

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

LARISSA CRISÓSTOMO MARQUES

**CONSTRUÇÃO A SECO:** sistema construtivo *light steel framing*

Paracatu

2019

LARISSA CRISÓSTOMO MARQUES

**CONSTRUÇÃO A SECO:** sistema construtivo *light steel framing*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Estruturas

Orientador: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Paracatu

2019

LARISSA CRISÓSTOMO MARQUES

**CONSTRUÇÃO A SECO:** sistema construtivo *light steel framing*

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Estruturas

Orientador: Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, 02 de Dezembro de 2019.

---

Prof. Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo  
Centro Universitário Atenas

---

Profª. Msc. Hellen Conceição Cardoso Soares  
Centro Universitário Atenas

---

Prof. Dr. Alexandre Almeida Oliveira  
Centro Universitário Atenas

Dedico a minha família, pelo apoio, carinho e compreensão. Por estar presente em toda a minha caminhada, apoiando e incentivando a sempre buscar mais conhecimento. Nos momentos mais difíceis sempre estavam ali, na torcida, para mais uma vitória. Minha dedicação é total a eles, por sempre me ensinarem a buscar ser uma pessoa melhor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças para continuar e conseguir chegar até aqui, ELE quem está comigo desde o início da minha vida e permitiu que eu conquistasse mais essa vitória.

Agradeço a minha família, em especial aos meus pais, Luciene e Rivalino, e minha adorada avó Auri, obrigada por tudo que me proporcionaram em todos esses anos, pelo apoio, ajuda financeira e emocional, pela força dada todos os dias para continuar, e principalmente, obrigada por acreditarem em mim.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio de sempre, principalmente aqueles que nos momentos mais difíceis estiveram ao meu lado.

Agradeço a minha cachorrinha Mel, minha filha amada, que está comigo em todos os momentos, esperando sempre ansiosamente a minha chegada da faculdade, e estando comigo em toda a realização do TCC, minha companheira.

Agradeço a todos os professores que fizeram parte do ensino, a coordenadora do curso, Glenda Colin, por fazerem parte desta minha conquista, pois sempre estavam apoiando e incentivando a todos na busca pelo diploma e a vitória profissional.

Agradeço também ao meu orientador e professor Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo por todo o apoio, pois ele com calma e sabedoria me deu muito apoio e forças para seguir e concluir esse trabalho. Obrigada pela sabedoria e amizade.

Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles.

Augusto Cury

## RESUMO

O sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) surgiu em torno do século XIX nos Estados Unidos e está presente nos dias de hoje no Japão, Europa, Austrália, Nova Zelândia e entre outros. As atividades no Brasil tiveram iniciativa em 1998, tendo aplicações em residências, obtendo novas tecnologias no modo de se construir, oferecendo grandes vantagens ao consumidor. Esse sistema tem uma importante característica, o uso de perfis de aço galvanizados de pequena espessura, desenvolvidos a frio, sendo utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais e são caracterizado pela alta eficiência, produtividade e velocidade de execução. O método de construção em LSF é dividido em categorias, sendo eles o método *stick*, método por painéis, método de construção *Balloon Framing* e *Platform Framing*, o que a torna uma construção mais econômica e organizada, trazendo vários benefícios para a edificação. O sistema consiste em etapas de construção, fundação, painéis, laje, cobertura, fechamentos verticais e instalações elétricas e hidráulicas o que facilita na execução, tornando uma construção mais rápida. Tem-se várias vantagens em aderir esse sistema, como: materiais são praticamente todos renováveis, são de alta resistência, alta precisão dimensional, baixo peso e sempre ajudando para a sustentabilidade da edificação. A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil, apresentam limitações ao sistema construtivo tradicional, gerando a necessidade de se investir em métodos construtivos que permitam a racionalização dos seus processos. O objetivo desse estudo é esclarecer o sistema construtivo LSF, abordando suas características e metodologias de construção, apresentar as etapas construtivas desse sistema e mostrar suas vantagens e desvantagens.

**Palavras-chave:** *Light Steel Framing*. Métodos construtivos. Construção civil. Construção Sustentável.

## ABSTRACT

*The Light Steel Framing construction system emerged around the 19th century in the United States and is present today in Japan, Europe, Australia, New Zealand and others. The activities in Brazil were started in 1998, having applications in homes, obtaining new technologies in the form of construction, offering great advantages to the consumer. This system has an important feature, the use of cold developed galvanized steel profiles, used for the composition of structural and non-structural panels and are characterized by high efficiency, productivity and speed of execution. The LSF building method is divided into categories, which are the stick, panel method, Balloon Framing method and Platform Framing method, which makes it a more economical and organized building, bringing several benefits to the building. The system consists of stages of construction, foundation, panels, slab, ceiling, vertical closures and electrical and hydraulic installations that facilitate the execution, speeding up the construction. There are several advantages to adhering to this system such as: The materials are virtually all renewable, are high strength, high dimensional accuracy, low weight and always help in the sustainability of the building. Concern about environmental issues and the need to seek sustainable alternatives for the construction industry present limitations to the traditional construction system, generating the need to invest in construction methods that allow the rationalization of its processes. The objective of this study is to clarify the LSF construction system, addressing its construction characteristics and methodologies, to present the construction stages of this system and to show its advantages and disadvantages.*

**Keywords:** *Light steel frame. Sustainable alternative. Construction methods Construction. Sustainable construction.*



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing	16
<b>FIGURA 2</b> – Exemplo de estrutura de reforço do tipo ombreiras em janela	21
<b>FIGURA 3</b> – Esquema Laje Úmida	23
<b>FIGURA 4</b> – Esquema Laje Seca	24

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AISI</b>	<i>American Iron and Steel Institute</i>
<b>ISO</b>	Organização Internacional de Normalização
<b>LSF</b>	<i>Light Steel Framing</i>
<b>NAHB</b>	<i>National Association of Home Builders</i>
<b>NBR</b>	Norma Técnica brasileira
<b>OSB</b>	<i>Oriented Strand Board</i>
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>RF</b>	Resistência ao fogo
<b>RU</b>	Resistente à umidade
<b>SPT</b>	<i>Standard Penetration Test</i>
<b>ST</b>	<i>Standard</i>
<b>USA</b>	Estados Unidos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>1.1 PROBLEMA</b>	12
<b>1.2 HIPÓTES DE ESTUDO</b>	12
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	12
<b>1.3.1 OBJETIVO GERAL</b>	12
<b>1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	12
<b>1.4 JUSTIFICATIVA</b>	13
<b>1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO</b>	13
<b>1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO</b>	14
<b>2 CARACTERÍSTICAS E METODOLOGIAS DO SISTEMA LSF</b>	15
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS</b>	15
<b>2.2 METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS</b>	17
<b>2.2.1 MÉTODO STICK</b>	17
<b>2.2.2 MÉTODO POR PAINÉIS</b>	18
<b>2.2.3 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO MODULAR</b>	18
<b>2.2.4 MÉTODO “BALLOON FRAMING” E “PLATFORM FRAMING”</b>	18
<b>3 ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UM SISTEMA LSF</b>	19
<b>3.1 FUNDAÇÃO</b>	19
<b>3.1.1 LAJE RADIER</b>	19
<b>3.1.2 SAPATA CORRIDA OU VIGA BALDRAME</b>	19
<b>3.1.3 FIXAÇÃO DOS PAINÉIS NA FUNDAÇÃO</b>	20
<b>3.2 PAINÉIS</b>	20
<b>3.3 LAJE</b>	22
<b>3.4 COBERTURA</b>	25
<b>3.4.1 COBERTURAS PLANAS</b>	25
<b>3.4.2 COBERTURAS INCLINADAS</b>	25
<b>3.5 FECHAMENTO VERTICAL</b>	26
<b>3.5.1 REVESTIMENTO EXTERNO</b>	26
<b>3.5.2 ISOLAMENTO TERMO ACÚSTICO</b>	27
<b>3.6 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS</b>	27
<b>4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA LSF</b>	28
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	30
<b>REFERÊNCIAS</b>	31

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Castro (2005) o sistema construtivo *Light Steel Framing* surgiu em torno do século XIX nos Estados Unidos, historicamente reconhecido pela necessidade de atender ao elevado aumento da população e habitações repentinamente. Devido a isso, os americanos procuraram respostas para o problema habitacional, de forma acessível, prática, rápida e baixo custo.

Com o final da Segunda Guerra Mundial, no século XX, obteve melhoria e avanços na produção de aço aumentando seu mercado, surgiu então um novo sistema construtivo, estando presente até a atualidade. Para Meyers (1998), nessa década iniciou a produção de aços de perfis leves onde ficou considerada de forma mais técnica, sendo estimulada ainda pela criação de uma associação de construtores e técnicos. Em 1993, a nova associação *National Association of Home Builders* (NAHB) publicou um estudo afirmando que o aço é um melhor material para utilização em habitações do tipo *framing*.

O significado do termo *Light Steel Framing* é, do inglês, “*light steel*” significa “aço leve” e “*framing*” originário de “*frame* = esqueleto, estrutura”, significando a formação de estruturas em aço leve (NASFA, 2000).

Segundo Campos (2019), o LSF está presente nos dias de hoje nos EUA, Japão, Europa, Austrália, Nova Zelândia e entre outros. As atividades no Brasil tiveram iniciativa em 1998, tendo aplicações em residências, obtendo novas melhorias e assim novas tecnologias no modo de se construir, oferecendo grandes vantagens para o consumidor e o construtor.

Para Rodrigues (2006), o LSF possui altas vantagens tanto sobre a construção convencional quanto sobre a construção em madeira. Gorgolewski (2006) diz que ao usar o sistema LSF tem-se variadas vantagens, como: materiais são praticamente todos renováveis, são de alta resistência, alta precisão dimensional, baixo peso e sempre ajudando para a sustentabilidade da edificação.

A utilização desse sistema tem chamado bastante atenção aos mais diversos países nos últimos anos, especialmente para residências unifamiliares, tendo em vista que esse sistema estabelece altos padrões de construções, fornecendo um crescimento no nível de especialização e qualidade de mão de obra (GORGOLEWSKI, 2006).

## 1.1 PROBLEMA

Quais são as características, metodologias construtivas e etapas do sistema *Light Steel Framing*?

## 1.2 HIPÓTESES DE ESTUDO

Acredita-se que o *light steel framing* (LSF) seja um sistema construtivo industrializado, limpo, ecologicamente correto, rápido, e não impacta tanto o meio ambiente quanto as edificações comuns. O LSF possui características, como: conforto, segurança, isolamento acústico e térmico, economia diante de outros métodos, menor período de execução, racionalização de desperdício e alta flexibilidade no projeto arquitetônico.

É considerado um método construtivo que se usa perfis de aço galvanizado desenvolvido a frio, um material especialmente leve e resistente, adquirido com um alto controle de qualidade. Constituindo assim, painéis estruturais projetados capazes de resistir esforços solicitantes verticais e horizontais transmitindo para a fundação.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa sobre o sistema construtivo *Light Steel Framing*, abordando assim suas características, metodologias, etapas do sistema construtivo e a viabilidade do seu emprego nos diversos tipos de edificações.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) estudar o sistema construtivo LSF, bem como suas características e metodologias.
- b) apresentar as etapas construtivas de um sistema *Light Steel Framing*.
- c) apontar as vantagens e desvantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing*.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Atualmente, com a crescente demanda do setor da construção civil, tem-se a necessidade de se construir com maior rapidez e de maneira mais eficiente, evitando desperdícios e a geração de resíduos de construção. Grohmann (1998) ressalta que realmente não há dados confiáveis sobre os desperdícios na construção civil, porém, estima que com a quantidade de mão de obra e materiais desperdiçados em três obras, é possível a construção de outra idêntica, ou seja, o desperdício atingiria um índice de 33%.

A preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil, apresentam limitações ao sistema construtivo tradicional, gerando a necessidade de se investir em métodos construtivos que permitam a racionalização dos seus processos, e possuam um alto nível de industrialização (CONSULSTEEL, 2002).

Santiago *et al.* (2012) apontam que perante o alto desenvolvimento populacional e os melhoramentos tecnológicos, a área da construção civil tem buscado por mais sistemas eficientes e recursos mais racionalizados, tendo em vista melhorar a produtividade, reduzir a geração de resíduos e solucionar a demanda crescente. Também de acordo com os autores, uma alternativa possível seria o uso de sistemas construtivos com aço, caracterizado pela grande taxa de industrialização, por meio de projetos planejados e integrados, reduzindo danos e prazo na construção.

O sistema LSF é uma opção para a área da construção civil, sendo uma tecnologia altamente difundida em países de primeiro mundo. Esse sistema tem importante característica o uso de perfis de aço galvanizados de pequena espessura, desenvolvidos a frio, caracterizado pela alta eficiência, produtividade e velocidade de execução (FREITAS E CASTRO, 2006).

## 1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

Segundo Gil (2010), esta pesquisa é do tipo descritiva e explicativa com leitura em materiais bibliográficos que teve por objetivo avaliar o Sistema Construtivo *Light Steel Framing*.

A metodologia explicativa se justifica, pois, traz consigo uma abordagem dedutiva bem aprofundada no tema com um procedimento simples, objetivo e direto, pois, segundo Gil (2010) uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, sendo que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que esteja suficientemente

detalhado. Para a utilização de tal pesquisa bibliográfica descritiva foram utilizados livros, artigos científicos, revista científica entre outros meios impressos e eletrônicos relacionados com o tema.

## **1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO**

No primeiro capítulo do trabalho é composto pela introdução, problema, hipótese, objetivos geral e específicos, justificativa, metodologia e estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é conceituado o sistema *Light Steel Framing* mostrando suas características e suas metodologias construtivas.

O terceiro capítulo evidenciará as etapas construtivas de um sistema em LSF.

O quarto capítulo enfatizará as vantagens e as desvantagens da utilização do sistema LSF.

E o quinto capítulo é constituído das considerações finais.

## 2 CARACTERÍSTICAS E METODOLOGIAS DO SISTEMA LSF

### 2.1 CARACTERÍSTICAS

O *Light Steel Framing* tem como principal característica um método construtivo industrializado e racionalizado, composto por estruturas de perfis de aço galvanizado formado a frio, que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais tesouras de telhado, vigas de piso, vigas secundárias e demais componentes (SANTIAGO *et al.*, 2012).

Segundo Perazzi (2016), o aço é um material a qual tem uma excelente resistência, mas em compensação demanda uma proteção adequada contra a corrosão garantindo assim a vida útil da construção. O método de galvanização, basicamente, é um processo no qual o aço é revestido por uma camada de zinco puro, que atua como um sacrifício, o protegendo contra a corrosão. Esse processo por imersão a quente permite uma proteção simples, segura e econômica.

Segundo a norma brasileira NBR 6323:2016, rege a galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido, os variados revestimentos para galvanização por imersão a quente, são nomeadas pela letra Z, acompanhado de um número o qual indica a quantidade de gramas de zinco depositada em ambas as faces (ABNT, 2016). Já a ABNT (2005), NBR 15253:2005 dispõe as características para os perfis *Steel Framing* indica que deve se seguir um revestimento mínimo Z275, isto é, 275 gr/m<sup>2</sup> em ambas as faces, para o revestimento galvanizado de perfis estruturais para prédios.

São dois os métodos de dobramento formados a frio de chapas de aço: o contínuo e o descontínuo. O processo contínuo é desempenhado pelo deslocamento da chapa de aço sobre os roletes de uma perfiladeira, podendo-se produzir perfis de qualquer comprimento conforme o projeto, sendo limitadas a perfis mais leves, por trabalhar com chapas mais finas. Já o processo descontínuo é realizado por dobradeira, adequado para pequenas quantidades de perfis, a matriz da dobradeira é prensada contra a chapa de aço, provocando a dobra. Desempenhando esse processo repetidas vezes, fornecendo assim a seção do perfil com a geometria conforme em projeto. O processo contínuo é utilizado por fabricantes especializados em perfis formados a frio e o processo descontínuo é normalmente utilizado pelos fabricantes de estruturas metálicas (DIAS, 2009).

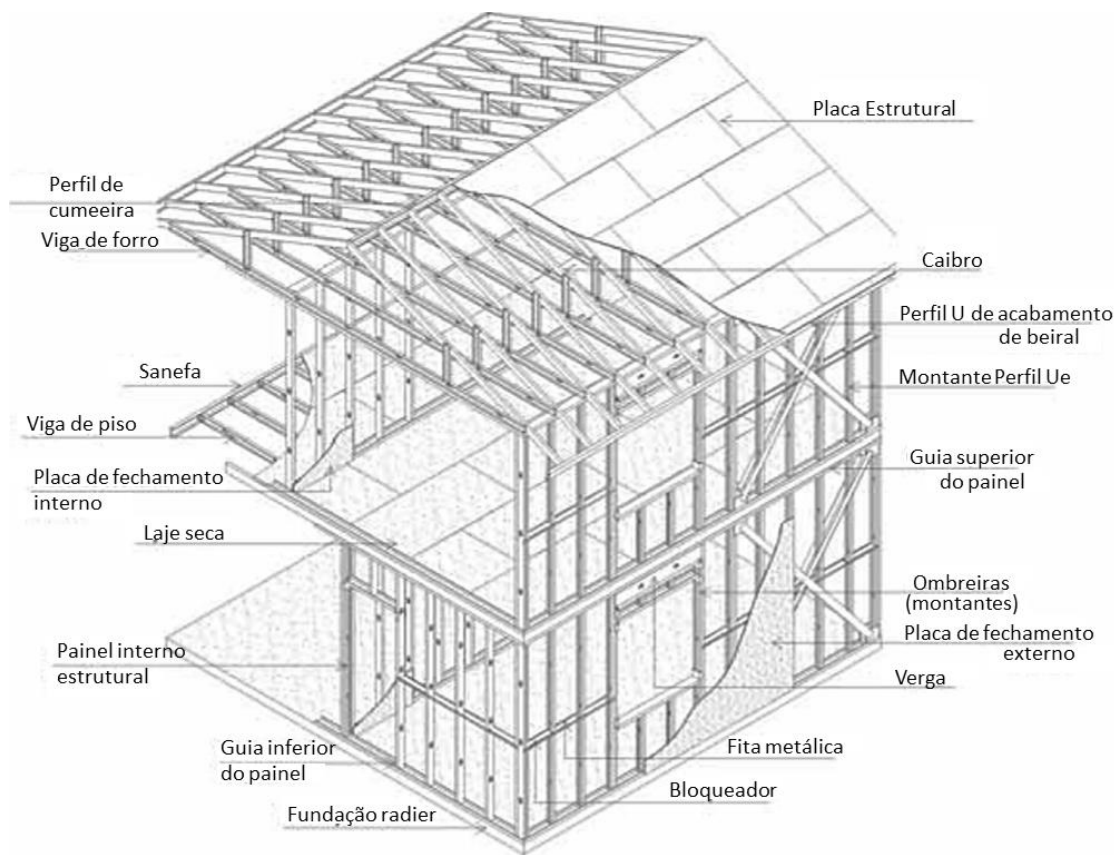
O LSF conhecido também por Sistema Autoportante de Construção a Seco, é constituído por vários componentes e “subsistemas”. Os subsistemas são compostos pelos



sistemas: estrutural, fundação, isolamento térmico e acústico, fechamento interno e externo e instalações elétricas e hidráulicas (CONSULSTEEL, 2002).

Composta por cobertura, paredes e pisos, a figura a seguir é possível visualizar-se uma casa construída do sistema LSF, com a estrutura e os subsistemas. Juntos tem-se uma resistência aos esforços requisitados pela estrutura, propiciando uma integridade estrutural da edificação (SANTIAGO *et al.*, 2012).

**FIGURA 1** - Desenho esquemático de uma residência em *Light Steel Framing*.



**Fonte:** Santiago *et al.* (2012)

Segundo Santiago *et al.* (2012), fazem parte da estrutura os painéis estruturais ou autoportantes, normalmente chamado de parede, os quais são compostos por um grande número de perfis galvanizados leves, formando os montantes, sendo separados entre si de 400 ou 600 mm. Vale ressaltar que essa distância é definida somente com o cálculo estrutural, determinando a modulação do projeto. A modulação minimiza custos e mão-de-obra, conforme padronizam os componentes de revestimento, fechamento e estruturais. A distribuição das cargas é feita uniformemente até chegar ao solo sendo função dos painéis, seu

fechamento pode ser feito por vários materiais, geralmente, utilizam-se chapas de gesso acartonado internamente e externamente e placas de OSB (*oriented strand board*) ou placas cimentícias.

Seguindo o mesmo fundamento dos painéis, os pisos utilizam perfis galvanizados, ordenados na horizontal e respeitam à mesma modulação dos montantes. Esses perfis constituem as vigas de piso, trabalhando de sistema de apoio para os materiais que formam a superfície do contra piso. É formada então, a estrutura alinhada ou “*in-line Framing*” tendo o conceito que as vigas de pisos estão apoiadas nos montantes de modo a proporcionar que suas almas coincidam com as almas dos montantes. Isso garante que prevaleça esforços axiais nos elementos da estrutura (FREITAS E CASTRO, 2006).

Para Santiago *et al.* (2012), o LSF possibilita várias opções para o telhado, independente da tipologia adotada, desde telhados mais elaborados a uma cobertura plana. E dependendo da escolha, pode remeter a uma tendência de época ou estilo. Por se tratar de coberturas inclinadas, coincide muito com a construção convencional com o uso de tesouras, entretanto substituindo o madeiramento por perfis galvanizados. Para a cobertura podem ser utilizadas telhas de aço, de cerâmica, de concreto ou cimento reforçado por fios sintéticos.

O grande diferencial do LSF é a organização do canteiro de obras, visto que não necessita do uso de água possibilitando uma construção seca, sendo bastante preciso no sistema, tanto da execução quanto dos cálculos quantitativos. A produção de resíduos é quase nulo, vendo que a construção é feita de acordo com as dimensões definidas em projeto, não havendo corte de peças, como resultado realiza uma construção mais rápida, barata, e limpa (PEREIRA, 2018).

## **2.2 METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS**

De acordo com Landolfo *et al.* (2002), o método de construção em LSF tem-se 3 categorias, sendo elas método *stick*, método por painéis e método de construção modular. Já Santiago *et al.* (2012) apresenta uma nova classe, o Método “*Balloon Framing*” e “*Platform Framing*”.

### **2.2.1 Método *Stick***

O método *stick* baseia-se no corte dos perfis no canteiro de obra, as lajes, painéis, colunas e treliças de telhado são montadas no local. Os perfis podem vir perfurados para a

passagem das instalações hidráulicas, elétricas e outros subsistemas para ser instalados após a montagem da estrutura. A vantagem de aderir esse método é a facilidade de transporte dos perfis até o canteiro, é comumente usado em locais onde a pré-fabricação não é viável e é de fácil execução das ligações entre os elementos (LANDOLFO *et al.* 2002).

### **2.2.2 Método por painéis**

O método por painéis baseia-se na pré-fabricação de painéis estruturais e não estruturais fora do canteiro de obra, além de elementos de contraventamento e tesouras de telhado que são transportados até o local para montagem convencional por meio de parafusos autoatarrachantes e auto-brocantes. Ao adquirir esse método tem a vantagem de ter um alto controle de qualidade na produção dos sistemas, elevação da precisão dimensional devido às situações mais propícias de montagens dos sistemas na fábrica, velocidade de montagem, minimização do trabalho na obra (LANDOLFO *et al.* 2002).

### **2.2.3 Método de construção modular**

Método de construção modular é o método construtivo mais completo, é executado por meio da pré-fabricação integral de unidades modulares, isto é, módulos com todos os acabamentos internos e externos, bem como louças e mobiliários. No canteiro de obra resta, portanto, a definição do posicionamento dos módulos conforme projeto arquitetônico, contribuindo para níveis altíssimos de produtividade. É bem comum esse tipo de construção em módulos de banheiros para obras residenciais de grande porte ou obras comerciais (LANDOLFO *et al.* 2002).

### **2.2.4 Método “*Balloon Framing*” e “*Platform Framing*”**

A construção por painéis ou tipo *Stick* podem ser montadas na forma “*Balloon*” ou “*Platform*”. No sistema “*Balloon*” os painéis em geral são muito grandes e vão além de um pavimento e a estrutura do piso é fixadas nas laterais dos montantes. No sistema de “*Platform*”, os painéis não são estruturalmente contínuos e as paredes e pisos são construídos sequencialmente um pavimento a cada vez. São descarregadas axialmente as cargas de piso aos montantes (SANTIAGO *et al.* 2012).

### **3 ETAPAS CONSTRUTIVAS DE UM SISTEMA LSF**

O sistema construtivo LSF é o uso de materiais “secos”, da qual a estrutura é desenvolvida por perfis produzidos a frio de aço galvanizado e são utilizados para a criação de painéis estruturais e não estruturais, tesoura de telhado, vigas de piso, vigas secundárias, e demais componentes (OLIVEIRA, 2013).

#### **3.1 Fundação**

Escolher o tipo de fundação irá resultar da sondagem do terreno, os principais tipos sondagens são: sondagem SPT, sondagem a trado e sondagem rotativa, auxiliando na escolha de qual fundação executar. Por ser uma estrutura mais leve exige menos da fundação do que outras construções. A fundação deverá ser contínua, pois suporta os painéis por toda sua área, tendo em vista que a estrutura distribui a carga uniformemente podendo ser executada em viga baldrame, sapata corrida ou laje radier (FREITAS E CASTRO, 2006).

É fundamental destacar que um bom projeto e execução da fundação resultam em uma melhor eficiência estrutural. A qualidade final da fundação está diretamente ligada a um correto funcionamento dos subsistemas que constituem o edifício (CONSULSTEEL 2002).

##### **3.1.1 Laje Radier**

Para construção em LSF a fundação mais comum a ser utilizada é a laje radier, por ser um tipo de fundação rasa, funcionando como uma laje transmitindo as cargas da estrutura ao terreno. Ao realizar o cálculo estrutural o processo de execução é preciso respeitar algumas condições como, inclinação mínima de 5% em calçadas ao redor da construção para possibilitar escoamento da água, o contrapiso ter no mínimo 15 cm de altura do solo para evitar a umidade ou infiltração na construção (FREITAS e CRASTO, 2006).

##### **3.1.2 Sapata Corrida ou Viga Baldrame**

Para Santiago *et al.* (2012), as construções de paredes portantes é indicado para sapata corrida, pois a distribuição das cargas é contínua ao longo das paredes. Compõe de vigas que podem ser de alvenaria, concreto armado ou de blocos de concreto que são locados sob os painéis estruturais. Para esse tipo de fundação o contrapiso do pavimento térreo pode

ser em concreto ou formado por perfis galvanizados que assentados sobre a fundação criam uma estrutura de suporte aos materiais que compõem o contrapiso.

### **3.1.3 Fixação dos Painéis na Fundação**

Segundo Scharff (1996), com o intuito de impedir o movimento da edificação devido à pressão do vento, deve-se ancorar firmemente a fundação à superestrutura. Esses movimentos podem ser de tombamento ou de translação. O tombamento é um alteamento da estrutura em que a rotação pode ser causada pela desigualdade na direção dos ventos que atinge a edificação. Já o deslocamento lateral devido à ação do vento é a ação da translação.

Com o cálculo estrutural é definido o tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamentos. Mas, a melhor eficiência da ancoragem irá depender do tipo de fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido às condições climáticas, cargas e a ocorrência de abalos sísmicos. As ancoragens mais utilizadas são: a química com barra rosqueada; e a expansível com parabolts (SANTIAGO *et al.* 2012).

## **3.2 Painéis**

Os painéis equivalentes ao subsistema vertical da construção podem ser não estruturais, no qual têm a função apenas de vedação, ou estruturais (portantes), no qual possuem a função de distribuição das cargas verticais. As guias e montantes compõem os painéis estruturais, em que são responsáveis pela transferência das cargas verticais na estrutura. Em painéis que possuem aberturas tal como portas e janelas, terá a necessidade de reforços, como ombreiras e vergas. Já em painéis sem aberturas, a carga é transportada diretamente aos montantes (LIMA, 2008).

