



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**STELA LUCARELLI CORDEIRO DE OLIVEIRA**

**LIGHT STEEL FRAMING**

**UBÁ – MG**  
**2017**

**STELA LUCARELLI CORDEIRO DE OLIVEIRA**

**LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Israel Iasbik

**UBÁ – MG  
2017**

## LIGHT STEEL FRAMING

### RESUMO

A construção civil no país é caracterizada pela baixa produtividade e pelo grande desperdício sendo ainda predominantemente artesanal. Os construtores têm buscado investir em processos construtivos mais tecnológicos, sendo ambientalmente sustentáveis e ao mesmo tempo financeiramente viáveis, visando qualidade com menos desperdício. Dentro desta realidade surge o sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF), também conhecido como “Estruturas em Aço Leve”, um método construtivo industrializado caracterizado pelo uso de perfis de aço galvanizado formados a frio, que compõem sua estrutura. Esse sistema vem se tornando uma alternativa para o setor da construção civil, sendo utilizado em diversos países, gerando um crescimento notável no Brasil, um dos maiores produtores de aço do mundo. O trabalho tem como objetivo demonstrar as etapas de construção do sistema *Light Steel Framing* ressaltando vantagens e desvantagens em comparação às estruturas de alvenaria convencional. Portanto, acreditasse que as maiores contribuições desse sistema seja construir com qualidade, sem desperdício, de forma rápida e simples, procurando ser cada vez mais aprimorado e evoluído de forma segura para que continue atendendo às demandas atuais e futuras da construção civil.

**Palavras-chave:** Aço Leve. Agilidade. Sustentabilidade. *Light Steel Framing*.

## LIGHT STEEL FRAMING

### ABSTRACT

Civil construction in the country is characterized by low productivity and great waste being still predominantly artisanal. The builders have sought to invest in more technologically constructive processes, being environmentally sustainable and at the same time financially viable, aiming for quality with less waste. Within this reality emerges the Light Steel Framing (LSF) construction system, also known as "Light Steel Structures", an industrialized constructional method characterized by the use of cold formed galvanized steel profiles that make up its structure. This system has become an alternative for the construction industry, being used in several countries, generating a remarkable growth in Brazil, one of the largest steel producers in the world. The objective of the work is to demonstrate the construction steps of the Light Steel Framing system, highlighting advantages and disadvantages compared to conventional masonry structures. Therefore, believe that the greatest contributions of this system is to build with quality, without waste, quickly and simply, seeking to be increasingly improved and evolved in a safe way so that it continues to meet the current and future demands of construction.

**Keywords:** Light Steel. Agility. Sustainability. *Light Steel Framing*

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil vive um cenário de busca constante pelo crescimento do setor de obras, através de construções mais tecnológicas, sendo ambientalmente sustentáveis e ao mesmo tempo financeiramente viáveis, visando qualidade com menos desperdício.

Um fator a ser considerado é a sustentabilidade ambiental. Diante da escassez de recursos do meio ambiente, o mundo já considera a necessidade de adotar construções sustentáveis produzidas com materiais que possam ser reciclados e que causem menos impacto ambiental e menos desperdício (CRASTO, 2005).

A construção civil no país é caracterizada pela baixa produtividade, pelo grande desperdício e ainda é predominantemente artesanal. Os construtores têm buscado investir em processos construtivos mais eficientes, com produtos de melhor qualidade e sem aumentos nos custos (SILVA, 2003).

Dentro desta realidade, surge o sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF), que significa estrutura de aço leve, sendo uma alternativa para o setor da construção civil, utilizado em diversos países e gera um crescimento notável no Brasil, que é um dos maiores produtores de aço do mundo (TAVARES, 2011).

O *Light Steel Framing*<sup>1</sup> é um sistema construtivo caracterizado por usar produtos padronizados de tecnologia avançada, constituído de perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não estruturais depois de receber os painéis de fechamento, permite executar a obra com grande rapidez, com menor quantidade de resíduos gerados e segue normas que garantem mais segurança e qualidade (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

Diante deste contexto, o trabalho tem como objetivo demonstrar as etapas de construção e as características gerais do sistema *Light Steel Framing*, levando em consideração as vantagens e desvantagens em relação ao sistema construtivo de concreto armado.

---

<sup>1</sup>*Light Steel Framing*: estrutura de aço leve.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Histórico

Segundo Crasto (2005), a história do *Light Steel Framing* teve início em meados de 1810, para definir os antecedentes históricos temos de remontar aos Estados Unidos, no Século XIX. Naquela época, a população do país multiplicou-se por dez, várias pessoas migraram para o leste do país, havendo assim a necessidade de recorrer aos materiais disponíveis no local e a métodos práticos e rápidos que permitissem aumentar a produtividade na construção de novas habitações, para atender a forte demanda que surgiu em um curto período de tempo. O material predominante no local era a madeira, que com isso passou a ser utilizada como principal elemento estrutural dos edifícios habitacionais. Este método consistia na utilização de estrutura constituída por peças de madeira serrada de pequena seção transversal conhecido por *Balloon Framing*<sup>2</sup> e quando fechados por peças de madeira davam origem ao sistema construtivo *Wood Frame*<sup>3</sup>.

Figura 01 - Construção sendo executada em *Wood Framing*.



Fonte: SACCO; STAMATO (2008, p. 79).

As construções em madeira, conhecidas por *wood frame*<sup>3</sup>, se tornaram a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos, logo após em 1933, houve um grande desenvolvimento da indústria do aço. Com isso, foi lançado na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em *Steel Framing*, substituindo a estrutura de madeira por perfis de aço (FRECHETTE, 1999).

<sup>2</sup>*Ballon Framing*: estrutura em balão.

<sup>3</sup>*Wood Frame*: estrutura em madeira.

Figura 02 – Protótipo de residência em *Light Steel Framing* na Exposição Mundial de Chicago em 1933.



Fonte: FREITAS; CRASTO (2006, p. 12).

Ao terminar a Segunda Guerra Mundial, houve um crescimento da economia e uma grande produção de aço, que era um recurso abundante no local. Devido aos esforços da guerra as empresas metalúrgicas obtiveram grande experiência na utilização do metal, causando assim uma significativa evolução nos processos de fabricação dos perfis formados a frio, que gradualmente foram substituindo os de madeira nas construções, que passou a ser vantajoso devido à maior resistência e eficiência estrutural do aço e a capacidade da estrutura de resistir às catástrofes naturais como terremotos e furacões. Desse modo, até o final da década de 90, estima-se que 25% das residências construídas nos Estados Unidos foram em LSF (FREITAS; CRASTO, 2006).

Desde a Revolução Industrial, há mais de trinta anos este sistema vem sendo utilizado em diversos países. Na década de 90, ele surge no Brasil com o intuito de promover a necessidade de crescimento da Construção Civil no país, procurando tornar suas atividades mais rápidas e ágeis. Uma vez que o sistema construtivo convencional utilizado até então é lento, ocasionando prejuízos pelo não cumprimento dos prazos de entrega das obras (SANTIAGO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2010 *apud* BEZERRA, 2013).

## 2.2 Aplicações do *Light Steel Framing*

O sistema *Light Steel Framing* apresenta grande flexibilidade no projeto arquitetônico. As aplicações do sistema são variadas, dentre os exemplos destacam-se algumas a seguir:

Figura03 – Aplicação do LSF em Residências Unifamiliares.



Fonte: CRASTO (2005, p. 17).

Figura 04 – Aplicações do LSF em Edifícios Residenciais e Comerciais.



Fonte: CRASTO (2005, p. 17).

Figura 05 – Aplicações em Hotéis.



Fonte: JÚNIOR (2014, p. 29).

Figura 06 – Aplicações em Hospitais, UBS e estabelecimentos de ensino.



Fonte: A autora.

A aplicação desse sistema permite a redução de custo através da otimização do tempo de fabricação e montagem da estrutura, pois possibilita a execução de diversas etapas ao mesmo tempo, por exemplo, enquanto as fundações são executadas no canteiro de obra, os painéis das paredes são confeccionados em fábrica (GOMES *et al.* , 2013).

Segundo Crasto (2005), a parte principal do sistema *Light Steel Framing* é a estrutura de perfis de aço galvanizado, que são capazes de resistir a esforços solicitados pela edificação compondo assim um conjunto auto-portante. Mas é necessário que o dimensionamento dos perfis e o projeto estrutural sejam executados por profissionais especializados.

É possível observar que o *Light Steel Framing* nada deixa a desejar na finalização da obra, pois os elementos estruturais que formam as paredes, pisos e tetos estão sempre encobertos pelos materiais de fechamento, assim o resultado final assemelha-se à de uma construção convencional (JÚNIOR, 2014).

### 2.3 Tipos de perfis utilizados

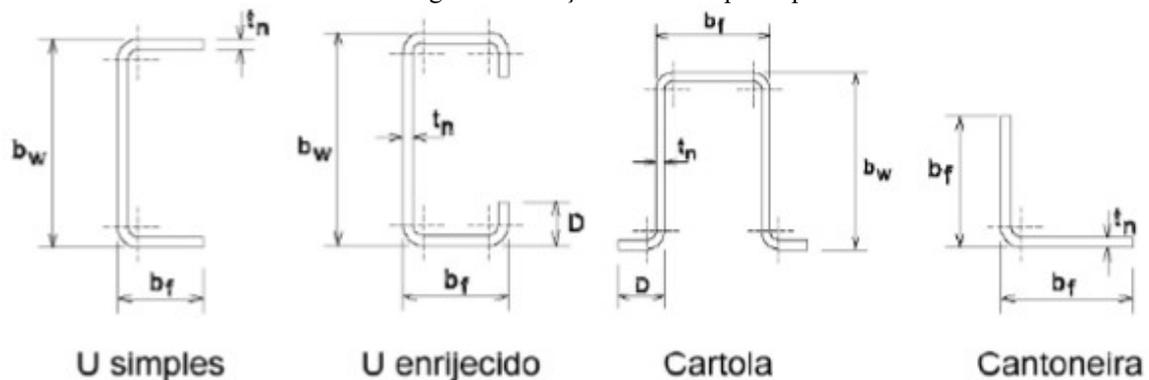
Segundo Prudêncio (2013), as estruturas metálicas são constituídas por duas “famílias” de elementos estruturais. Uma estrutura é constituída por perfis laminados e soldados e a outra constituída por perfis estruturais formados a frio. Em função dessas operações ocorrerem com o aço em temperatura ambiente, temos esse termo “formado a frio”. Esses perfis estruturais formados a frio são utilizados pelo sistema *Light Steel Framing*.

Os perfis formados a frio são obtidos a partir do dobramento, em prensa dobradeira, ou por perfilagem em conjuntos de matrizes rotativas, de tiras de aço cortadas de chapas ou bobinas laminadas a frio ou à quente, revestidas ou não (NBR 6355: 2003).

Segundo Bevilaqua (2005), os perfis típicos para uso geralmente são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido por aço galvanizado, sendo a galvanização um dos processos mais efetivos e econômicos utilizados para proteger o aço da corrosão atmosférica. Esse efeito de proteção ocorre através da barreira mecânica exercida por meio do revestimento e pela perda de massa do zinco comparado ao aço base. Deste modo, o aço continua protegido, mesmo com o corte das chapas ou riscos no revestimento de zinco, comuns na montagem das estruturas.

Na construção civil os perfis mais utilizados nas edificações em *Light Steel Framing* são os com formato em “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, o “U” usado como guia na base e no topo dos painéis, o “Cartola” (Cr) empregado em ripas e as cantoneiras, como mostra (FIG. 7).

Figura 07 – Seções usuais de perfis para LSF.



Fonte: SANTIAGO (2008, p. 14)

Para o *Steel Framing* são definidas as determinações das seções, espessuras e propriedades geométricas de perfis, pelas normas NBR<sup>4</sup> 15.253 (ABNT<sup>5</sup>, 2014) os perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: requisitos gerais e a NBR 6355 (ABNT, 11/2012) para perfis estruturais de aço formados a frio: padronização.

A resistência de um perfil de aço depende de fatores como espessura, dimensão, forma e limite de elasticidade, sendo que o limite de escoamento não deve ser inferior a 230 Mpa (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012 *apud* PRUDÊNCIO, 2013).

A espessura da chapa mais utilizada é a de 0,95 mm, porém pode variar de 0,8 mm até 3,0 mm. O aço passa por um tratamento anticorrosivo para garantir a durabilidade das peças por anos, sendo utilizado para a fabricação dos perfis o aço A653 (BATTISTELLA, 2011, p. 38).

## 2.4 Métodos de construção

Segundo Freitas e Crasto (2006), há essencialmente cinco métodos de construção utilizando o *Light Steel Framing*.

### 2.4.1 Método *Stick*<sup>6</sup>

Os perfis deste método de construção são cortados no canteiro da obra e os elementos como painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montadas no local (FIG. 08). Para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas e os demais subsistemas são

<sup>4</sup>NBR: Norma Brasileira

<sup>5</sup>ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

<sup>6</sup>Stick: haste

instalados logo após a montagem da estrutura. Essa técnica pode ser utilizada em locais onde a pré-fabricação não é viável (FREITAS; CRASTO, 2006).

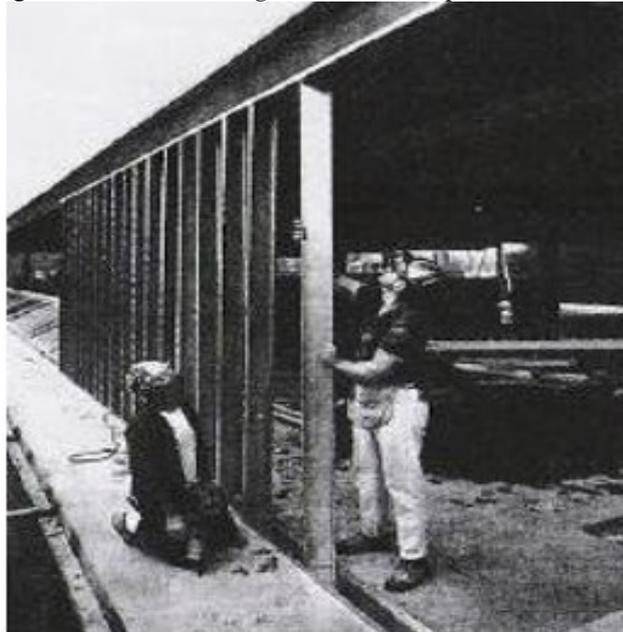
Segundo Santiago (2008), as vantagens desse método construtivo são:

- Não haver necessidade de o construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema;
- Facilidade de transporte das peças até o canteiro;
- As ligações dos elementos são de fácil execução.

Como desvantagens consideram-se:

- Montagem muito mais lenta;
- Requer mão de obra mais especializada no canteiro de obras, quando comparado ao método por painéis.

Figura 08 - *Steel Framing* sendo montado pelo método *Stick*.



Fonte: SCHARFF (1996, p. 26)

#### **2.4.2 Método por painéis**

Os elementos construtivos neste sistema, como painéis, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro de obra e montados no local (FIG. 09). É necessário ressaltar que os perfis são transportados para a obra e o manuseio varia com a dificuldade de cada obra, podendo gerar gastos com o transporte e o manuseio dos perfis. Os materiais de fechamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção (SANTIAGO, 2008). As principais vantagens são:

- Velocidade de montagem;
- Alto controle de qualidade na produção dos sistemas;
- Minimização do trabalho na obra;
- Aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.

Assim, a desvantagem desse método é que o construtor necessita de um ambiente apropriado como uma oficina para a confecção dos componentes.

Figura 09 - Painéis em LSF produzidos em fábricas e transportados para obra.



Fonte: CRASTO (2005, p. 27)

### ***2.4.3 Construção modular***

Segundo Freitas e Crasto (2006) as construções modulares (FIG. 10) são unidades totalmente pré-fabricadas na indústria e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas. As unidades podem ser estocadas lado a lado, ou uma sobre as outras já na forma da construção final (CRASTO, 2005).

Figura 10 - Unidades modulares empilhadas na forma da construção final.

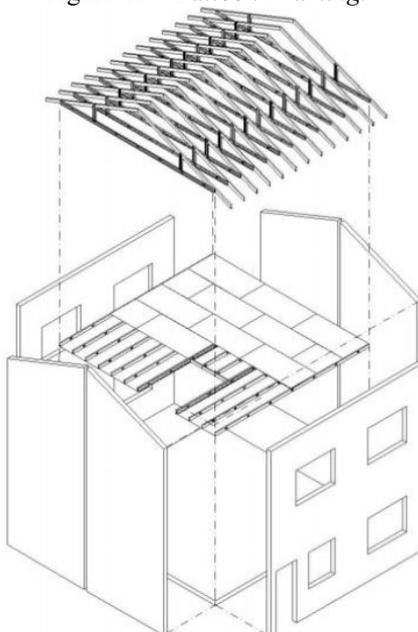


Fonte: CRASTO (2005, p. 28)

#### 2.4.4 *Balloon Framing*<sup>7</sup>

O *Balloon Framing* pode-se construir tanto o método *Stick* como o método por Painéis. Neste método, de acordo com Crasto (2005), a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis são geralmente muito grandes e vão além de um pavimento, conforme mostra a FIG. 11.

Figura 11 – *Balloon Framing*.



Fonte: CRASTO (2005, p. 29).

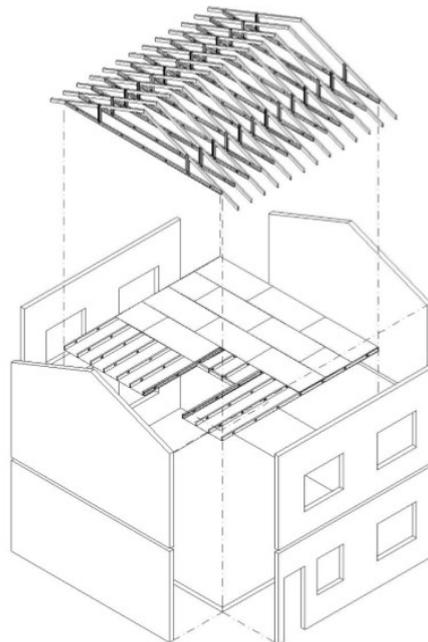
---

<sup>7</sup>*Balloon Framing*: estrutura em balão

### 2.4.5 Platform Framing<sup>8</sup>

Assim como o *Balloon Framing*, a *Platform Framing* pode-se construir o método *Stick* ou o método por Painéis. Segundo Almeida Júnior (2014), a diferença é que neste método os painéis não são estruturalmente contínuos, ou seja, os painéis laterais são delimitados pela altura de cada pavimento, onde recebem as cargas de piso axialmente, conforme a FIG. 12. Trebilcock (1994 *apud* CRASTO, 2005) cita que este é um método bastante utilizado nas construções atuais.

Figura 12 - *Platform Framing*.



Fonte: CRASTO (2005, p. 30).

## 2.5 Etapas construtivas

### 2.5.1 Fundações

“Chama-se fundação a parte de uma estrutura que transmite ao terreno subjacente a carga da obra” (CAPUTO, 2012, p. 169).

“A fundação é a primeira etapa para construção de qualquer obra e a mesma, assim como no sistema construtivo convencional é a primeira etapa a ser executada no sistema LSF”

---

<sup>8</sup>*Platform Framing*: estrutura em plataforma

(BEZERRA, 2013, p. 16). Sua função é sustentar e ancorar a superestrutura acima e transmitir as cargas da edificação de maneira segura a terra (CHING, 2010).

A estrutura de LSF exige bem menos da fundação do que outras construções, por ser muito leve. Com isso, como a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais, a fundação deverá ser contínua suportando os painéis em toda a sua extensão, diferente da alvenaria convencional, que tem a distribuição de cargas pontuais. A escolha do tipo de fundação vai depender além da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade de solo firme. Essas informações são obtidas através da sondagem do terreno (FREITAS; CRASTO, 2006).

Um bom projeto e execução da fundação implicam maior eficiência estrutural. A qualidade final da fundação está intimamente ligada ao correto funcionamento dos subsistemas que formam o edifício. Assim, base corretamente nivelada e em esquadro possibilita maior precisão de montagem da estrutura e demais componentes do sistema (BORTOLOTTI, 2015).

Nesse sistema, podem ser utilizados as fundações tipo laje radier e sapata corrida, porém segundo Freitas e Crasto (2006), a fundação tipo radier é a mais usual para as construções em LSF.

#### *2.5.1.1 Radier*

O sistema de fundação tipo radier (FIG. 13) é um tipo de fundação rasa, constituída de uma laje em concreto armado com cota bem próxima da superfície do terreno, que recebe e distribui os esforços e todas as instalações, tanto elétrica como hidráulica, devem estar montadas no projeto da obra (JARDIM; CAMPUS, 2004 *apud* BEZERRA, 2013). A expressão radier pode ser usada quando uma fundação superficial associada recebe todos os pilares da obra, radier geral, ou quando recebe apenas parte dos pilares da obra, radier parcial. Do ponto de vista do projeto, entretanto, estes dois casos podem ser tratados da mesma maneira (VELLOSO; LOPES, 2011).

Figura 13 – Fundação *radier*.

Fonte: SACCO; STAMATO (2008, p. 75).

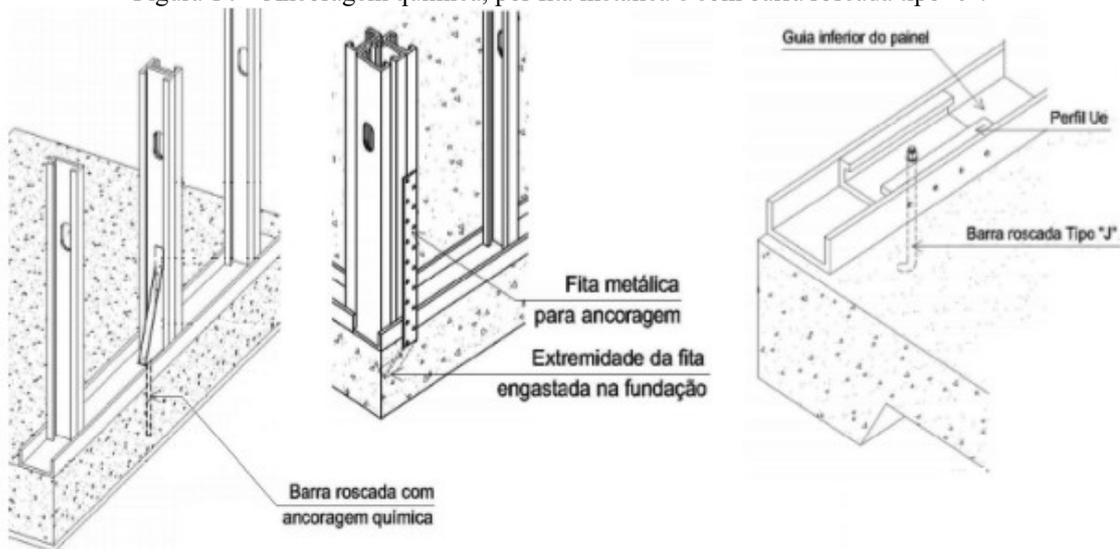
### 2.5.1.2 Ancoragem da estrutura na fundação

A ancoragem é feita após a execução da fundação e os perfis devem ser fixados nesta para que resistam à pressão do vento, o que causa efeitos de translação e/ou tombamento com rotação do edifício, fazendo a estrutura se deslocar lateralmente ou girar no eixo de sua base. É o meio construtivo que a estrutura deve se prender à fundação e permitir que a transmissão dos esforços impossibilite qualquer deslocamento indesejável (BORTOLOTTI, 2015).

No LSF a ancoragem não é feita com a própria estrutura, e sim com peças somente com essa função. Esta ancoragem pode ser de variadas formas, Crasto (2005) cita três formas: ancoragem química com barra roscada, ancoragem com fita metálica e ancoragem com barra roscada tipo "J".

A ancoragem com fita e a com barra tipo "J" são realizadas através do engaste na fundação e colocadas antes da concretagem e depois presas à estrutura. A ancoragem química com barra roscada ocorre após o posicionamento da estrutura LSF na posição definitiva, e realizam-se furos na laje onde as barras roscadas serão chumbadas quimicamente, conforme mostra a FIG. 14 (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

Figura 14 – Ancoragem química, por fita metálica e com barra rosca tipo "J".



Fonte: ALMEIDA JÚNIOR (2014, p. 60).

Antes de ocorrer a ancoragem definitiva, durante o processo de montagem da estrutura os painéis são presos à fundação através de pinos ou parafusos. Este método serve para manter o prumo dos painéis enquanto são montados e conectados a outros painéis do pavimento e até que seja executada a ancoragem definitiva (CRASTO, 2005).

## 2.5.2 Painéis

Os painéis no sistema *Light Steel Framing* são estruturais ou autoportantes quando compõem a estrutura, suportando as cargas das edificações, e são não estruturais quando funcionam como divisória sendo responsáveis apenas pelo fechamento e isolamento da mesma, sem ter função estrutural (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

### 2.5.2.1 Painéis estruturais ou autoportantes

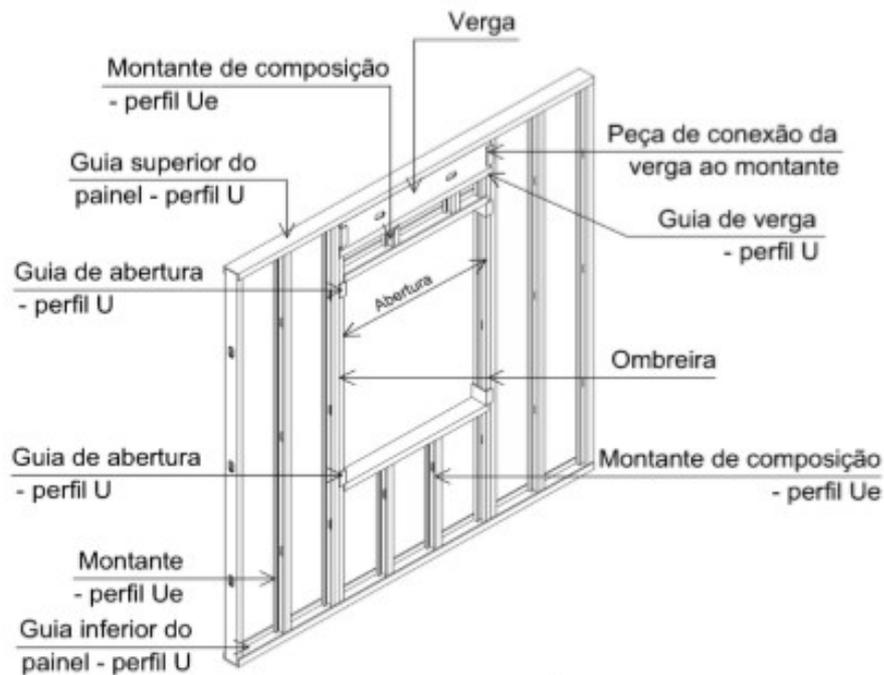
Segundo Prudêncio (2013), os painéis estruturais estão sujeitos a cargas horizontais de vento e cargas verticais oriundas do peso da estrutura, praticadas por pisos, telhados e outros painéis, sendo responsáveis por absorver esses esforços e transmiti-los à fundação.

Segundo Crasto (2005), os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo Ue5 que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U6 denominados guias.

Nas aberturas de janelas e portas são necessários elementos estruturais como as vergas, para que distribuam o carregamento interrompido do montante para os montantes que

delimitam o vão lateral conforme Freitas; Crasto (2006). A FIG. 15 mostra o esquema de um painel estrutural e suas componentes.

Figura 15 – Desenho esquemático de painel estrutural com abertura.



Fonte: CRASTO (2005, p. 67).

### 2.5.2.2 Painéis não estruturais

Segundo Freitas; Crasto (2006), painéis não estruturais são aqueles que não suportam o carregamento da estrutura, mas apenas o peso próprio dos seus componentes que os constituem e tem a função de fechamento externo e divisória interna nas edificações. “A solução para aberturas de portas e janelas em um painel não estrutural é bem mais simples, pois como não há cargas verticais a suportar, não há necessidade do uso de vergas” (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 47).

### 2.5.3 Lajes e Coberturas

As lajes possuem o mesmo princípio estrutural dos seus painéis, ou seja, são constituídas por perfis de aço galvanizado com espaçamento seguindo modulação definida de acordo com as cargas a serem aplicadas. A modulação normalmente é a mesma em toda a estrutura: cobertura, lajes e painéis. Na execução das lajes ou coberturas, o sistema LSF se destaca em relação ao convencional, pois proporciona a aplicação dos princípios da

sustentabilidade porque promove a substituição da utilização da madeira por lajes nas coberturas (BEZERRA, 2013).

Segundo Santiago (2008), quando se trata do LSF, é possível verificar dois tipos de lajes; a seca e a úmida. As lajes secas podem ser compostas por painéis de *oriented strand board*<sup>9</sup> (OSB) ou placas cimentícias, já às úmidas, utiliza-se chapa de aço ondulado ou trapezoidal, sendo parafusadas às vigas, com uma camada de lã de vidro compactada e uma manta de polietileno, preenchida por concreto. A FIG. 16 mostra os dois tipos de laje.

Figura 16 – Laje seca e laje úmida.



Fonte: CRASTO (2005, p. 78).

#### 2.5.4 Tipos de painéis para fechamento

Para se obter um fechamento externo, devem ser levadas em conta as intempéries, a fim de que não prejudique o material escolhido, como componentes externos usam-se as placas cimentícias e a placa OSB (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

As vedações devem atender aos critérios de satisfação e às exigências do usuário, para isso a norma ISSO 6241:1984, estabelece esses requisitos, que são o de segurança estrutural, segurança do fogo, durabilidade, economia, conforto visual, conforto termo acústico, entre outros (FREITAS; CRASTO, 2006).

“Nos fechamentos internos, podem ser utilizadas as mesmas placas usadas nos fechamentos externos e, ainda, as placas de gesso acartonado” (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008, p. 79).

<sup>9</sup>*Oriented Strand Board*: painéis de partículas orientadas

Terni, Santiago e Pianheri (2008), dividem o sistema de fechamento vertical em três partes, que são os fechamentos externos, delimitam as áreas molháveis por chuva, já os fechamentos internos, são instalados nas áreas secas ou úmidas da parte interna, e os isolantes térmicos e acústicos, são colocados entre as placas e os montantes.

#### *2.5.4.1 Fechamento externo*

##### **2.5.4.1.1 Placas OSB**

Conforme os autores Terni, Santiago e Pianheri (2008), o OSB é um tipo de painel de madeira fabricado com três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada, cruzadas perpendicularmente, prensadas e unidas com resinas e apresenta como principal função ser estrutural e auxiliar na rigidez das paredes, pois é instalado diretamente na estrutura. “A desvantagem desse tipo de painel são suas dimensões 1,22 m x 2,44 m, pois são incompatíveis com as outras placas quando utilizadas internamente como as de gesso acartonado, por exemplo, que mede 1,10 m x 2,20 m” (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008, p. 79).

Como sistema de fechamento vertical, o OSB é mais utilizado para fechamento externo, podendo ser utilizado como fechamento interno, porém o gesso acartonado é mais indicado por ter melhor desempenho estético e funcional (FREITAS; CRASTO, 2006).

Os painéis externos não devem estar em contato direto com a fundação, por isso antes da montagem deve ser fixada uma fita seladora, que além de evitar o contato com a umidade do piso, diminui as pontes térmicas e acústicas. As projeções horizontais externas devem estar sobre uma base mais alta que o nível exterior, para evitar o contato das placas com o solo e a passagem de água por entre o painel e a fundação (BATTISTELLA, 2011). A FIG. 17 mostra a aplicação do OSB.

Figura 17 – Fechamento externo em OSB.



Fonte: CRASTO (2005, p. 127).

#### 2.5.4.1.2 Membrana hidrófuga

Após o fechamento externo em OSB é necessário proteger as paredes externas e o telhado do sistema *Light Steel Framing* da água, vento, calor, poeira e acúmulo de umidade, com isso as faces externas das paredes externas e do telhado são revestidas com manta impermeável à água e permeável ao vapor, feita de fita de polipropileno. Essa membrana (FIG.18) possui microporos que dificultam a passagem de partículas de água entre a estrutura, ela trabalha de forma diferente para dentro e para fora. O vapor de água pode atravessá-la permitindo assim uma ventilação das paredes, ela não deixa a umidade entrar, mas deixa sair, por isso tem o lado certo de aplicação. A membrana é aparafusada entre a chapa de OSB e a placa cimentícia (CAMPOS, 2014).

Figura 18 – Aplicação da membrana hidrófuga



Fonte: CRASTO (2005, p. 128).

#### 2.5.4.1.3 Placas cimentícias

As placas cimentícias são placas delgadas de concreto, fabricadas a partir de argamassas especiais contendo aditivos e uma grande porcentagem de cimento. Geralmente, são confeccionadas a partir de moldes metálicos, utilizando a mesma tecnologia do concreto pré-moldado (DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

Usadas para a função de fechamento externo possuem grande compatibilidade com o LSF, pois as mesmas são “leves, finas, impermeáveis, incombustíveis, possuem resistência aos impactos, resistência a cupins e microorganismos, elevada durabilidade e permitem inúmeros acabamentos” (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008, p. 78).

Para o uso destas placas, Terni; Santiago; Pianheri (2008), fazem algumas recomendações, como: armazenar em locais secos, evitar que as juntas internas coincidam com as juntas externas, evitar a ocorrência de quatro vértices no mesmo ponto nas juntas verticais das chapas. A fixação é feita com parafusos pronta broca, cabeça autoescariante, pois evitam que o parafuso faça rosca na placa e facilita a instalação.

Figura 19 – Fechamento externo com placas cimentícias.



Fonte: A autora.

Segundo Oliveira (2013), o revestimento externo também pode receber a aplicação de materiais de acabamento, como pastilhas, pedras, ou até mesmo reboco e pintura.

#### 2.5.4.2 Isolantes térmicos e acústicos

Terni; Santiago; Pianheri (2008), citam três materiais isolantes termo acústicos: lã de rocha, lã de vidro e lã de pet, e indicam que a espessura e a densidade do material dependerão do nível de isolamento desejado.

Os autores afirmam que a própria concepção do sistema que tem duas placas e internamente é preenchido com outro material, proporciona redução acústica através da descontinuidade do meio. A FIG. 20 apresenta um exemplo de isolante termo acústico, a lã de vidro.

Figura 20 – Isolantes térmicos da esquerda para direita: lã de pet, lã de vidro e lã de rocha.



