesanal. A FIG. 5 demonstra um esquema de estrutura de aço de uma edificação em *Light Steel Frame*.

Figura 5- Estrutura de aço e outros subsistemas de uma edificação em *Light Steel Frame*



Fonte: CASTRO (2008).

2.4 Processo construtivo *Light steel frame*

De acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012), há basicamente três métodos construtivos para a implantação do sistema LSF: o método tradicional ou Stick, o método por painéis e o método de construção modular, este método de construção é constituído por unidades pré-fabricadas e podem ser entregues no

local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outras.

Para Castro (2008), o método tradicional é o mais utilizado, onde os perfis são cortados no canteiro da obra e painéis, lajes, contra ventamentos e a cobertura são montados no local, tendo como vantagens a não necessidade de o construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema, a facilidade de transporte das peças até o canteiro e as ligações dos elementos serem de fácil execução, conforme exemplificado na Figura 6.

Vale salientar que com a utilização deste método construtivo as atividades no canteiro de obras são maiores e o controle de qualidade e precisão da estrutura é menor.

Figura-6 Painéis de LSF produzidos em fábrica e transportados para obra



Fonte: TERNI, SANTIAGO E PIANHERI (2008)

Segundo Terni, Santiago e Pianheri (2008), como o LSF é uma estrutura leve, consequentemente as fundações podem ser, de maneira geral, simples. Há ainda a preocupação com a velocidade na execução das mesmas, ratificando uma das características do sistema que é o tempo reduzido de construção, assim destacando-se o uso de *radier* e sapatas corridas (CAMPOS, 2012).

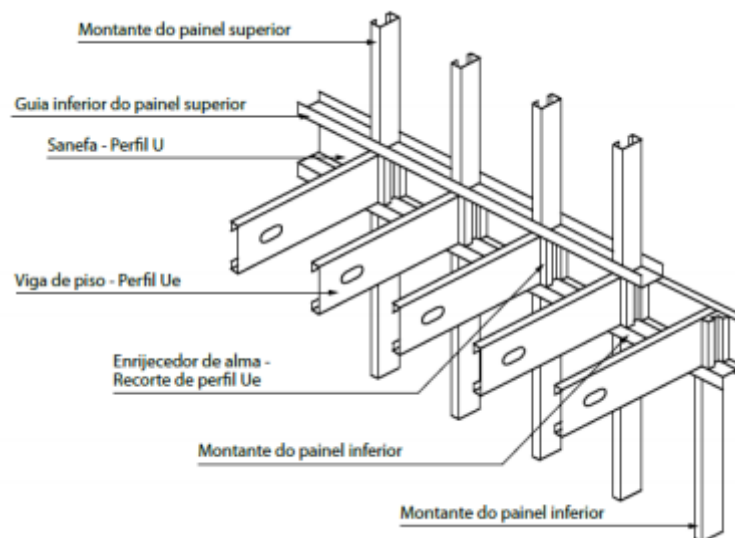
Os painéis estruturais em uma edificação de LSF podem não só compor as

paredes de uma edificação, como também funcionar como o sistema estrutural da mesma. Os painéis podem ser estruturais ou autoportantes, quando compõem a estrutura suportando as cargas da edificação, ou não-estruturais, quando funcionam somente como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem função estrutural (SANTIAGO et. al, 2012).

Segundo Rodrigues (2006), o conceito estrutural do LSF que consiste em dividir as cargas entre os perfis, é também utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas, uma vez que seus elementos trabalham bi apoiados e deverão, sempre que possível, transferir as cargas continuamente, ou seja, sem elementos de transição, até as fundações.

Para Santiago, Freitas e Castro (2012), as lajes baseiam-se no mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados dispostos horizontalmente, obedecendo à mesma modulação dos montantes, conforme ilustrado na FIG.-7.

Figura 7- Estrutura de piso em LSF



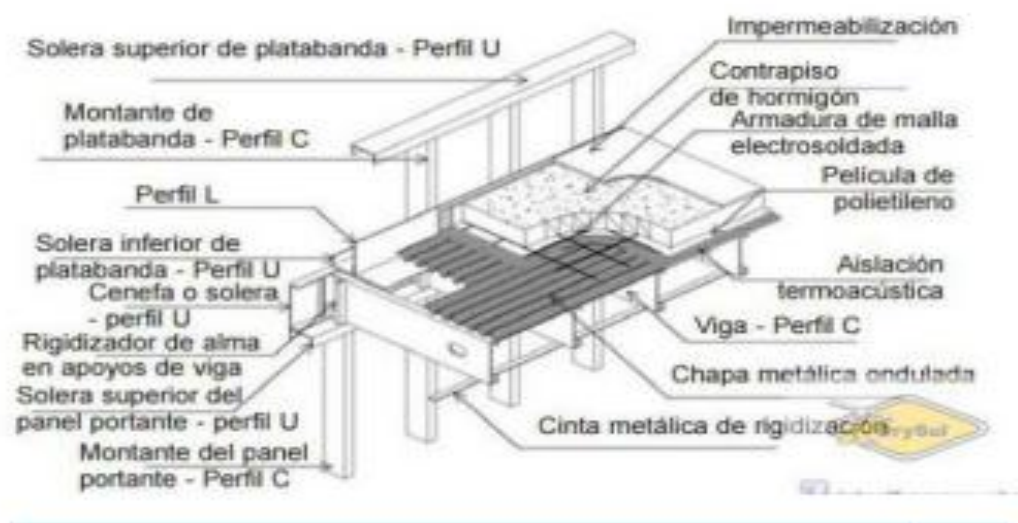
Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO (2012)

2.3.1 Cobertura do telhado

Em relação à cobertura do telhado, Campos (2012) afirma que a cobertura do telhado é a parte da construção destinada a proteger o edifício da ação das intempéries, podendo também desempenhar uma função estética. Telhados podem variar desde simples cobertas planas até projetos com maior complexidade.

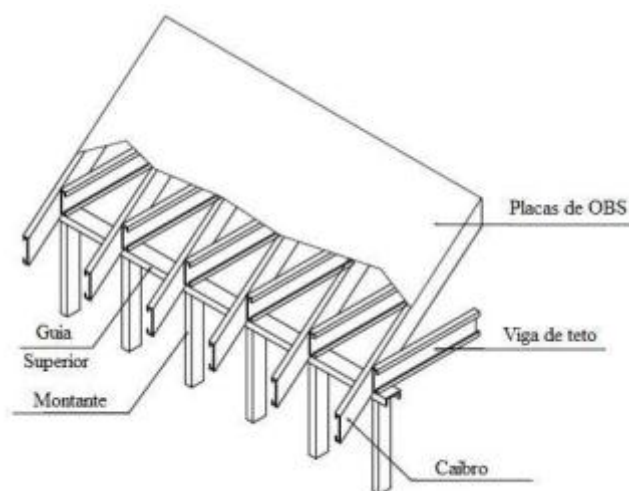
Santiago, Freitas e Campos (2012) afirmam que há uma grande variedade de soluções estruturais para se materializar a cobertura de uma edificação e a escolha dependerá de diversos fatores como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas e econômicas. Os autores salientam que pode-se encontrar dois tipos de cobertura, as planas, esquematizadas na FIG. 8, e as inclinadas, esquematizadas na FIG.9.

Figura 8-Esquema cobertura plana em LSF



FONTE: Adaptado de SANTIAGO; FREITAS; CRASTO (2012)

Figura 9- Esquema cobertura inclinada em LSF



FONTE: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO (2012)

2.3.2 Fundações

Devido a estrutura em LSF e seus componentes de fechamento serem muito leves se comparados aos demais métodos construtivos, os esforços transmitidos pela edificação são menores, exigindo menos da fundação. A estrutura distribui a carga linearmente ao longo dos painéis. Santiago (2018) destaca que o *radier* (FIG.-10) e a sapata corrida são consideradas as melhores opções de fundação para o sistema *Light Steel Framing*.