Segundo Lawson *et al.* (1999), é possível realizar o pré-dimensionamento do sistema em LSF a partir de alguns princípios de acordo com o Quadro 1:

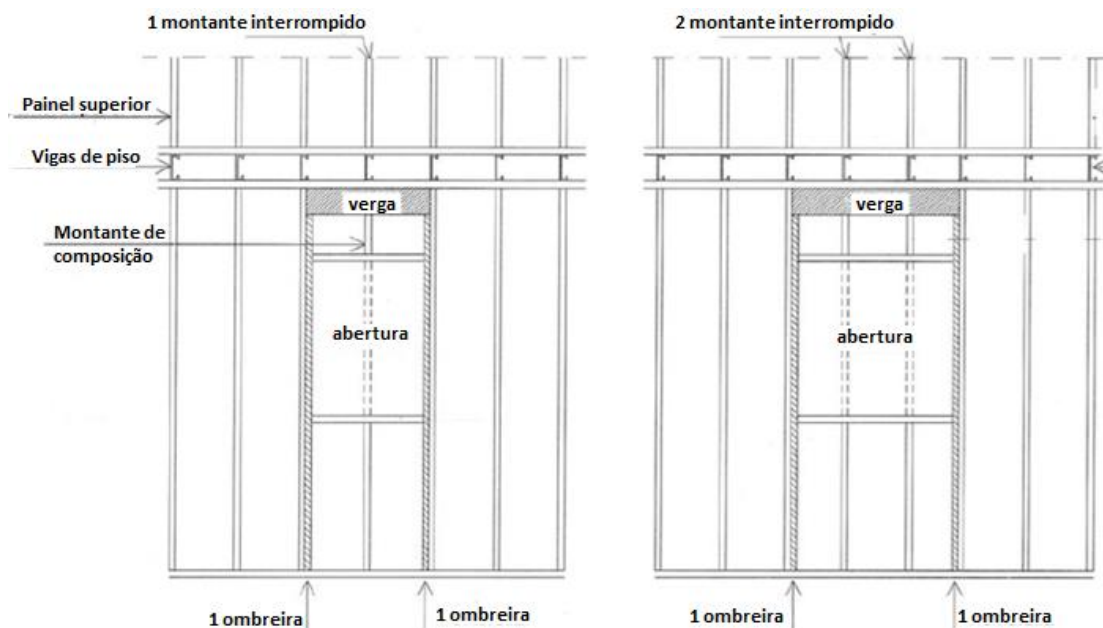
**QUADRO 1** - Pré-dimensionamento de painéis de fechamento vertical.

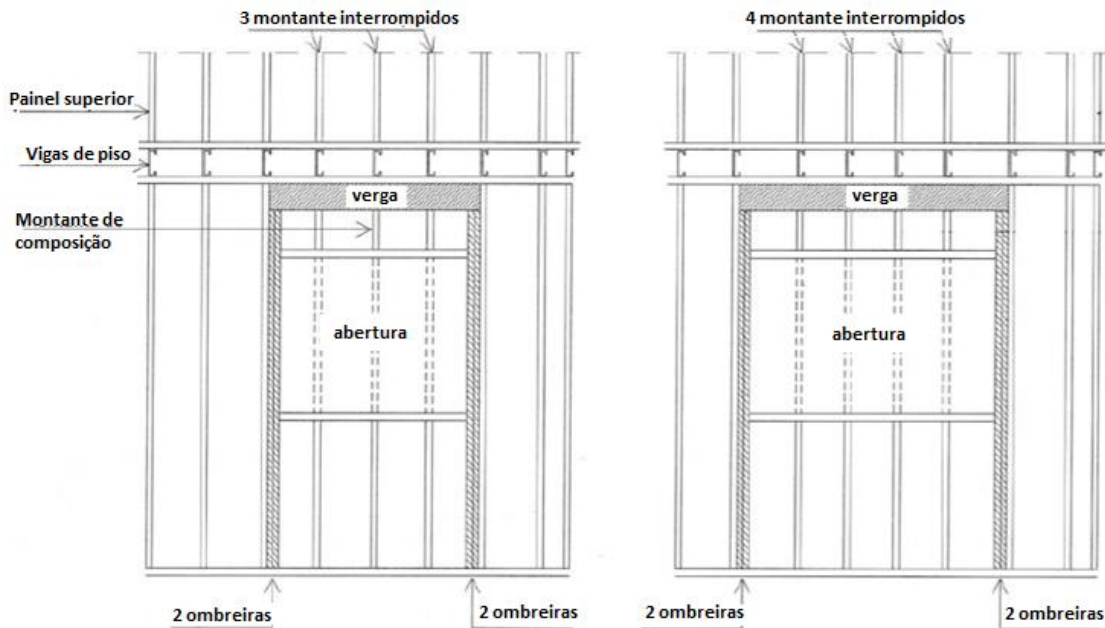
Tipo de Painel	pé direito (metros)		
	2.5	3.0	3.5
altura x espessura (do perfil)			
Não estrutural*	75 x 1.2	75 x 1.6	100 x 1.6
Estrutural até 3 pavimento	100 x 1.6	100 x 2.4	120 x 2.4
Estrutural até 5 pavimentos	150 x 2.4	150 x 2.4	150 x 3.2
Obs1: Montantes posicionados a cada 400 mm. *Obs2: Carga de vento considerada de $\leq 0,75 \text{ kN/m}^2$ .			

**Fonte:** Adaptado de Lawson *et al.*, 1999.

Junto ao cálculo estrutural são definidas as estruturas de reforço de aberturas, porém existem algumas técnicas que permitam o pré-dimensionamento em concordância com o tamanho da abertura. Entretanto, em painéis não estruturais a solução para aberturas é bem mais simples, pois não tem cargas verticais, assim, não tem a necessidade do uso de ombreiras e nem de vergas (FREITAS e CRASTO, 2006).

**FIGURA 2** – Exemplo de estrutura de reforço do tipo ombreiras em janela.





Fonte: Freitas e Castro (2006).

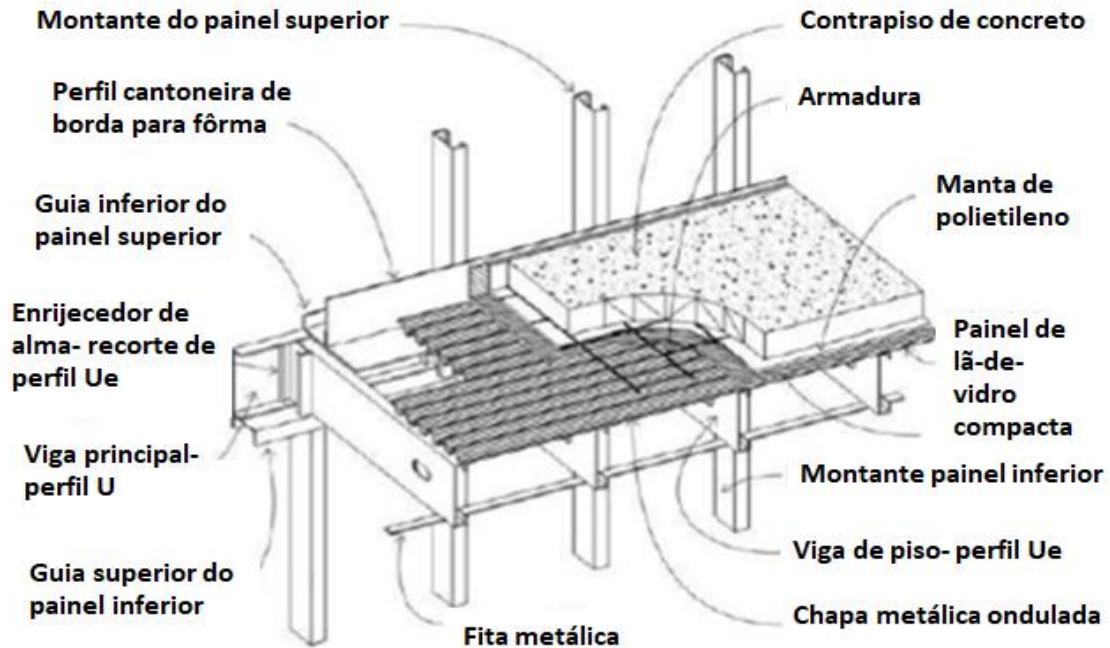
A fim de obter a estabilidade na estrutura é crucial ter ligações rígidas preparadas a suportar os esforços e transferir para a fundação. A técnica comumente utilizada para a estabilização da estrutura em LSF é o contraventamento em “X” ou “K”, que equivale o uso de fitas em aço galvanizado ficadas (ancoragem), na face do painel, cuja localização, espessura e largura são definidas pelo projeto estrutural (SANTIAGO *et al.* 2012).