Fonte: CAMPOS (2014, p. 96)

### 2.5.4.3 Fechamento interno

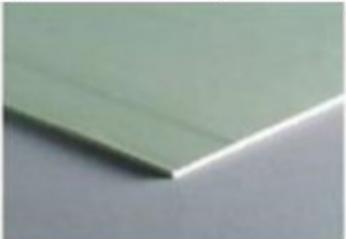
O OSB utilizado no fechamento externo pode ser utilizado para os fechamentos internos, e agora também as placas de gesso acartonado (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

De acordo com Terni; Santiago; Pianheri (2008), podem ser encontradas no mercado brasileiro três tipos diferentes de placa de gesso:

- Placas comuns, utilizadas em áreas secas, apresentam o cartão na cor natural;
- Placas resistentes à umidade, também chamadas de placas verdes, são indicadas para ambientes úmidos;
- Placa resistente ao fogo, utilizada quando há a necessidade de proteção passiva, são diferenciadas pela cor vermelha do cartão envelopador do gesso.

A FIG. 21 apresenta os três tipos de placas de gesso acartonado.

Figura 21 – Tipos de placas de gesso e suas características.

|  |   |  |
|--|---|--|
|  |  |  |
| <b>CHAPA STANDARD PARA<br/>ÁREAS SECAS</b>   | <b>CHAPA RESISTENTE À UMIDADE<br/>PARA ÁREAS ÚMIDAS</b>                             | <b>CHAPA RESISTENTE AO FOGO<br/>PARA ÁREAS SECAS</b>                                 |
| ESPESSURA (mm): 6,4 - 9,5 - 12,5   | ESPESSURA (mm): 12,5  | ESPESSURA (mm): 12,5   |
| LARGURA (m): 0,6 (FGA) - 1,2   | LARGURA (m): 1,2  | LARGURA (m): 1,2   |
| COMPRIMENTO (m): 1,8 ou 2,4  | COMPRIMENTO (m): 1,8 ou 2,4   | COMPRIMENTO (m): 2,4   |

Fonte: BORTOLOTTI (2015, p. 66).

Nenhuma das placas de gesso acartonado deve estar em contato com o solo ou com a fundação e os projetos devem prever juntas de dilatação, evitando assim possíveis fissuras. As placas levantadas do chão evitam a umidade por capilaridade (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

Segundo Oliveira (2013), sobre as placas de gesso podem ser aplicados revestimentos usuais como cerâmica, pintura e textura entre outros usualmente aplicados na construção civil convencional.

### 2.5.5 Instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias

As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, para edificações com sistema construtivo LSF são as mesmas utilizadas em edificações convencionais e apresentam o

mesmo desempenho. Assim, os materiais empregados e princípios de projeto também são os mesmos aplicados em edificações convencionais e portanto, as considerações para projeto, dimensionamento e uso das propriedades dos materiais não divergem do tratamento tradicional nessas instalações (CARVALHO JUNIOR, 2010).

Para a passagem das instalações pelos montantes (FIG. 22) e vigas de piso, esses devem ser furados, de acordo com a NBR 15.253 (ABNT, 2005), que normaliza os furos para passagem de instalações, prevendo que aberturas sem reforços podem ser executadas nos perfis de *Steel Framing*, desde que devidamente considerados no dimensionamento estrutural (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

É importante que os locais de passagem das instalações executadas nos radiers das fundações sejam bem locados, para não gerar problemas no alinhamento dos painéis e retrabalho para seu ajuste. A execução das instalações da estrutura deve ocorrer após a finalização completa da montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas, uma vantagem do sistema *Steel Framing* em relação às construções convencionais que normalmente são instaladas antes das vigas e das lajes (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

Figura 22 – Perfis furados com eletrodutos passados.



Fonte: BEZERRA (2013, p. 26).

### ***2.5.6 Tratamento de Juntas e Revestimento***

Segundo Júnior (2014), é necessário realizar o tratamento de juntas das placas cimentícias. Esse tratamento é feito com fita de fibra de vidro e com massa pré-fabricada que

enrijece e sela a região das juntas. O processo de tratamento é feito com a aplicação de uma camada de massa pré-fabricada, seguida da colocação da fita de vidro e, posteriormente mais uma camada de massa.

Após o tratamento de juntas, realiza-se o mesmo procedimento para o revestimento de toda a superfície da placa cimentícia, aplicando a tela de fibra de vidro, seguida de duas demãos de massa pré-fabricada. O acabamento final se assemelha a um reboco (JÚNIOR, 2014). A FIG. 23 mostra o tratamento de juntas e o revestimento.

Figura 23 – Acabamento com fita, tela e massa sobre as placas cimentícias.



Fonte: JÚNIOR (2014 p.105).

## 2.6 Análise comparativa ressaltando vantagens e desvantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing*

### 2.6.1 Vantagens

Segundo Bezerra (2013), o LSF destaca-se por utilizar dos avanços tecnológicos que facilitam o processo construtivo possuindo assim vantagens em relação ao sistema convencional. Freitas e Crasto (2006), relatam que no LSF a construção é a seco, não utilizando água facilitando assim a limpeza do canteiro de obras. Ainda segundo Freitas e Crasto (2006), o método promove uma melhor obtenção de níveis de desempenho termo acústicos e principalmente a rapidez na construção já que o esqueleto estrutural da obra é construído de perfis de aço galvanizado que são pré-fabricados e montados no canteiro de obras ou não.

Outra vantagem do sistema em estudo é na recomposição das paredes que pode ser feita com a mesma parte da placa removida, sem geração de resíduos ou gasto com novo

material. No método convencional, as paredes precisam ser quebradas, gerando resíduos, desperdício de material e gasto com novo material, sendo necessária a reconstituição do reboco e do acabamento. Permite também execução das instalações com o mínimo de transtorno, pouco desperdício e inspeção dos serviços concluídos (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

Normalmente ocorrem nas estruturas de alvenaria convencional algumas patologias tais como: recalque diferencial de fundação, fissuras, mapeamento do revestimento, entre outros, que na maioria das vezes, acontecem devido ao grande peso ou à má execução da estrutura. Neste método tais patologias são pouco observadas (PETERSEN, 2012).