Figura 10- Radier e Sapata Corrida



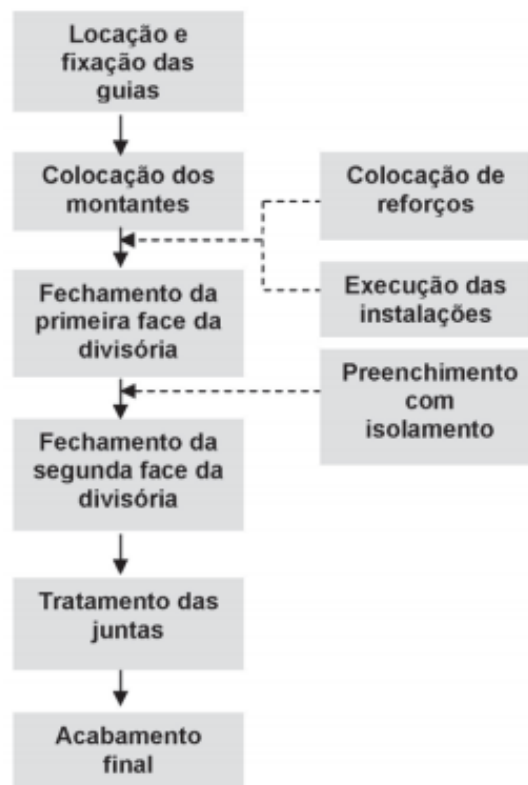
FONTE: CAMPOS (2012)

A sapata corrida é vista como uma fundação rasa contínua, ideal para construções onde as cargas são distribuídas linearmente ao longo de sua extensão. Constitui-se de vigas ancoradas por perfis de aço galvanizado apoiados sobre fundação, compondo uma estrutura de suporte aos materiais que formam o contra piso. A ancoragem da estrutura em LSF na fundação, de acordo com Santiago, deve ser executada de forma a assegurar a transferência de todos os esforços da estrutura para a fundação.

2.3.3 Montagem da estrutura em aço

A montagem da estrutura de aço é a parte que definirá a estabilidade da construção, por isso devem ser realizadas ligações rígidas ou com elementos capazes de transferir esforços para as fundações, de modo que os montantes isolados não são capazes de resistir a cargas horizontais que solicitam a edificação, como as provocadas pelo vento, e esses esforços podem resultar na perda da estabilidade da estrutura e até mesmo levá-la ao colapso (TERNI et.al, 2008). Na figura abaixo está demonstrado como funciona o layout de montagem de uma estrutura *Light Steel Frame*.

Figura 11- Montagem da estrutura



FONTE: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI (2008)

2.3.4 Painéis de fechamento, lajes e pisos

A laje é constituída basicamente por uma chapa ondulada de aço aparafusada às vigas de piso, servindo de fôrma para uma camada de 4cm a 6cm de concreto simples que formará a superfície do contra piso. Na figura abaixo é possível observar como é formada a estrutura das lajes.

Figura 12- Estrutura do piso em LSF



FONTE: TERNI (2008)

A laje pode ser úmida ou pode ser do tipo seca, quando placas rígidas de OSB cimentícias ou outras são aparafusadas à estrutura do piso, ainda deve apresentar armadura em tela soldada para evitar fissuras decorrentes da retração durante a cura do concreto, além de painéis de lã de vidro compacta sobre a chapa de aço com a função de propiciar um conforto acústico adequado.

Figura 13- Montagem de laje seca em Steel Frame



FONTE: TERNI (2008)

2.3.5 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações elétricas e hidráulicas para edificações com sistema construtivo LSF são as mesmas empregadas em edificações convencionais e apresentam o mesmo desempenho, não modificando devido ao sistema construtivo.