### 3.3 Laje

Por o LSF ser um sistema sem elementos de transição até a fundação, seus elementos deverão ser bi apoiados e sempre que possível, transferir as cargas continuamente. As lajes podem ser definidas como “seca” ou “úmida” dependendo da estrutura do seu contra piso (JARDIM; CAMPOS, 2015).

A laje úmida é constituída por uma chapa ondulada de aço, onde utiliza de fôrma para o concreto e é aparafusada às vigas de piso, e uma camada de concreto simples de 4 a 6 cm construíra a superfície do contrapiso. O contrapiso de concreto é usado como base para a colocação do acabamento de piso que pode ser de madeira, cerâmico, laminados, pedras, etc. Para alcançar um bom conforto acústico, emprega-se um material de isolamento entre o concreto e a forma de aço. O mais comum é a colocação de painéis de lã de vidro compacta a cima da chapa de aço protegido por um filme de polietileno, evitando a umidificação da lã de vidro durante a concretagem (SANTIAGO *et al.* 2012).

FIGURA 3 – Esquema Laje Úmida



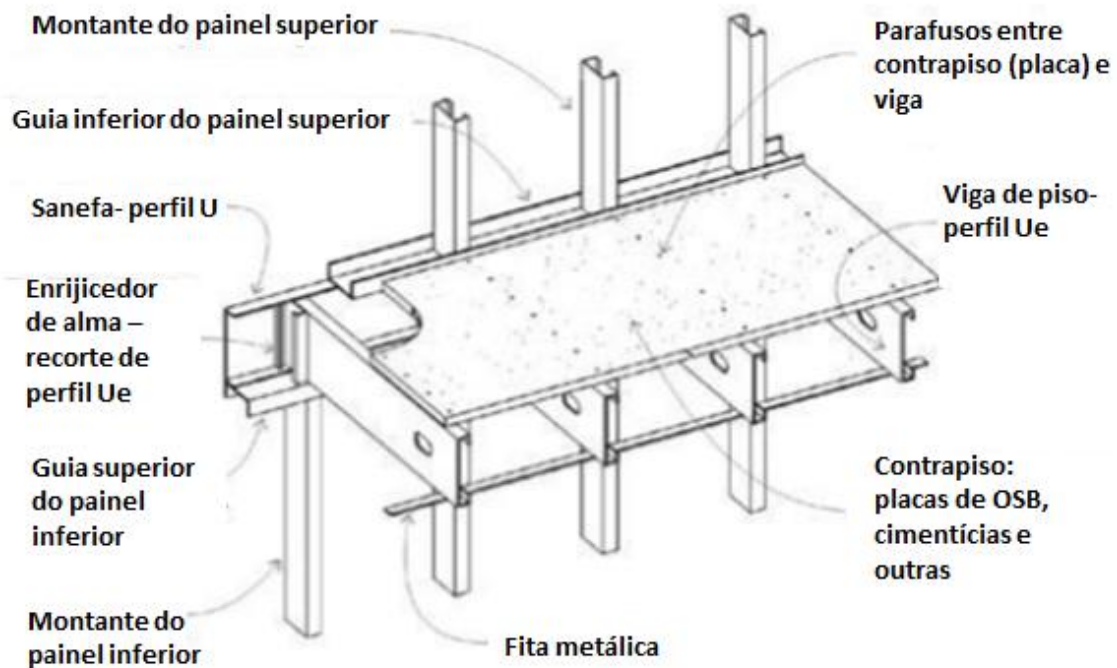
Fonte: Freitas e Castro (2006).

Já a laje seca constitui-se a partir de placas rígidas aparafusadas às vigas de piso, servindo como contrapiso e desempenhando a função de diafragma horizontal. A placa mais utilizada é o OSB, já para áreas molhadas como cozinha, banheiros, áreas de serviços e outros, é recomendado o uso de placa cimentícia, pois tem uma maior resistência a umidade (LOTURCO, 2003). Para possibilitar uma redução de ruídos entre um pavimento e outro, recomenda-se o uso de um material isolante, como a lâ de vidro entre as vigas e uma manta em polietileno expandido entre os painéis OSB (contrapiso) e a estrutura (SANTIAGO *et al.* 2012).

A utilização de lajes secas dispõe de certas vantagens, pois possui um menor peso próprio, proporcionando uma maior velocidade na construção, além de ser um método de construção mais limpo, realizado a seco, sem o consumo de água na obra (FREITAS E CASTRO, 2006).



**FIGURA 4** – Esquema Laje Seca



**Fonte:** Freitas e Castro (2006).

Segundo Lima (2008), as lajes secas possuem componentes que tem a função de suportar as cargas de piso e a conduzi-las as paredes portantes, o principal componente são as vigas de piso. Outros componentes capazes de fazer a transmissão de esforços são as sanefas, vigas de borda, vigas compostas, enrijecedore e fitas metálicas.

Para Castro (2005), um recurso usado para se evitar fenômenos como o deslocamento, flambagem lateral e a vibração de pisos, é o travamento horizontal, por meio do uso de enrijecedores e fitas metálicas. A vibração de pisos é comum em estruturas metálicas e deve ser levado em consideração no cálculo estrutural. Para prevenir a ter essas vibrações de pisos e a edificação ser confortável ao usuário, o cálculo leva em consideração variáveis referencias à frequência natural do piso acabado, a frequência das cargas aplicadas, entre outras.

A laje em balanço é possível no sistema LSF, consistiriam por meio de prolongamento (no máximo metade) das vigas da laje adjacente ou por meio do aumento (o dobro do balanço) de vigas para dentro da construção, transversalmente às vigas da laje adjacente existente (RODRIGUES, 2006).

### 3.4 Cobertura

Para Santiago *et al.* (2012), o telhado ou a cobertura é a parte da construção atribuída à proteção da edificação da ação das intempéries, desempenhando também uma função estética. O LSF possibilita a execução dos mais variados projetos de cobertura. Para os telhados inclinados segue-se a mesma regra dos telhados convencionais em madeira. Consequentemente, o projeto de ambos são similares.

Segundo o documento “*Design Guide for Cold-formed Steel Trusses*” (LaBoube, 1995) publicado pela AISI (*American Iron and Steel Institute*), a construção de um telhado tem de suportar além do peso próprio de seus componentes, o peso dos forros suspensos, dos revestimentos de cobertura, materiais de isolamento, cargas de vento, de neve, entre outros. Devem-se presumir os carregamentos no decorrer da construção e manutenção.

A escolha da cobertura depende de diversos fatores, como carregamentos, tamanho do vão a cobrir, econômicas, opções estéticas, etc. Freitas e Castro (2006) cita algumas coberturas.

#### 3.4.1 Coberturas Planas

A cobertura plana é desenvolvida como uma laje úmida em que a inclinação para o caimento da água é obtida variando a espessura do contrapiso do concreto. É pouco comum usar essa cobertura em LSF (FREITAS E CASTRO, 2006).

#### 3.4.2 Coberturas Inclinadas

A estrutura de uma cobertura inclinada em LSF é similar à de uma cobertura convencional, no entanto a armação de madeira é substituída por perfis galvanizados, e para viabilizar o princípio da estrutura alinhada, a alma dos perfis que constitui caibros ou tesouras deve estar alinhada a alma dos montantes dos painéis de apoio e suas seções em coincidência a tal modo que a transferência das cargas seja axial. Coberturas inclinadas em LSF podem ser executadas a partir de uma estrutura de caibros ou por meio de treliças ou tesouras (FREITAS E CASTRO, 2006).

### 3.5 Fechamento Vertical

Os componentes de fechamento são constituídos por vedação externa e interna da edificação formados por elementos leves, localizado externamente á estrutura junto com os perfis galvanizados. O que permite uma obra ser “seca” é a eliminação ou a redução das etapas que utilizam argamassas e similares em seu fechamento e acabamento de uma obra (FREITAS E CASTRO, 2006).

A norma ISO 6241:1984 determina requisitos fundamentais que o emprego da vedação na construção deve atender, proporcionando satisfação às exigências dos usuários e a habilidade da edificação, sendo: segurança estrutural, conforto visual, higiene, durabilidade economia entre outros (ABNT, 1984).

Por possuir alta resistência mecânica e ter versatilidade, os painéis de OSB são empregados na vedação externa no sistema LSF, mas deve ser impermeabilizado com manta de polietileno a fim de não prejudicar a estanqueidade da construção, pois é constituído de madeira, não tendo resistência a chuva (SOUSA E MARTINS, 2009).

Nas áreas internas utilizam-se placas de gesso acartonado, pois contribui no acabamento final, podem estar revestindo tanto as divisórias não estruturais quanto a face interna dos painéis estruturais (OLIVEIRA, 2012).

Conforme Santiago (2012), no mercado brasileiro é fornecido três tipos de placas de gesso acartonado, a resistente à umidade (RU), indicada a paredes que tenha algum contato com umidade, no entanto de forma intermitente; a standard (ST), indicadas para paredes de uso em áreas secas, e a placa com resistência ao fogo (RF), empregada em paredes especiais que exigem resistência ao fogo.

#### 3.5.1 Revestimento externo

Após a realização do fechamento da construção é essencial revestir a estrutura, atendendo ao gosto do cliente e auxiliando na impermeabilização, são empregados principalmente três tipos de revestimentos, o *siding* vinílico, a argamassa e alvenaria (FREITAS E CASTRO, 2006).

O *siding* vinílico é um produto constituído de PVC de excelente estanqueidade e de fácil instalação, normalmente são instalados posteriormente a impermeabilização das placas de OSB. A fim de evitar erros de instalação é recomendado verificar se a estrutura está nivelada e aprumada (CICHINELLI, 2012).

O revestimento em argamassa é utilizado em placas OSB, posteriormente a instalação da manta impermeabilizante é empregada uma tela tipo “deployée” ou tela plástica resistente á alcalinidade onde são fixadas com grampos garantindo a aderência da argamassa. Devem-se criar juntas de dilatação na argamassa para evitar trincas (SANTIAGO *et al.* 2012).

O revestimento menos usado no LSF é a alvenaria, exercendo apenas como um utensilio de vedação e decorativo (tijolo aparente). Para a correta fixação da alvenaria na estrutura necessita instalar conectores metálicos na estrutura (FREITAS E CASTRO, 2006).

### **3.5.2 Isolamento termo acústico**

Um correto isolamento termo acústico de uma construção é avaliado de acordo com a capacidade em proporcionar qualidade ao ambiente, impedindo que as condições externas influenciem nas internas, ou melhor, diminuindo ou impedindo a transmissão das temperaturas e sons. Para um seguro isolamento no sistema LSF é feita a instalação de lâ de vidro ou de rocha entre os painéis (placa OSB ou placa cimentícia e o gesso acortonado), de modo que maior a espessura melhor o isolamento (SANTIAGO *et al.* 2012).

### **3.6 Instalações elétricas e hidráulicas**

No sistema LSF as instalações elétricas e hidráulicas são projetadas e executadas com os mesmos procedimentos e matérias utilizados na construção convencional. Sua vantagem é que tem maior facilidade de execução das instalações, devido à presença dos furos e vazio internos, permitindo uma maior agilidade na execução tornando-a mais rápida (CONSTRUSECO, 2015).

A NBR 15253:2005, designa a quantidade de furos que podem existir nos perfis de LSF, tanto nos montantes das paredes quanto nas vigas das lajes secas, onde são devidamente dimensionados. Os furos podem ser oblongos ou redondos, com o maior eixo sempre coincidindo com o eixo longitudinal do perfil. Diâmetro máximo 38 mm e para furos oblongos, comprimento máximo de 115 mm. A distância permitida entre os centros de furos é no mínimo igual a 600 mm.

#### 4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA LSF

Para Franco (1992), a industrialização da construção é responsável por promover o gerenciamento e o controle de qualidade em obras. Alguns fatores que caracterizam a construção em aço, tornando-o com altíssima qualidade, produtiva e eficiente, tem-se por consequência a simplificação das etapas de execução, redução de desperdícios em comparação à construção convencional devido à prevenção de problemas nas especificações de projeto, também se tem um rigoroso controle de qualidade nos produtos durante o processo de fabricação na indústria.

Para Crasto (2005) e Rego (2012) os sistemas em *Light Steel Framing*, têm benefícios quando aplicados em edificações, como:

- Os produtos que constituem o sistema, em particular o aço, vedações e isolantes são padronizados, de tecnologia avançada e produzidos industrialmente, sendo que a matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
- O aço é um material de comprovada resistência, e o alto controle de qualidade, tanto da produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permitindo uma maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura. Visto que, passa por um processo de galvanização em suas peças, tendo uma maior durabilidade e longevidade da estrutura;
- Por tratar de uma construção extremamente industrializada e com uma alta precisão dimensional, tem-se uma taxa de desperdício mínima.
- O sistema LSF tem uma economia e racionalidade como benefícios, pois seu processo é simplificado e existe uma facilidade de montagem, execução, manuseio e transporte de seus componentes. Tem-se uma redução nos gastos da fundação da obra devido à leveza do mesmo.
- Com a utilização do método de construção por painéis ou modular, a maioria dos elementos vem montagem de fábrica, tendo uma maior velocidade da construção diminuindo o prazo da execução da obra e redução de custos.
- Flexibilidade no projeto arquitetônico, visto que o sistema atende as mais variadas concepções estéticas e tendência do mercado, podendo também fazer modificações com mais facilidade.

- Fácil instalação e manutenção das instalações elétricas e hidráulicas, tendo uma facilidade de passagens de condutos elétricos e encanamentos, pois as paredes de fechamento são formadas por perfis que podem ser perfurados de forma prévia.
- Construção sustentável, visto que o aço é possível recicla-lo varias vezes sem perder suas propriedades. E é um sistema predominantemente de construção a seco, fazendo com que o desperdício de água é altamente reduzido.
- Resistencia ao fogo, por utilizar matérias de baixa carga de incêndio, como as placas de gesso acartonado (RE), aço e matérias cimentícios, o LSF atende os requisitos estabelecidos pelo Corpo de Bombeiros.

Segundo Pereira (2018) as desvantagens são:

- Como dito anteriormente o LSF por ser um método construtivo industrializado, requer um planejamento e execução diferenciados, exigindo assim mão de obra qualificada e um rigoroso controle de qualidade, garantindo assim a eficiência da edificação. E em muitos lugares tem esse déficit de profissionais, com falta de conhecimento técnico e mão de obra desqualificada, sendo necessários treinamentos;
- Com a falta de conhecimentos técnicos, gera-se uma grande resistência em aderir esse sistema, tanto quanto o produtor quanto o consumidor. Pelo tradicionalismo das pessoas em achar que o LSF não é eficiente e funcional quanto à alvenaria convencional.
- Falta de fornecedores de material, tornando mais difíceis à compra de matérias, pelo fato de não ser um método de construção muito usual.
- Limite de pavimentos, podendo chegar até 5 pavimentos;

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo deixa claro que a hipótese foi validada comprovando que o *light steel framing* (LSF) é um sistema construtivo industrializado, limpo, ecologicamente correto, rápido, e não impacta tanto o meio ambiente quanto as edificações comuns. Possuindo conforto, segurança, isolamento acústico e térmico e economia diante outros métodos, se tem um menor período de execução, alta racionalização de desperdício e uma grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

O método construtivo utiliza perfis de aço galvanizado formado a frio, um material principalmente leve e resistente, tendo um alto controle de qualidade. Constituindo assim, painéis estruturais e não estruturais projetados capazes de resistir esforços solicitantes verticais e horizontais transmitindo para a fundação.

Já as etapas construtivas do LSF são divididas em fundação, painéis, laje, cobertura, fechamentos verticais e instalações elétricas e hidráulicas, realizado etapa por etapa o que facilita na execução. Por ser uma construção extremamente industrializada e com uma alta precisão dimensional, é uma construção mais rápida, de fácil instalação e manutenção das instalações elétricas e hidráulicas,

Por terem métodos construtivos: *stick*, por painéis, construção modular e *balloon framing* ou *platform Framing*, traz vários benefícios para a edificação, tendo uma maior velocidade da construção, diminuindo o prazo da execução da obra e redução de custos, torna-se uma construção mais econômica e organizada.

Com a pesquisa foi possível identificar as vantagens da construção em LSF: tem uma maior durabilidade da estrutura devido ao processo de galvanização das peças, é de fácil manuseio e transporte, tem-se uma maior velocidade de construção o que diminui o prazo da execução da obra e tem uma redução de custos. E a principal desvantagem é a grande resistência em aderir esse sistema no Brasil, devido o tradicionalismo e a falta de conhecimentos técnicos.

Devido a grande preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil, acredita-se que o avanço da tecnologia industrializada é capaz de viabilizar e ajudar a sustentabilidade social e econômica, possibilitando assim a melhoria da qualidade da construção, tornando o sistema construtivo LSF viável para os mais diversos tipos de edificação.

## REFERÊNCIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15253: **Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2005.
- BIANCHINI, G. F. (2015). **Análise ergonômica do trabalho na execução de estruturas e vedações em obras Light Steel Framing**. Dissertação de mestrado. Universidade de Federal de São Carlos. São Carlos. 2015.
- CAMPOS, A. D. S. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>> Acesso em: maio, 2019.
- CICHINELLI, Gisele. **Instalações em steel frame**. *Revista Equipe de Obra*. 50. ed. 2012.
- CONSTRUSECO. **Sistema Ligth Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/sistemas.html>>. Acesso em: maio, 2019.
- CONSULSTEEL. **Steel Framing: manual de procedimento**. Disponível em: <<http://www.consulsteel.com>>. Acesso em: maio, 2019.
- CRASTO, R.C.M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados – Light Steel Framing**. 2005. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem**. São Paulo: Ziguarate Editora, 2009.
- FRANCO, L. S. **Aplicação de Diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.
- FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto brasileiro de siderurgia/Centro brasileiro da construção em aço. 2006.
- GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5ed.** São Paulo: Atlas, 2010.
- GORGOLEWSKI, M. **Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing**. *Building and Enviroment*. Volume 42, Issue 1. p. 230-236. 2006.
- GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de Santa Maria**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998\\_art302.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art302.pdf). Acesso em setembro/2019.
- ISO 6241: **Performance standards in buildings: principles for their preparation and factors to be considered**. Londres, 1984.



JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. Instituto Uniemp. 2015.

LABOUBE, Roger. Design guide for coldformed steel trusses. Washington: American Iron and Steel Institute (AISI), 1995.

LANDOLFO, R.; DI LORENZO, G.; FIORINO, L. **Attualità e prospettive dei sistemi costruttivi cold-formed**. *Costruzioni metalliche*, n. 1, 2002.

LAWSON, R.M et al.. **Modular construction using light steel framing: Anarchitects'guide**. The Steel Construction Institute, Berkshire, Inglaterra, 1999.

LIMA, A. L. A. **Análise construção de edificações em módulos pré-fabricados em LSF– Light Steel Framing: ensaio projetual**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico. 2008.

LOTURCO, Bruno. **Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo**. *Revista Técnica*, São Paulo, nº 79, p.62-66. PINI, Out. 2003.

MEYERS, M. N.; SOUZA, K. M. **Residential Steel Framing: building a better north american home**. Galvatech. Tokyo, Japan: [s.n.]. 1998. p. 8.

NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS (NAHB) RESEARCH CENTER. **Alternative framing materials in residential construction: three case studies**. U.S Department of Housing and Urban Development. Estados Unidos. 1994.

NBR 6323: **Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação**. Rio de Janeiro, 2016.

NBR 6355: **Perfis estruturais de aço formados a frio – padronização**. Rio de Janeiro, 2003.

NORTH AMERICAN STEEL FRAMING ALLIANCE (NASFA). **Prescriptive Method For Residential Cold-Formed Steel Framing**. NASFA. Estados Unidos. 2000.

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**. (Monografia). 2012.

OLIVEIRA, J.P.B. **Otimização de processos construtivos através da inserção de novas tecnologias na indústria da construção civil: Vantagens da aplicação do sistema Light Steel Framing em residências unifamiliar**. Pato Branco. Trabalho de conclusão de curso. Universidade tecnológica federal do Paraná. 2013

PEREIRA, Caio, **Steel Frame: o que é características, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>> Acesso em: 15 de maio 2019.

PERRAZZI, Francisco, **Durabilidade dos perfis de aço galvanizado no Steel Framing**. Disponível em: <<http://blog.barbieridobrasil.com.br/durabilidade-dos-perfis-de-aço-galvanizado-no-steel-framing/>>. Acesso em: agosto, 2019.

REGO, D. J. M. **Estruturas de Edifícios em Light Steel Framing**. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 154. 2012.

RODRIGUES, F. C. **Steel framing: engenharia**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

SANTIAGO, ALEXANDRE KOOKE et al. **Manual de Construção em Aço: STEEL FRAMING**: Arquitetura. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 152 p. ISBN 978-85-89819-32-9. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>. Acesso em: 13 set. 2019.

SCHARFF, Robert. **Residencial steel framing handbook**. New York: McGraw Hill, 1996.  
SOUSA, Ana Meires Jorge de; MARTINS, Natália T. B. Soares. Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas – TO. 2009.