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) aparece como solução inovadora, pela qual permite controlar a utilização e minimizar o desperdício dos materiais, promovendo a sustentabilidade na construção civil, pois é o ramo que mais causa impactos ambientais, desde a geração de resíduos sólidos até modificações no comportamento da natureza nas áreas em que as obras são executadas. O LSF gera ganhos de produtividade pela construção rápida e conseqüentemente, a redução dos impactos ambientais e dos custos na produção (BERNARDES, 2012).

### **2.6.2 Desvantagens**

Segundo Oliveira (2013), a primeira desvantagem a se destacar é a questão cultural, pelo fato da população estar acostumada com o sistema convencional, não confiam em um sistema que não possua suas mesmas características de solidez, e com isso de certa forma duvidam da resistência da estrutura do LSF pelo fato de usar materiais leves.

Bernardes (2012), através de análises e comparações entre os sistemas, constatou que o sistema LSF apresentou valores maiores que o convencional, já que o mesmo é uma nova tecnologia na construção civil, que ainda está sendo implantada em todo o Brasil.

Outra desvantagem é a ausência de mão de obra qualificada nas diversas regiões do país, impossibilitando a expansão do sistema em todo o território nacional, necessitando assim de adequações para melhoria de seu desempenho (CAMPOS, 2014).

### 3 CONCLUSÃO

Atualmente, no país a tecnologia se encontra em um estágio inicial de desenvolvimento. A preocupação com impacto ambiental e utilização sustentável de recursos faz do aço e do método LSF uma opção promissora para o futuro, porém o sistema ainda necessita de adequações para a melhoria de seu desempenho e para melhor aceitação dos usuários uma vez que o consumidor brasileiro tem uma cultura já enraizada de preferir construções com materiais maciços que vem de nosso tipo de colonização.

O sistema LSF é considerado uma ponte para o desenvolvimento tecnológico, sendo assim, uma importante alternativa para o setor da construção civil que vem apresentando um crescimento notável no país em virtude das vantagens que o mesmo apresenta em relação ao sistema construtivo convencional, pois permite controlar a utilização e minimizar o desperdício dos materiais, gerando ganhos de produtividade pela construção rápida, redução dos impactos ambientais e dos custos na produção.

Portanto, acreditasse que suas maiores contribuições seja construir com qualidade, sem desperdício, de forma rápida e simples, procurando ser cada vez mais aprimorado e evoluído de forma segura para que continue atendendo às demandas atuais e futuras da construção civil e com isso estabelecer-se como sistema construtivo amplamente utilizado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JÚNIOR, G. V. B. A. Sistema construtivo em *light steel framing*: Acompanhamento de uma obra residencial. 2014. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências sociais Aplicadas, Brasília, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**. Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR 6355**. Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 11/2012.

BATTISTELLA, F. B. *Light Steel Framing*: uso da estrutura de aço como tecnologia construtiva. 2011. 101 f. Monografia (Departamento de Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

BERNARDES, M.; GARCIA, S.; MARTINS, M. S.; ROMANINI, A. Comparativo econômico da aplicação do Sistema *Light Steel Framing* em Habitação de Interesse Social. In: Seminário Nacional de Construções Sustentáveis, 2012, Passo Fundo. **Artigo...** Passo Fundo, 2012.

BEVILAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e *Light Steel Framing***. 2005. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

BEZERRA, B. R. **Estudo de caso**: utilização do “*Light Steel Framing*” nas construções Mossoroenses. 2013. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Ciências Exatas, Tecnológica e Humanas) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Angicos, 2013.

BORTOLOTTI, A. L. K. **Análise de viabilidade econômica do método *Light Steel Framing* para construção de habitações no município de Santa Maria-RS**. 2015. 101 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Departamento de Engenharia Civil) – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CAMPOS, P. F. *Light Steel Framing*: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. 2014. 198 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6.ed.rev.ampl. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 498 p. v. 2

CARVALHO JUNIOR, R.D. **Instalação elétrica e o projeto de arquitetura**. 2.ed.rev.atual. São Paulo: Blucher, 2010. 220 p.

CHING, Francis D. K. **Técnicas de construção ilustrada**. 4.ed. Rio Grande do Sul: Bookman, 2010. 100 p.

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

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. 2009. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

FRECHETTE, L. A. (1999). **Building smarter with alternative materials**. Disponível em: <<http://www.build-smarter.com>>. Acesso em Out. 2017.

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. 121 p.

GOMES, C. E. M et al. **Light steel frame: construção industrializada a seco para habitações populares – práticas sustentáveis**. Curitiba: Elecs, 2013. 09 p.

JÚNIOR, G. V. B. A. **Sistema construtivo em light steel framing: acompanhamento de uma obra residencial**. 2014. 124 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências sociais Aplicadas, Brasília, 2014.

OLIVEIRA, J. P. B. **Otimização de processos construtivos através de inserção de novas tecnologias na indústria da construção civil: vantagens da aplicação do sistema Light Steel Framing em residências**. 2013. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

PETERSEN, R. L. Sistema **Light Steel Framing: comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços**. 2012. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e análise comparativa de custos de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing**. 2013. 47 f. Trabalho de Diplomação (Departamento de Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

RODRIGUES, F. C. **Steel framing: engenharia**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia / Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006. 127 p.

SACCO, M. F; STAMATO, G. C. Light wood frame – construções com estrutura leve de madeira. **PINI - Técnica**, São Paulo, 140, p. 75-80, nov. 2008.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SCHARFF, Robert. **Residential steel framing handbook**. New York: McGraw Hill, 1996. 429 p.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. 167 p.

TAVARES, Eduardo. Os 10 maiores produtores de aço do mundo. **Revista Exame**, São Paulo, jul. 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/os-10maiores-produtores-de-aco-do-mundo>>. Acesso em: 10 out. 2017.

TERNI, A. W; SANTIAGO, A. K; PIANHERI, J. Casa de steel frame – instalações. **PINI - Técnica**, São Paulo, 141, p. 61-64, dez. 2008.

VELOSO, D. D. A; LOPES, F. D. R. **Fundações**: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 568 p.