Existem materiais elétricos e hidráulicos projetados diretamente para LSF, como as caixas elétricas fixadas diretamente nas placas de gesso acartonado. Entretanto, assim como nas instalações hidráulicas, os materiais de instalações elétricas convencionais, como caixas de luz plásticas e conduítes, podem ser usados (FIG. 14) (TERNI et.al 2008).

Figura 14 -Instalações elétricas e hidráulicas em sistema LSF



FONTE: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI(2008).

3. VANTAGENS DO LSF EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL

O sistema construtivo LSF, comparado ao sistema convencional de construção apresenta diversas vantagens e benefícios. Segundo Oliveira (2012), alguns deles são:

- a) produtos que constituem o sistema são produtos padronizados, produzidos industrialmente, que passam por rigoroso controle de qualidade;
- b) a estrutura é toda constituída de aço galvanizado, o que garante o desempenho estrutural, a durabilidade e a longevidade da estrutura;
- c) é um processo construtivo a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício;
- d) rapidez de construção, pois trabalha com peças previamente montadas e de baixo peso;
- e) uso de materiais recicláveis e incombustíveis em sua concepção, como o aço da estrutura por exemplo.

3.1 Capacidade termo acústica do sistema LSF

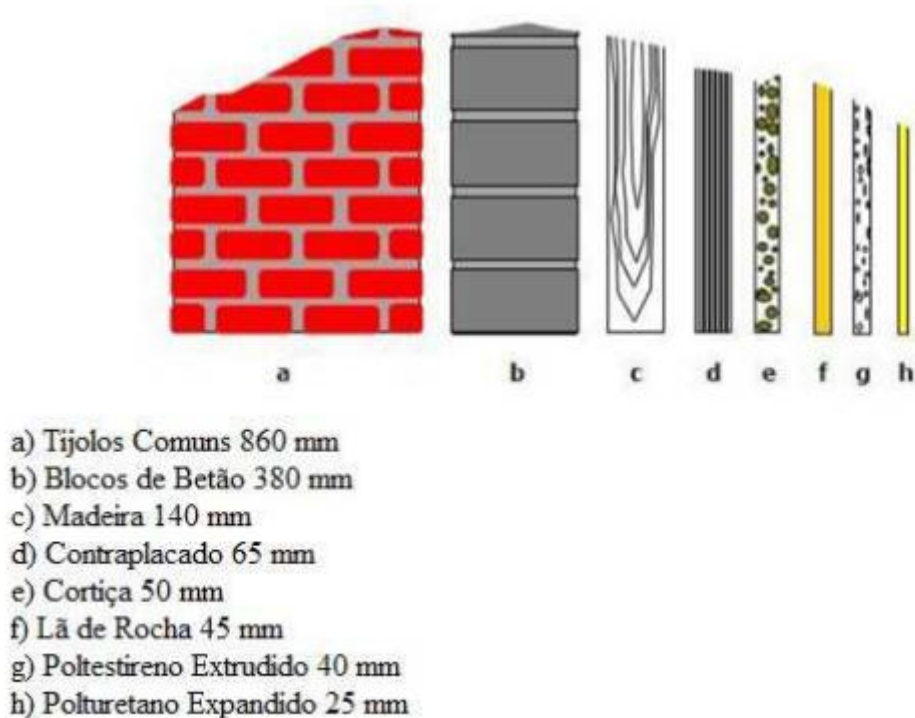
O desempenho termo acústico das edificações em *Light Steel Frame* está intimamente ligado à qualidade de isolamento de seus sistemas de vedações verticais externas. As propriedades térmicas, formas de execução e acabamentos são fundamentais para a melhoria de condições de habitabilidade da construção, de modo que são esses elementos que comandam as trocas de calor com o ambiente externo (MAGALHÃES, 2013).

O LSF possui um grande desempenho termo acústico que é obtido a partir da combinação dos produtos de isolamento e revestimento entre as placas de paredes e o forro revestido de lã, que é cerca de duas a três vezes superior ao desempenho da alvenaria convencional, podendo ser utilizado vidro, rocha ou poliéster. Análises realizadas em laboratórios experimentais sugerem que para que uma parede de alvenaria possua o mesmo desempenho térmico e acústico de uma em LSF de 90

mm de espessura seria necessário que a parede de alvenaria tivesse 1500 mm de espessura (SILVA, 2014).

Segundo Yamashiro (2011), um comparativo entre o desempenho térmico dos materiais comumente utilizados em fechamentos nas edificações pode ser observado na Figura 15, na qual é possível identificar a espessura necessária da parede afim de obter a mesma eficiência de isolamento. Nota-se que o preenchimento em lã de rocha, poliestireno ou poliuretano, materiais esses mais usuais para isolamento no LSF, possuem desempenho superior aos blocos de alvenaria, proporcionando um maior amortecimento térmico, fato esse que resulta na economia de energia e melhor conforto térmico.

Figura-15 Comparativo de desempenho térmico



FONTE: YAMASHIRO (2011)

3.2 Facilidade e agilidade na execução do sistema LSF

O LSF é um sistema construtivo que pode ser levado desmontado, facilitando o transporte para regiões com difícil acesso, ou até mesmo previamente montado, possibilitando a rápida montagem do sistema. Seus componentes permitem a adequação do sistema em todas as regiões do Brasil, desde as mais frias até as com clima mais quente. Pela facilidade de montagem do sistema, após um rápido treinamento, a própria população estaria apta para a construção de suas moradias.

A velocidade de execução de uma unidade habitacional ou comercial pode ser consideravelmente reduzida, podendo chegar a 1/3 do tempo se comparado aos métodos tradicionais de execução, tendo como parâmetro uma construção de 100m², que pode ser finalizada em até 30 dias, proporcionando ao empreendedor um retorno mais viável ao seu investimento inicial. Além da redução do tempo de exposição da mão de obra, reduzindo possíveis riscos de acidentes de trabalho (SILVA, 2014).

3.2.1 Sustentabilidade na construção em LSF

A sustentabilidade do processo construtivo LSF é essencial para conceber edificações eficientes, deve ser considerado em todas as fases do projeto até o processo de execução da edificação. O desempenho e qualidade da construção está intimamente ligado às condicionantes de racionalização e construtibilidade, bem como às concepções planejadas que contemplem redução dos custos e desperdício.

3.4 Desvantagens do sistema LSF em relação ao convencional

Apesar disso, o sistema LSF possui uma grande quantidade de detalhes construtivos que podem gerar algumas desvantagens em relação aos sistemas convencionais, como a necessidade de profissionais altamente qualificados.

Segundo uma pesquisa de 2015, realizada pelo Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) e o Instituto de Metais Não Ferrosos (ICZ) sobre empresas fabricantes dos perfis para LSF, o crescimento do setor ocorreu ano a ano em áreas como: quantidade de empresas, produção de perfis, número de

funcionários e faturamento anual, a pesquisa ainda apontou um crescimento previsto pela maior parte das empresas de 5 e 10% para o ano seguinte.

Entre as poucas desvantagens do LSF pode-se citar o custo, uma vez que o LSF ainda apresenta um custo superior aos métodos construtivos tradicionais, devido ao tradicionalismo das pessoas e da carência de profissionais qualificados no método construtivo LSF (CAMPOS, 2012). Porém, em grande escala e em construções geminadas, o LSF pode ter um custo unitário menor, havendo um ganho de 15% em cada 10 unidades habitacionais construídas, atingindo aproximadamente R\$500,00/m² em habitações geminadas (CBCA, 2014).

Além disso, por ser uma metodologia inovadora de construção no Brasil, não existem muitos profissionais capacitados para sua execução.

