



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

DAYANA TEIXEIRA DA CUNHA

LIGHT STEEL FRAMING

UBÁ/MG

2015

DAYANA TEIXEIRA DA CUNHA

LIGHT STEEL FRAMING

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

Supervisor (a): