

Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel framing: um estudo de caso em residência uniifamiliar em Teófilo Otoni, MG
Conventional masonry and light steel framing comparative analysis: a case study in unifammary residence in Teófilo Otoni, MG
Análisis comparativo de los sistemas construtivos alabanza convencional y light steel framing: un estudio de caso en residencia uniifamiliar en Teófilo Otoni, MG

Recebido: 05/06/2019 | Revisado: 05/06/2019 | Aceito: 09/06/2019 | Publicado: 13/06/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Alan Deivid Alves Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-2574-2224-26871>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: alan_soares@msn.com

Larissa Petrini Alves Lorentz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6386-8929>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: larissapetrini@hotmail.com

Larissa Tatiane Gonçalves de Paula

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7314-9020>

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: larissadepaula2@live.com

Resumo

A busca por alternativas construtivas mais eficientes, sustentáveis e rápidas de modo a aumentar a produtividade e atender a demanda crescente do mercado tem sido um dos grandes desafios para a construção civil. A fim de atender esta demanda, um novo método de construção conhecido como Light Steel Framing (LSF) vem sendo uma ótima alternativa, embora seja mais conhecido em países mais desenvolvidos, no Brasil, sua prática vem sendo difundida e utilizada ganhando ainda mais espaço no setor, proporcionando uma construção rápida e com qualidade. Neste trabalho foi realizado uma análise comparativa entre o

sistema Light Steel Framing e Alvenaria Convencional através de um projeto de uma residência modelo de um pavimento com objetivo de apresentar os principais diferenciais entre estes sistemas construtivos em residências unifamiliares. Com os projetos definidos é feito o levantamento quantitativo dos materiais utilizados e são montadas as composições dos principais elementos que diferem entre ambos os sistemas estudados. Através das pesquisas foi possível identificar os custos unitários de cada item e realizar uma análise dos resultados obtidos destacando as principais diferenças. Os resultados mostraram que o sistema LSF como um sistema industrializado apresenta maior produtividade, possuindo uma construção limpa, seca, e sustentável, além de apresentar baixo peso, porém em relação ao custo da obra o estudo apresentou o sistema LSF como menos vantajoso quando comparado à alvenaria convencional, apresentando ser 18,09% mais caro. Sabendo-se que o sistema Light Steel Framing tem várias vantagens técnicas com maior viabilidade de execução sobre o sistema de alvenaria convencional já comprovado com este estudo. Conclui-se que os profissionais da área da construção civil devem incentivar mais os empresários e construtores a usar este tipo de construção.

Palavras-chave: Light Steel Framing. Aço. Viabilidade.

Abstract

The search for constructive alternatives that are more efficient, sustainable and fast in order to increase productivity and to meet the increasing demand of the Market has been one of the great challenges for the construction industry. In order to meet this demand a new construction method known as Light Steel Framing (LSF) has been a great alternative, although it is better known in developed countries in Brazil, its practice has been diffused and used gaining even more space in the providing a fast and quality construction. In this work a comparative analysis was performed between the Light Steel Framing system and Conventional Masonry through a project of a model house of a floor with the objective of presenting the main differentials between these constructive systems in single family homes. With the projects defined, a quantitative survey of the materials used is done and the compositions of the main elements that differ between both systems are assembled. Through the surveys it was possible to identify the unit costs of each item and to carry out an analysis of the results obtained highlighting the main differences. The results showed that the LSF system presents as an industrialized system presenting higher productivity, having a clean, dry, and sustainable construction, besides presenting low weight, however, in relation to the cost of the work, the study presented the LSF system as less advantageous when compared to

conventional masonry, presenting 18,09% more expensive. Knowing that the Light Steel Framing system has so many technical advantages with greater feasibility of execution over the conventional masonry system already proven with this study, it is concluded that professionals in the field of construction should encourage more entrepreneurs and contractor to use this type of construction.

Keywords: Light Steel Framing. Steel. Feasibility.

Resumen

La búsqueda de alternativas constructivas más eficientes, sostenibles y rápidas para aumentar la productividad y atender la creciente demanda del mercado ha sido uno de los grandes desafíos para la construcción civil. Con el fin de atender esta demanda, un nuevo método de construcción conocido como Light Steel Framing (LSF) viene siendo una gran alternativa, aunque es más conocido en países más desarrollados, en Brasil, su práctica viene siendo difundida y utilizada ganando aún más espacio en sector, proporcionando una construcción rápida y con calidad. En este trabajo se realizó un análisis comparativo entre el sistema Light Steel Framing y Albañilería Convencional a través de un proyecto de una residencia modelo de un pavimento con el objetivo de presentar los principales diferenciales entre estos sistemas constructivos en residencias unifamiliares. Con los proyectos definidos se hace el levantamiento cuantitativo de los materiales utilizados y se montan las composiciones de los principales elementos que difieren entre ambos sistemas estudiados. A través de las investigaciones fue posible identificar los costos unitarios de cada ítem y realizar un análisis de los resultados obtenidos destacando las principales diferencias. Los resultados mostraron que el sistema LSF como un sistema industrializado presenta mayor productividad, poseyendo una construcción limpia, seca, y sostenible, además de presentar bajo peso, pero en relación al costo de la obra el estudio presentó el sistema LSF como menos ventajoso cuando comparado con el costo de la obra, albañilería convencional, presentando ser el 18,09% más caro. Sabiendo que el sistema Light Steel Framing tiene varias ventajas técnicas con mayor viabilidad de ejecución sobre el sistema de albañilería convencional ya comprobado con este estudio. Se concluye que los profesionales del área de la construcción civil deben incentivar más a los empresarios y constructores a usar este tipo de construcción.

Palabras clave: Light Steel Framing. Acero.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de construção civil Brasileiro encontra-se em presença de um cenário de crescimento e bastante competitivo. Devido à falta de recursos renováveis e a constante

racionalização de água em consequência ao elevado índice de desperdício, tem obrigado construtores e empresas a buscarem outros métodos construtivos mais práticos e produtivos, que facilitem a etapas de obras, e que ajude na durabilidade das construções e estruturas metálicas. (SALOMÃO, P. E. A., 2019)

No Brasil um dos principais sistemas construtivos é a alvenaria convencional onde a carga atuante é absorvida pela estrutura de laje, vigas, pilares e transmitida à fundação. As paredes não possuem nenhuma função estrutural servindo somente como fechamento externo e separação de ambiente, formadas em blocos cerâmicos (tijolo), que usa recursos não renováveis para sua construção.

O método de construção em algumas regiões é bastante artesanal, tendo baixa produtividade com alto índice de desperdício e geração de entulho e a não necessidade da utilização de mão de obra qualificada. Sendo assim, é necessário evoluir as técnicas em algumas partes do país, aderindo maneiras mais sustentáveis e rápidas de se construir, de forma a obter qualidade e economia na obra.

Em busca de proporcionar maior produtividade reduzindo perdas e entulhos gerados na construção, um novo método de construção conhecido como Light Steel Framing (LSF), vem sendo uma ótima alternativa, embora seja mais conhecido em países mais desenvolvidos, no Brasil, sua prática vem sendo difundida e utilizada ganhando ainda mais espaço no setor, proporcionando uma construção rápida e com qualidade.

Lourenzo et al. (2015), define este método construtivo como painelizado que tem sua estrutura formada em (perfis) de aço leve, galvanizado formado a frio, tendo seu fechamento externo em placas cimentícias, OSB (Oriented Strand Board), siding vinílico entre outros.

A racionalização de material, geração de resíduos mínima, qualidade e rapidez na construção são algumas das características deste sistema construtivo industrializado que mais se destaca e chama atenção para quem busca novas tecnologias para construir sua obra.

Sendo assim, neste artigo serão abordadas as características dos métodos construtivos citados acima avaliando suas diferenças, através de um projeto de uma residência modelo de um pavimento, localizada na cidade de Teófilo Otoni, MG.

Devido á realidade construtiva Brasileira, que é marcada pelo desperdício e a baixa produtividade, esse trabalho tende a contribuir como auxílio para que os engenheiros escolham o mais viável método construtivo, para edifício unifamiliar.

Desta forma, este estudo tem como objetivo apresentar os principais diferenciais entre os métodos construtivos citados acima em residências unifamiliar. Com intuito de analisar o principal questionamento: O Light Steel Framing pode ser mais rentável para a Construção

Civil? Uma vez que este método construtivo ainda é pouco conhecido e divide opiniões entre profissionais pelo Brasil, mas que através desse estudo será feita uma comparação orçamentária, verificando o custo de uma construção residencial em LSF com o sistema convencional, buscando analisar os dados obtidos em relação à produtividade e aos custos de produção, e definir o mais viável para a construção no caso estudado.

2. Light Steel Framing

O Light Steel Framing (LSF), sendo considerada uma técnica construtiva nova, teve início nos Estados Unidos durante evolução das indústrias de aço após a segunda revolução industrial, quando o método de construção dos perfis metálicos e sua utilização passaram a ser empregado em grande escala pelos americanos (BERTOLINI, 2013).

Segundo Bertolini (2013), após a Segunda Guerra Mundial, os perfis metálicos começaram a ser mais utilizados por serem mais leves e resistentes podendo vencer grandes vãos tendo uma vantagem em comparação ao “Wood Framing” que era método padrão de construção a partir da madeira serrada e utilizado no país desde século XIX. O uso dos perfis também se tornou comum no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, uma vez em que o país foi completamente bombardeado e necessitava reconstruir cerca de quatro milhões de moradias.

Em meados de 1980 e início de 1990, o LSF teve um grande impulso, devido a proibição de exploração às florestas mais antigas levando a declínio da qualidade da madeira usada na construção, causando uma inflação de cerca de 80% em quatro meses, levando os construtores e empresas a optarem pelo aço (SANTIAGO; et al., 2012).

Conforme descrito anteriormente, as primeiras construções no Brasil neste método construtivo começaram em 1998, ainda com produtos importados principalmente na região sul, sendo empregadas em edificações de média e alto padrão. Devido à rapidez e o baixo custo final apresentado, o próprio foi aplicado para a construção de habitações populares, mas somente depois dos anos 2000 a indústria nacional passou a produzir os componentes para esse sistema.

Assim em 2005 foi apresentada a norma NBR 15253:2005 denominada “Perfis de aço formados a frio, para painéis reticulados em edificações”, tendo-a as dimensões, massa e propriedades geométricas dos perfis de aço comerciais mais utilizados no LSF, que são os perfis “U” simples para guia e os em “UE” enrijecido para montante (ABNT,2005).

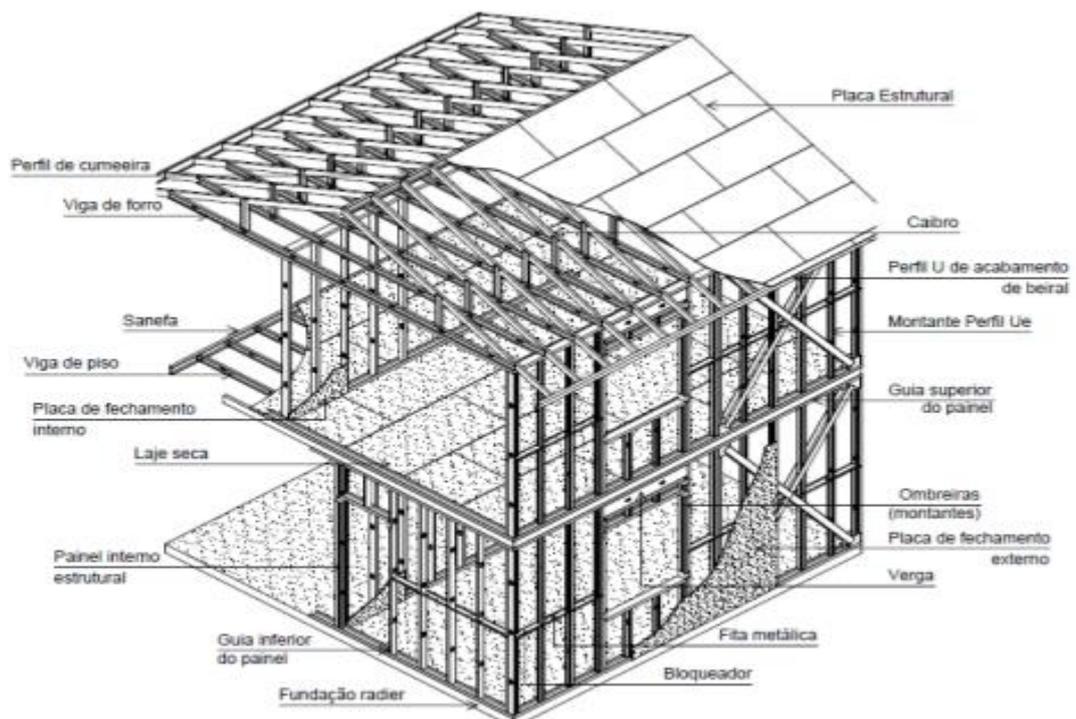
Também conhecido como Light Gauge Framing o LSF é uma palavra inglesa:

“*Light*” = leve, “*Steel*” = aço e “*Framing*” que deriva da palavra “*Framing*” = esqueleto, Tecnicamente Framing é um esqueleto estrutura projetado tendo seus componentes alinhados (in-line Framing) dando forma e dividindo a estrutura em grande quantidade de elementos com funções estruturais, suportando a edificação.

Este é um método construtivo de concepção racional, industrializado que proporciona uma construção seca e leve, contendo em seu esqueleto estrutural perfis de aço galvanizados que são 100% recicláveis, formando painéis auto portantes, entre outros componentes, que formam uma edificação (SANTIAGO et al., 2012).

Seus principais componentes cujo estão ilustrados na figura 1 apresenta um sistema que se une a diversos subsistemas com dimensões padronizadas, sem nenhuma restrição arquitetônica, proporcionando um projeto eficiente, diminuindo o desperdício e o custo na construção.

Figura 1: Principais componentes do Steel Framing



Fonte: Daltro, et al., (2015)

2.1 Métodos de Construção

Segundo Santiago (2012) há três métodos de construção que é utilizado no Light Steel Framing:

Construção tradicional (Stick-built): Este método de construção consiste na montagem dos elementos estruturais no local da obra. Os perfis são cortados, montados e aparafusados no chão ou em cavaletes e só depois erguidos e colocados em sua posição final.

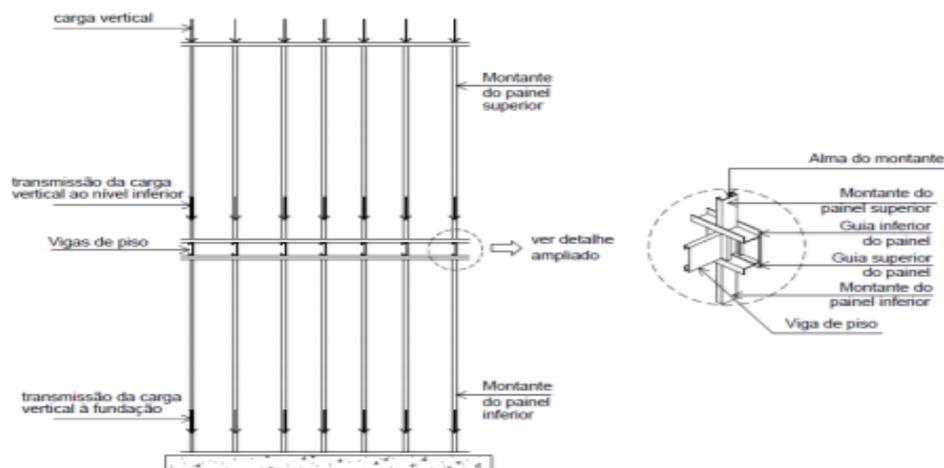
Construção em painéis (panelized): Este método é onde todos os painéis são pré-fabricados em galpões fora da obra, transportados e somente montados no local. Alguns painéis de fechamento também podem ser empregados na pré-fabricação para diminuir o tempo de serviço na edificação para construções em que há um curto prazo de entrega, pois, a montagem é rápida.

Construção modular: são unidades pré-fabricadas entregues no local da obra com todos os acabamentos internos, tais como, revestimentos, louças sanitárias, bancadas, imobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas.

2.2 Painéis

Os painéis em LSF são estruturas de sustentação, com a função de transferir as cargas solicitantes para a fundação, esquema apresentado na figura 2, além de formarem paredes e elementos de vedação. Sendo formado por perfis galvanizado do tipo U enrijecido com medidas de alma (bw), variando de 90 a 300 mm, podendo ser instalado na vertical, ou na horizontal como viga de piso (Santiago, Freitas e Castro 2012).

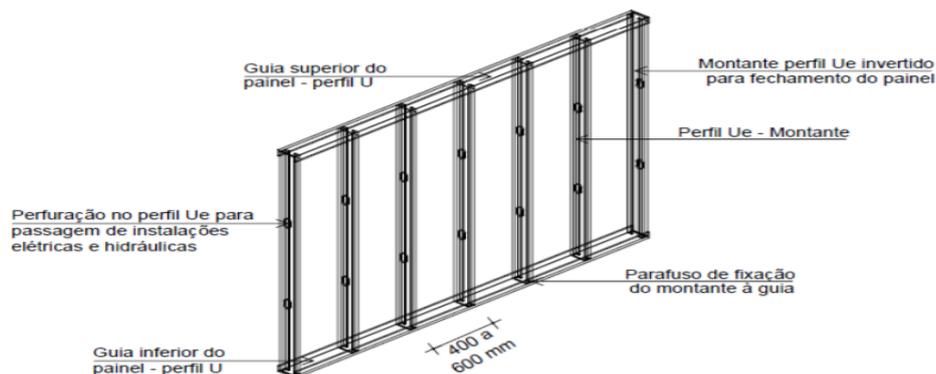
Figura 2- Esquema de Transferência de Cargas à Fundação.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.32).

Os painéis verticais, na sua maioria, são portantes, isto é, tendo a função estrutural da edificação com espaçamento entre montantes de 400 a 600 mm de eixo a eixo e dependendo da solicitação pode ser de até 200 mm, recebendo as cargas atuantes e dando estabilidade ao conjunto (Prudêncio, 2013).

Figura 4 - Painel estrutural LSF



Fonte: Prudêncio (2013)

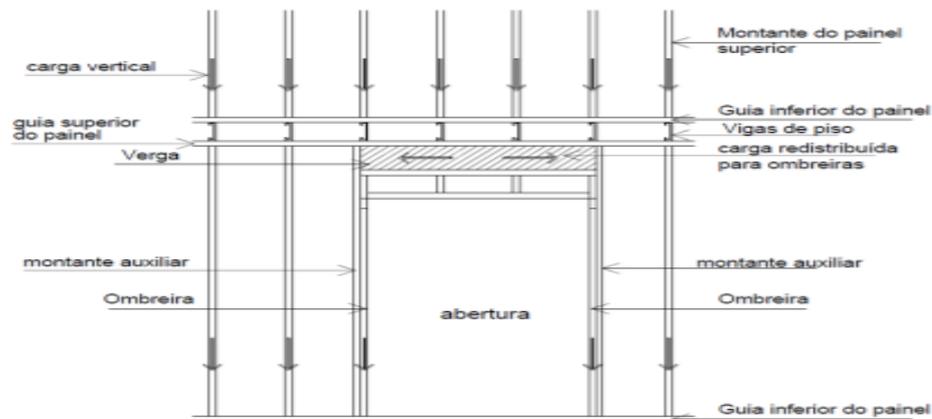
Os painéis sem função estrutural podem formar divisórias tanto área interna como externa, tendo apenas a função de resistir seu próprio peso.

2.3 Vergas e Ombreiras

De acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012), para compor a edificação como qualquer outra é necessária realizar aberturas correspondentes às portas, janelas e vãos. Para esse objetivo são instalados verga e ombreiras onde os montantes são interrompidos com a finalidade de redistribuição das solicitações nos painéis, esquema apresentando na figura 5.

A verga é composta por cantoneiras ou perfis U enrijecida conectada um aos outro por uma peça parafusada em suas extremidades. As ombreiras são montantes inseridos nas laterais dos vãos para suportar as cargas redistribuídas tendo também a finalidade de apoiar e evitar a rotação da verga. A quantidade de montantes que irão ser usados é correspondente à quantidade de interrompidos dividida por dois, montadas em mesmo número de cada lado da abertura (Santiago, Freitas e Castro 2012).

Figura 5- Esquema da Transferência de Cargas em um Painel Estrutural com Abertura.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.32).

2.4 Fechamentos Verticais

A vedação vertical é um elemento fundamental nas edificações, pois, auxilia na proteção de agentes externos bem como pode ser utilizada para a criação de divisórias em ambiente. Os painéis de fechamento são componentes industrializados modulados, sendo eles as placas de OSB, e as placas cimentícias posicionados e fixados na parte externa da estrutura, e também as chapas de gesso acartonado (Drywall) no caso de fechamentos internos.

- Oriented Strand Board (OSB)

O **OSB** (da expressão inglesa Oriented Strand Board), figura 6 é um material derivado da madeira, composto por pequenas lascas em camadas cruzadas juntadas por resinas e prensadas seguindo uma determinada direção, que lhe conferem alta resistência e rigidez. O painel é tratado para resistir a intempéries e ataque de insetos como cupins, por exemplo, possuindo diversas aplicações como, piso, telhados e fechamento de paredes externas e internas (FACCO, 2014).

Figura 6- Fechamento Externo com Placas de OSB



Fonte: Facco, (2014)

- Placas Cimentícias

As placas cimentícias são produzidas em fibrocimento a partir do Cimento Portland e agregadas naturais reforçadas com fio Sintético, podendo ser utilizada tanto em áreas secas, quanto em molhadas em estruturas externas (fachadas) e em ambientes internos (cozinhas e banheiros) fazendo o fechamento da estrutura, compondo as paredes da construção. Devido sua característica mais resistente à umidade sua aplicação é apropriada para áreas úmidas e que sofrem a ação de intempéries (BRASILIT, 2008).

- Placas de gesso acartonado

O gesso acartonado, ou drywall, é uma chapa de gesso com papel cartão muito usada em projetos de arquitetura e “design” de interiores, principalmente por sua versatilidade e praticidade, porém, devido suas características são somente utilizados para fechamento de ambientes internos (FACCO, 2014).

2.5 Contraventamento

Contraventamento são ligações entre os elementos principais de uma estrutura com a finalidade de aumentar a rigidez da construção. É um método de proteção de edificações contra a ação do vento e demais solicitações que provoque o deslocamento. Como uma estrutura metálica tradicional, o LSF também há a necessidade de contraventamentos, geralmente executados com fitas de aço galvanizado parafusadas em placas de Gusset que se encontram nas quinas do painel. Os contraventamentos podem assumir formas de X ou K,

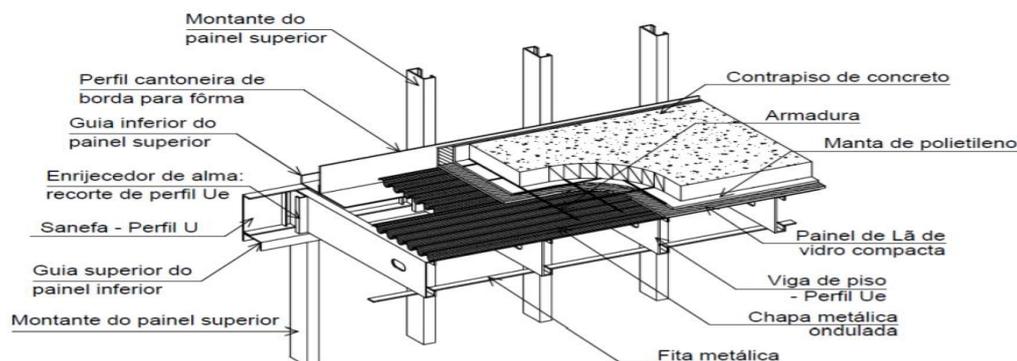
preferencialmente com inclinação das diagonais entre 30° e 60° dependendo das condições do projeto (SANTIAGO et al., 2012).

3. Lajes Secas e Úmidas

A laje no sistema LSF conforme, Santiago Freitas e Castro (2012), usa o mesmo princípio dos painéis, formados a partir de perfis galvanizados U enrijecido paralelos disposto nas horizontais compondo vigas, responsável por suportar reações originadas de sobrecarga e carregamentos permanentes de materiais que compõem a superfície do contrapiso.

A laje úmida é caracterizada quando se preenche de concreto uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas piso tendo uma lã vidro compactada e entre chapa e o concreto, de modo a ter um melhor conforto térmico acústico, visto na figura 8 (SANTIAGO et al., 2012).

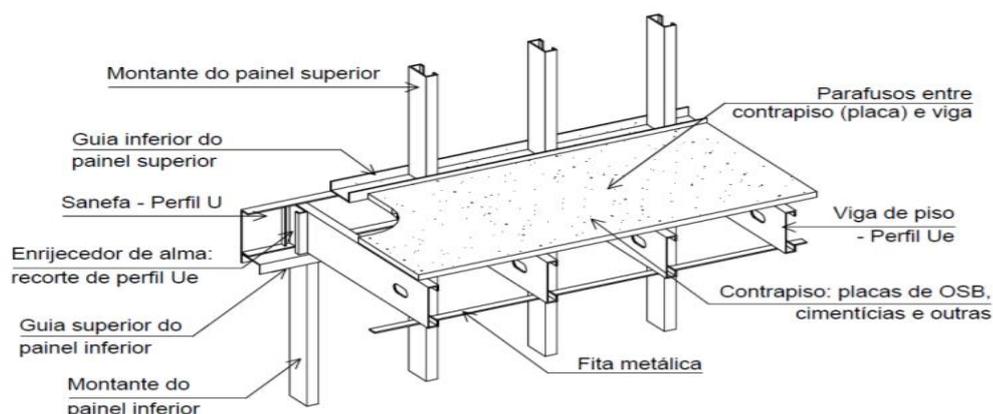
Figura 8- Desenho Esquemático da Laje Úmida.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.55).

De acordo com os autores a laje seca é onde se usa placas de OSB, cimentícias ou outras aparafusadas à estrutura de piso servindo de base para o contra piso e revestimentos.

Figura 9- Desenho Esquemático da Laje Seca.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p.56).

3.1 Isolamento Térmico-Acústico

O isolamento térmico-acústico tem a função de controlar a qualidade de um ambiente interno de maneira a lhe dá conforto impedindo que as condições externas não influenciem, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor sendo essa uma das boas vantagens deste sistema construtivo (SANTIAGO et al., 2012).

Existem vários materiais de isolamento térmico usado nas estruturas de LSF pelo mundo todo, tendo como exemplo a lã de vidro, lã de rocha, lã de pet entre outros. Estes materiais citados são formados por um material fibroso com boa absorção acústica e, além disso, possui boa resistência térmica devido ao confinamento de ar em suas tramas dificultando a transferência de calor entre os ambientes (Facco ,2014).

3.2 Fundações

Para Santiago et al., (2012), o LSF por ser uma construção leve, sua fundação é considera mais simples em comparado ao sistema convencional, tendo a sapata corrida e o radier como os mais usados mundialmente.

Segundo Facco (2014) A fundação mais adequada ira depender de uma análise de solo, do cálculo estrutural, da topografia e do nível do lençol freático no terreno. Assim como em qualquer outra fundação, precisa-se ter o cuidado essencial com a impermeabilização para evitar futuras infiltrações e presença de umidade na estrutura.

3.4 Ancoragem

A ancoragem tem como finalidade fixar os painéis na fundação (radier ou sapata corrida), tendo a função de evitar a movimentação da estrutura devido às ações do vento, que originam esforços de tração e elevação, garantindo a resistência suficiente para a superação dos efeitos de segunda ordem. (SANTIAGO et al., 2012).

3.5 Barreira impermeável à água e permeável ao vapor

A membrana hidrófuga or Tyvec, marca registrada da DuPont, assim mais conhecida no mercado é um material de polietileno que é utilizada nos sistemas Framing, formando uma barreira impermeável à água e permeável ao vapor. Sua função é dificultar a penetração de água, de forma a permitir a entrada de vapor e ar, permitindo uma ventilação favorável das paredes, de modo a evitar à proliferação de fungos (Campos, 2014).

4 Cobertura

A cobertura de uma residência em Light Steel Framing pode ser projetada de diversas maneiras, seguindo o mesmo princípio dos telhados em madeira. Sua estrutura é executada com perfis de aço galvanizado, mostrados anteriormente, criando treliças ou tesouras convencionais de telhado com caibros, terças podendo ser planos e inclinados, etc. Podendo-se utilizar diversos, modelo de telhas, desde as cerâmicas (as mais utilizadas em habitações) até as metálicas e asfálticas. O telhado asfáltico é o mais indicado em função do seu peso baixo, em torno de quatro vezes menor do que as telhas cerâmicas, e são comercialmente conhecidas como shingle (Campos, 2014).

6. Vantagens e Desvantagens do LSF

Uma das suas vantagens de segundo Facco (2014), é que esta construção pode ser considerada sustentável, pois, quase não se usa água e energia além de proporcionar redução da utilização de recursos naturais assim como o desperdício e a geração de entulho. Sendo uma Construção rápida tendo um prazo de execução cerca de 1/3 menor em comparado aos métodos tradicionais tendo como parâmetro, uma edificação de 100m², podendo ser finalizada em até 30 dias, proporcionando ao empreendedor um retorno mais viável ao seu investimento.

Seus elementos proporcionam facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas, pois, os perfis são perfurados. Além disso, sua leveza facilita a montagem e por ter menor peso de

construção sua fundação pode gerar uma economia de até 75% no em comparado com o método construtivo convencional. (Apud Farias 2013).

Para Klein e Maronezi (2013), quando se constroem um grande número de edificações o custo final para a construção é um fator vantajoso, como, por exemplo, conjuntos habitacionais ou prédios multifamiliares.

Segundo Facco (2014) quando avaliado o orçamento individual de uma residência unifamiliar de cerca de 40 m², ouve uma diferença de preço de 7% mais caro em comparado a alvenaria convencional, ficando o LSF em desvantagem.

Como toda forma de construção possui seus pontos desvantajosos, o LSF não se diferencia dos demais. Primeiramente, a obra por ser leve, possui um número máximo de andares, não podendo ultrapassar de cinco pavimentos no Brasil. Outra característica desvantajosa é o fato de não haver fornecedor e mão de obra em toda região ficando limitado o conhecimento deste método inovador de construção no Brasil, (MORAIS, 2004 apud FARIAS 2013).

7. Alvenaria Convencional

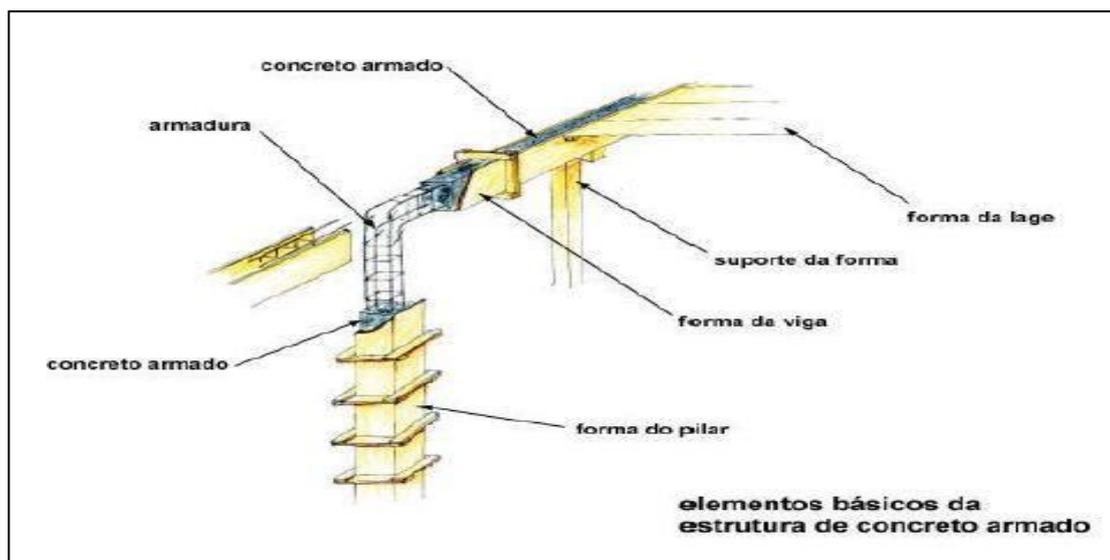
A alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria de vedação, é o método mais utilizado em construções no país. Isso porque essa técnica construtiva esta enraizada na cultura Brasileira e também pode ser utilizada em diversos tipos de projetos, principalmente edificações muito altas.

De acordo com Azevedo (1997) a alvenaria convencional, figura 10 é um método construtivo onde sua estrutura é formada por laje, viga, pilar e fundação, em concreto armado, moldados em loco tendo a função de concentrar as cargas atuantes geradas pela edificação e transmiti-la para o solo.

As paredes não possuem nenhuma função estrutural e servindo somente como vedação e separação de ambiente, formadas através dos blocos cerâmicos (tijolo), que usa recursos não renováveis para sua construção.

Para a execução utilizasse argamassa no assentamento dos tijolos e chapisco na parte interna e externa para a fixação do emboço e reboco.

Figura 10 – Elementos de Estrutura da Alvenaria convencional



Fonte: Klein e Maronezi (2013)

Conforme Araújo, Freitas e Rodrigues (2006), o concreto armado é formado por uma associação entre concreto e aço, aproveitando de forma vantajosa às qualidades de ambos, tendo em vista que o concreto tem uma resistência elevada aos esforços de compressão, no entanto, a resistência aos esforços de tração são poucas. Desta forma, unir o aço ao concreto é uma forma de suprir a falta dos esforços de tração, dando reforço a sua resistência à compressão. Assim o aço absorvendo os esforços de cisalhamento ou cortantes que desempenham nos elementos de concreto.

Prudêncio (2013) faz menção que este método de construção é completamente artesanal em algumas regiões, tendo como características baixa produtividade e um desperdício elevado de materiais, isso acontece porque suas etapas de construção são in loco, tendo uma morosidade na execução do projeto. Vale lembrar, que boa parte da mão de obra é despreparada, ocasionando o desperdício excessivo e o retrabalho.

À vista disso a alvenaria convencional como qualquer outro sistema construtivo também tem suas vantagens e desvantagens citadas no quadro 1.

1.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL

Quadro 1: Vantagens e Desvantagens da Alvenaria convencional

Vantagens	Desvantagens
Pode ser utilizada em obras com vãos grandes;	As instalações hidráulica e elétrica são feitas depois da alvenaria causando desperdício,

	pois, quebra- se paredes e depois fecha- se com argamassa tendo o retrabalho.
Possibilita a construção de grandes projetos, pois o seu “esqueleto” ou estrutura é de concreto armado;	Falta de qualidade dos materiais e execução deficiente.
Boa resistência ao fogo.	Alto índice de desperdício de água
Durabilidade superior a cem anos, sem proteção e sem manutenção.	O Tempo de execução costuma ser mais longo, causando atrasos de integra da obra.
Menores limitações de projeto arquitetônico	Acumula muita sujeira e entulho na obra
Fácil de encontrar matérias para sua execução	Falta de mão de obra qualificada

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Alves (2015) cita que este método de construção tem sua velocidade comprometida devido ao baixo nível de industrialização, além da demanda de tempo e de espera serem elevados devido aos (matérias) utilizados, como o concreto e argamassa que necessitam de tempo para secagem e cura. Outro fator e a dependência entre a finalização de uma etapa para que se possa dar início à outra, fazendo parte também deste sistema o retrabalho.

8. METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter quantitativo em busca fazer uma análise comparativa entre os métodos construtivos relacionados ao tema nesse trabalho. Para que se possa alcançar o objetivo sugerido, este trabalho terá início mostrando o projeto arquitetônico da edificação referente a uma residência unifamiliar, que será utilizada para que se possam obter dados de custos e tempo de execução de uma construção de acordo sistemas construtivos LSF e o sistema convencional.

O levantamento bibliográfico foi utilizado a fim de levantar as principais informações acerca do assunto e permitir o comparativo das características e benefícios entre os métodos. Já o estudo de caso consistiu na elaboração de um comparativo dos custos e prazos em um projeto específico.

9. RESULTADOS

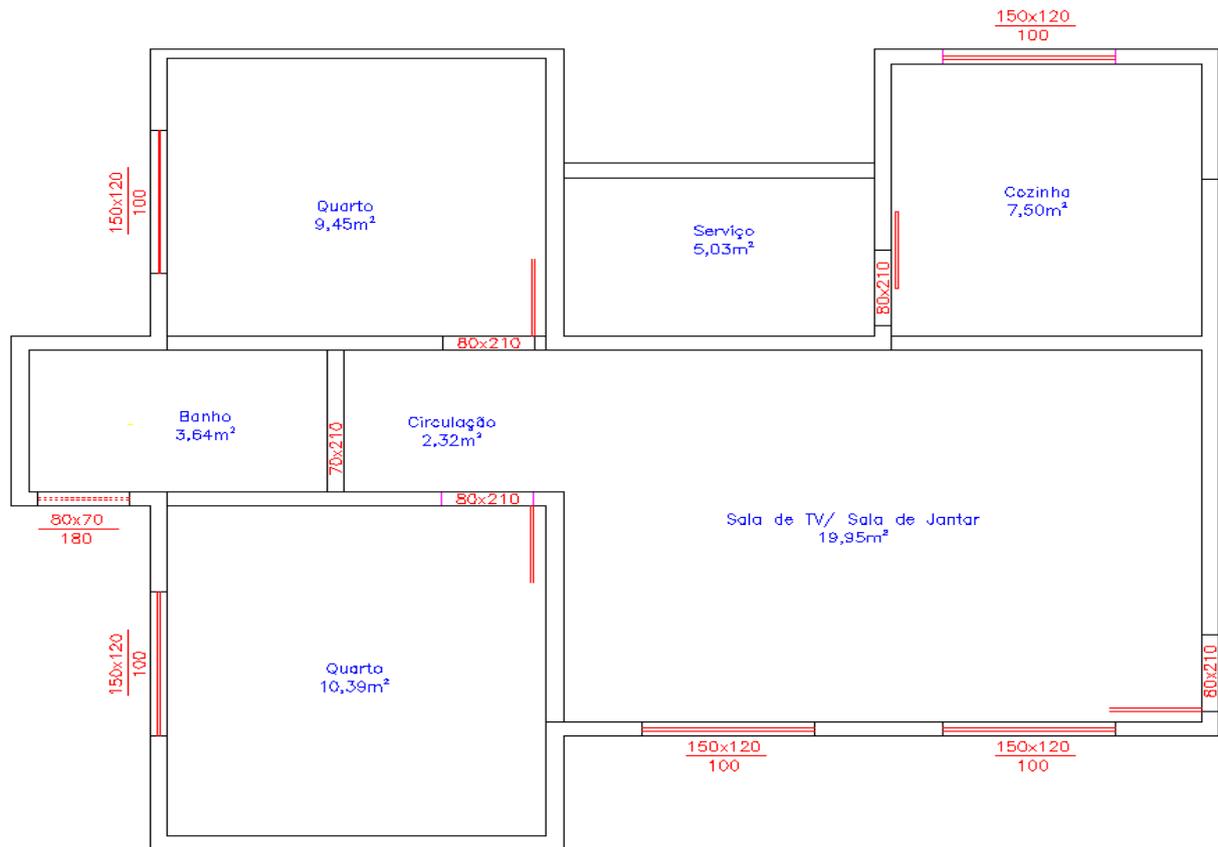
9.1 Materiais e Métodos

O preço dos materiais utilizados no orçamento foram obtidos através da tabela do SETOP (Secretaria de Estado de Transporte e obras públicas de Minas Gerais), publicado em janeiro de 2019, na tabela dos preços médios dos insumos a serem utilizados no sistema convencional. Para o LSF a partir do projeto fez-se levantamento de preço junto as lojas que comercializam os materiais, Dry Tec e BTB Drywall Light Stell Framing ambas em Ipatinga, MG, cidade mais próxima de Teófilo Otoni que comercializa este Sistema Construtivo, determinando o mais oneroso para este estudo.

É necessário ressaltar que determinados subsistemas não foram considerados, pois, não há diferenças entre um processo construtivo e relação ao outro. Sendo os subsistemas desconsiderados como os serviços, preliminares, a fundação, cobertura, as instalações elétricas e hidráulicas, assim como os revestimentos de piso e parede, esquadrias e pinturas.

A residência estudada refere-se a uma casa térrea de dois dormitórios, sala de jantar e estar conjugada, cozinha, banheiro, área de serviço, e corredor de circulação, tendo 65,08 m² de construção, conforme indicado na Figura 11, está que representa a planta baixa da residência. Tendo em vista que o projeto de residência foi elaborado pelo autor do trabalho de acordo com os parâmetros básicos de dimensionamento e concepções arquitetônicas, estruturais, de vedações, de instalações e acabamentos.

Figura 11: Planta Baixa do Pavimento Térreo



Fonte: Autor, 2019

No sistema construtivo convencional inicialmente foi elaborado um projeto estrutural de forma a adquirir as dimensões de seus elementos estruturais e a classe de concreto e aço a serem utilizados nos pilares, vigas e laje uma vez que sua superestrutura é constituída em concreto armado.

O cálculo estrutural foi elaborado manualmente e com auxílios de 'software' como o Ftool e planilhas eletrônicas introduzidas ao longo do curso de engenharia civil na faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, MG.

Para esta edificação foi atribuídos 17 pilares de 15×24 cm com 3,00 m de altura, 64,20 metros linear de vigas 15×40 cm e $66,12 \text{ m}^2$ de laje pré-moldada de 10 cm de espessura. A classe do concreto a ser utilizada é C20 produzido em obra com armações de aço CA 50 e CA 60. Para o projeto estrutural do Light Steel Framing foram utilizadas informações obtidas através de teses, artigos, manuais e publicações relativas, tendo como exemplo o Manual para que se possa utilizar o sistema construtivo a seco sendo uma das principais referências o Manual de Engenharia para LSF da CBCA (Centro Brasileiro de Construção em Aço),

manual para dimensionamento de estruturas de LSF. Através do manual CBCA o cálculo estrutural foi elaborado manualmente e com auxílios de planilhas eletrônicas. Após o dimensionamento pode-se obter dados sobre o qual Perfis para a formação dos painéis estruturais a serem utilizados. Os perfis são compostos de Aço zincado (ZAR) do tipo Guia e Montante. Para os montantes foram atribuídos 200 perfis do tipo U enrijecido de $90 \times 40 \times 12 \times 0,95$ mm de 3 metros e para as guias posicionados horizontalmente na base e no topo dos painéis, foram 20 perfis do tipo U simples de $92 \times 40 \times 0,95$ mm de 6 m. Para a laje seca foram atribuídos 40 vigas de cobertura espaçados na horizontal de perfil do tipo montante de $140 \times 40 \times 12 \times 0,95$ mm com 6 metros de comprimento

Para o fechamento no sistema convencional suas paredes externas e divisória internas foram usados blocos cerâmico de $14 \times 19 \times 29$ cm com revestimento de reboco de 2 mm tanto na parte interna como externa. Já para LSF foram usados produtos industrializados de aplicação rápida recomendada pelo manual da CBCA.

Em seus painéis externo de acordo com o manual utilizou-se, membrana hidrófugas, Chapa OSB com dimensões de $120 \times 240 \times 1,1$ cm e placas cimentícias de $120 \times 240 \times 0,8$ cm. O fechamento interno dos painéis se dá com a instalação de chapa de gesso acartonado com dimensões de $120 \times 240 \times 1,1$ cm, e a lã de vidro com 9 cm de espessura entre as paredes com função térmico e acústico.

9.2 Custo e Produtividade dos Sistemas

Como mostrado anteriormente foi feito uma comparação de custos em cima de um projeto. Os dados encontrados e propostos serão discutidos da forma sistemática. A tabela 1 apresenta os custos obtidos para o sistema convencional e a tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o LSF.

Tabela 1- Orçamento do sistema construtivo de alvenaria convencional.

	DESCRIÇÃO	Unidade	Quantidade	valor Unitário	Total Parcial
ESTRUTURA					
EST-CON-030	Concreto estrutural FcK 20Mpa, virado em obra	m ³	5.64	390.01	2199.66
EST-FOR-005	Forma e desforma de tábuas de pinho (aproveitamento 5x)	m ²	101.58	38.84	3945.37
ARM-AÇO005	Armação aço CA 50A Vide projeto estrutural	Kg	242.36	7.41	1795.89
LAJ-APA-005	Laje pré-fabricada	m ²	67.12	60.74	4076.87
FECHAMENTO					
ALV-TIJ-025	Alvenaria de tijolo cerâmico furado e=15cm a revestir	m ²	186.00	29.87	5555.82
REVESTIMENTO					
REV-CHA-005	Chapisco de aderencia a colher	m ²	420.25	5.57	2340.79
REV-REB-015	Reboco com argamassa cimento/cal e areia 1:2:8	m ²	420.25	21.60	9077.40
				TOTAL	28991.79

Fonte: Autoria Própria (2019)

Tabela 2- Orçamentos do sistema Light Steel Framing

	DESCRIÇÃO	Unidade	Quantidade	valor Unitário	Total Parcial
ESTRUTURA					
	Guia 90 mm Estrutural #0.95 C/ 6,00 m	PC	30.00	76.38	2291.40
	Montante 90 mm Estrutural #0.95 C/ 3.00 m	PC	210.00	43.75	9187.50
	Banda Acústica rolo de 10m x 90mm	ROLO	7.00	36.58	256.06
	Montante 140 mm Estrutural #0.95 C/ 6,00 m	PC	35.00	80.21	2807.35
FECHAMENTO					
	Chapa OSB para Laje Seca 1200X2400mm	un	25.00	115.00	2875.00
	Chapa OSB para fechamento externo 1200X2400mm	un	53.00	63.90	3386.70
	Chapa Cimentícia fechamento externo 1200X2400mm	un	53.00	135.00	7155.00
	Placa de Gesso Acartonada para forro 1200X2400	un	21.00	34.19	717.99
	Placa de Gesso Acartonado fechamento interno 1200X2400	un	69.00	34.19	2359.11
	Lã De Vidro 1.2 X 12,50m X 50mm	un	14.00	119.00	1666.00
	Membrana Tyvek 0,91x 30,5m	Rolo	8.00	192.01	1536.08
				TOTAL	34238.19

Fonte: Autoria Própria (2019)

Comparando o valor total obtido de R\$ 28.991,79 para o sistema convencional e o valor total de R\$ 34.238,19 para o LSF, conforme demonstra na tabela 02, pode ser obtida a diferença percentual sobre o custo dos sistemas. Considerando o valor total do sistema convencional como base, o Light Steel Framing apresentou um custo 18,09% superior ao convencional. O custo unitário por metro quadrado de construção resultou em R\$445,47/m² para o sistema convencional e R\$526,09/m² para o LSF. No entanto, de acordo com Gomes (2014) os prazos de construção reduz em 1/3 para o método construtivo LSF quando se comparado ao sistema convencional.

Conforme Domarascki e Fagiani (2009), para saber calcular a rapidez produtiva entre os sistemas construtivos citados, usa-se o meio da produtividade individual de cada item do sistema, informados no trabalho. Nesse sentido, para obter o total de horas, a produtividade

(horas/m²) individual de cada item foi multiplicada pela área do item, chegando ao total de horas. A quadro 3 apresenta a produtividade obtida para o sistema LSF e a quadro 2 apresentam os resultados obtidos para o convencional.

Quadro 3: Produtividade do sistema LSF

SISTEMA LSF			
DESCRIÇÃO	PRODUTIVIDADE (HORA/m ²)	QUANTIDADE(m ²)	TOTAL(HORAS)
MONTAR PAINÉIS	0,25	179,4	44,85
FECHAMENTO EXTERNO COM PLACA CIMENTÍCIAS	0,22	112,65	24,78
FECHAMENTO EXTERNO COM OSB	0,22	112,65	24,78
FECHAMENTO DO FORRO	0,22	58,31	12,83
FECHAMENTO INTERNO COM GESSO ACARTONADO	0,22	197,64	43,48
ISOLOAR COM LÃ DE VIDRO	0,06	197,64	43,48
INSTALAR MEMBRANA HIDRÓFUGA	0,06	112,65	6,76
		TOTAL DE HORAS	169,31
		ÁREA DA CASA(m ²)	65,08
		PRODUTIVIDADE (m ²)	2,586

Fonte: Adaptado de Domarascki e Fagiani (2009)

Note-se no quadro 3 que o montante de horas necessárias para as fases de estrutura e vedação do sistema LSF é 169,31 horas. Tendo a produtividade do sistema correspondente a 2,586horas/m².

Quadro 4: Produtividade do Sistema de alvenaria convencional

ALVENARIA CONVENCIONAL			
DESCRIÇÃO	PRODUTIVIDADE (HORA/m ²)	QUANTIDADE(m ²)	TOTAL(HORAS)
MONTAR ARMADURA (METRO CORRIDO)	0,4	112,32	44,93
FORMA	0,042	101,58	4,26
FECHAMENTO COM BLOCO CERÂMICO	2,1	186,00	390,6
CHAPISCO	0,5	430,25	215,12
REBOCO	1,71	430,25	735,73
		TOTAL DE HORAS	1390,64
		ÁREA DA CASA(m ²)	65,08
		PRODUTIVIDADE (m ²)	21,36

Fonte: Adaptado de Domarascki e Fagiani (2019)

Para o sistema em alvenaria convencional Observa-se no quadro 4 que o total de horas necessárias foi de 1390,64 e a produtividade em 21,36 horas/m².

Analisado os dados conseguidos foi possível Comparar as produtividades mostradas, observando que o LSF apresenta uma diferença de velocidade construtiva 38,21 vezes em comparado com a construção convencional.

O cálculo de prazo de conclusão apresentado no quadro 5, foi efetuado avaliando uma equipe formada por um especialista em montagem ou pedreiro e mais dois ajudantes. Sendo o total de horas disponíveis ao dia calculado da seguinte forma:

Quadro 5: Calculo de Prazo de Conclusão

PRAZO DE CALCULO DE CONCLUSÃO DE OBRA AVALIANDO UMA EQUIPE			
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE PESSOAS	HORAS/DIA	HORAS/PESSOAS/DIA
PESSOAS	3	8,8	26,4

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Para descobrir o total de dia necessário para a conclusão das etapas de cada um dos sistemas apresentados no quadro 6, divide-se o total de horas de cada sistema pelo total de horas disponíveis na equipe de mão de obra.

Quadro 6: Total de dia necessário para a conclusão das etapas

TOTAL DE DIA PARA A CONCLUSÃO DO SISTEMA LSF		
TOTAL DE HORAS NECESSÁRIA	TOTAL DE HORAS DE PESSOAS/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
169,31	26,4	6,41
TOTAL DE DIA PARA A CONCLUSÃO DO SISTEMA CONVENCIONAL		
TOTAL DE HORAS NECESSÁRIA	TOTAL DE HORAS DE PESSOAS/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
1390,64	26,4	52,67

Fonte: Aatoria Própria (2019)

Para este estudo não foram considerados prazos de espera para cura da estrutura em concreto, no caso da construção em alvenaria convencional. Já no LSF não são necessários por usar componentes industrializados que já chegam pronto na obra sendo necessário somente sua montagem.

Observa-se através do exposto a viabilidade de construção pelo método LSF em relação ao fator produtividade.

10. CONCLUSÃO

A comparação entre dois métodos construtivos, realizada nesse estudo, teve por finalidade determinar se o valor do sistema de construção LSF ainda é o principal fator que influencia na escolha do método construtivo a ser empregado em uma obra. Partindo como

hipótese que o custo poderia ser o fator principal na escolha entre os sistemas, buscou-se uma pesquisa sobre o levantamento de custos para os dois sistemas.

Em relação aos custos obtidos, percebeu-se que devido a cada sistema possuir características peculiares, apresentou-se significativa diferença de custos entre si. O LSF ainda é, dentre os sistemas, o que apresenta maiores custos para sua aplicação. Os levantamentos indicaram que o valor final do LSF, para esse estudo, é superior em relação ao custo do por outro lado o tempo de execução e menor que no sistema de alvenaria convencional.

Embora o LSF apresente valores finais maiores podem perceber, através dessa pesquisa, que há algumas características peculiares e típicas a cada sistema que também devem ser levadas em conta. O LSF, por ser um sistema caracterizado pelo baixo peso de sua estrutura, geralmente adota-se uma fundação mais econômica. Outra vantagem está na utilização materiais industrializados e padronizados. Por serem peças industrializadas, possuem um controle tecnológico mais preciso, dispensando a verificação em obra, diferentemente da estrutura convencional, onde o controle qualidade é determinado através de testes realizados na obra, nem sempre por pessoas e meios qualificados.

Sabendo-se que o sistema Light Steel Framing tem tantas vantagens técnicas sobre o sistema de alvenaria convencional já comprovado com este estudo, conclui-se que os profissionais da área da construção civil devem incentivar mais os empresários e consumidores a usar este tipo de construção que, com a popularização do sistema, esta realidade atual das diferenças de custos pode ser cada vez menor e também a mão de obra pode estar cada vez mais qualificada.

REFERÊNCIAS

Alves, L. P. (2015). Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. *Uberlândia, SP.*

ARAÚJO, Rodrigues & Freitas (2001). **Apostila de Concreto Armado**. UFFRJ, 2006. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-1**: chapas de gesso acartonado – parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-2**: chapas de gesso acartonado – parte 2: chapas de gesso para —drywall. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações. Rio de Janeiro, 2005.

BERTOLINI, Hibran Osvaldo Lima (2013). **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. 2013. Projeto de Graduação (Engenheiro Civil). Escola Politécnica. Rio De Janeiro.

CICHINELLI, Gisele. Revestimento em PVC (2012). **Revista Equipe de Obra**. 50. ed.

CONSUL STEEL. **Construcción con acero liviano: manual de procedimiento**. Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 127p.

DALTRO, Adnauer Tarquínio; PAGIOLLI, Tales de Mileto; SINGULANE, Marcos Vinicius de Carvalho. **Tubulações para habitação de interesse social em Light Steel Framing**.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S (2009). **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Framing, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Barretos, 75p.

FARIAS, João Lopes (2013). **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Light Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. 2013. Projeto de Graduação (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FACCO, Isabela Rossatto (2014). **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 85p.

FERREIRA, Vitor Pinheiro (2016). **Estudo comparativo entre sistemas construtivos: Alvenaria Convencional e Light Steel Framing**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Católica de Brasília. Brasília, 31p.

GASPÁR, André Poças (2013). **Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing: Alternativa viável à construção tradicional**. 2013. Dissertação (Mestre em Arquitetura). Universidade Lusófona do Porto. Porto. 152p.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (2009). **Métodos de Pesquisa**. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

GIL, A.C.(2009) **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007
GOMES, Aínda Soares. **Contribuição para a caracterização da mão-de-obra do sistema**

Light Steel Framing: Um Estudo De Caso No Município De Criciúma– SC. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma. 2009.

HASS, Deleine Christina Gessi and MARTINS, Louise Floriano (2011). **Viabilidade Econômica do uso do sistema construtivo Steel Framing como método construtivo para habitações sociais.** Curitiba.

HOME LUX ARQUITETURA (2017). **Construção sem tijolos:** Steel Framing.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241:** Performance standards in buildings - principles for their preparation. London, 1984.

KLEIN, B. G; MARONEZI, V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel Framing para construção de conjuntos habitacionais.** 2013. 141 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

LOURENZO, Claydmar Hudson; et al. Análise Comparativa Dos Sistemas Construtivos: Light Steel Framing e Alvenaria Estrutural. **Revista Pensar Engenharia**, v.3, n. 1, Jan./2015.

MALAFAIA, M. Casa com Framing de madeira e paredes de OSB. **Téchne**, São Paulo, n. 69, p. 67–70, dez. 2002

MALHOTRA, Naresh. **Introdução à pesquisa de marketing.** São Paulo: Prentice Hall, 2005.

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. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

POÇAS, Carlos Henrique Felipe. **Análise De Custo Para Sistema Construtivo Em Light Steel Framing Como Alternativa Para Projeto De Moradia Popular Da Caixa Econômica Federal.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão. 2014

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e Análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing.** 2013. 66f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação 98 em Engenharia de Produção Civil) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

SANCHES, Conrado D.; SATO, Lucas F. Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Framing, Concreto PVC e Sistema Convencional. Monografia (Engenharia Civil) 2009. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. 2009.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, Renata Cristina Moraes. **Manual de construção em aço Steel Framing: Arquitetura**. 2. ed. 2012.

SANTIAGO A. K.; RODRIGUES M. N.; OLIVEIRA M. S. De. **Light Steel Framing Como Alternativa Para A Construção De Moradias Populares**. 2010. Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica. São Paulo. 31 de agosto de 2010.

SOUSA, A. M. J. de; MARTINS, N. T. B. S. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins. Palmas – TO. 2009.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Como construir steel framing: estrutura**. Revista Techné, 137. ed., v. 16, agos. 2008.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes (2014). Comparativo de sistemas construtivos, convencional e Wood Framing em residências unifamiliares.

Salomão, P. E. A., Suski, A., Pinheiro, W. F., & de Amorim Andrade, A. L. (2019). Corrosion protection study in construction steel armor. *Research, Society and Development*, 8(1), 181504.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Pedro Emílio Amador Salomão – 40%

Alan Deivid Alves Soares – 40%

Larissa Petrini Alves Lorentz – 10%

Larissa Tatiane Gonçalves de Paula – 10%