4 CONCLUSÃO

O *Light Steel Framing* (LSF) ainda enfrenta barreiras, principalmente pela falta de informação por parte da população, que ainda tem a cultura do concreto armado como um paradigma a ser quebrado. Mas o sistema destaca-se por ser uma construção com alto nível de industrialização, pelo processo de execução mais rápido e principalmente pelos benefícios relacionados ao meio ambiente, como a baixa geração de resíduos e a não utilização de água na etapa construtiva (com exceção da fundação).

O LSF torna-se mais interessante pois o processo de execução resume-se à montagem dos componentes pré-fabricados que proporcionam melhor acabamento e padronização e dispensam serviços que demandam tempo e são mais susceptíveis ao desperdício, como ocorre na alvenaria estrutural. Ainda assim, a produtividade deste sistema é maior, implicando prazos de entrega mais curtos, o que significa um retorno financeiro breve. Além disso, a proteção contra umidade e o emprego de materiais isolantes na estrutura auxiliam na redução dos custos com manutenção, principalmente em relação ao consumo de energia.

A economia nos custos de construções em LSF é mais perceptível em conjuntos habitacionais, pois a padronização dos perfis permite uma maior racionalização dos materiais utilizados.

Assim sendo, o sistema *Light Steel Framing* pode ser considerado um sistema inovador no Brasil, com um viés de construção mais eficiente, sustentável, rápida e econômica. É possível afirmar que o LSF é um sistema que pode ser utilizado com o intuito de minimizar a grande necessidade de moradias do país. Além disso, o uso racional dos materiais usados no LSF possibilita uma maior preservação do meio ambiente, através da reciclagem e reutilização de seus principais componentes.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Giullyane Lima de. **Alvenaria estrutural com blocos cerâmica destinada a edifícios de pequeno porte: estudos de caso na cidade de Mossoró – Rio Grande do Norte.** Disponível em: <<http://ebiblio.ufersa.edu.br/Download/20643.pdf>>.

CAMACHO, João.Saulo. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural: Ilha Solteira, São Paulo.

CASTRO, Adriana Almeida. **Análise do uso das estruturas de aço em edificações de habitacionais de interesse social.** Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. Light Steel Framing: Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento.. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. (CBCA). Light Steel Framing: Aplicações do sistema construtivo. **Revista Arquitetura e Aço**, Rio de Janeiro, v. 47, p.1-40, set. 2015. Trimestral. Roma Editora.

CORRÊA, J. M. Considerações sobre projeto e execução e edifícios em paredes de concreto moldados in loco. **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).** São Carlos, 72 páginas, 2012.

DUARTE, Richard. Barros. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural.** Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Porto Alegre, 1999.

FREITAS, Arlene Maria S., CRASTO, Renata Cristina M. Construções de Light Steel Frame. **Revista Técnica**, São Paulo, nº 112, julho. 2006

KALIL, S. Marcio. Beichamel. **Alvenaria Estrutural.** PUC-RS. Porto Alegre, 2007.

SANTIAGO, Alexandre Kokke *et al.* **Steel Framing:** Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012. 151p. 29 cm. (Série Manual de Construção em Aço).

SILVA, Vânia. **Steel frame.** Disponível em: < <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/185/steelframe-149630-1.aspx>>2014. Acesso em 19.out.2020

TAKEOKA, T.; PESSARELLO, R. G. **Alvenaria estrutural x concreto armado e Blocos cerâmicos.** Revista *Construção Mercado*. São Paulo: Pini, n. 26, PP.28-29, set 2003.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural.** São Paulo: Editora Pini, 2010. 183 p.

TERNI, A. W.; Santiago, A. K.; PIANHERI, J. **Como Construir, Steel Frame:**

Fundações - Parte 1. Revista Técnica, São Paulo, v.3, n.135, p.54–58, jun. 2008.

YAMASHIRO, W. L. Execução de habitações populares com sistema construtivo light steel frame. **Monografia (Graduação)**. São Paulo, 54 p. 2011.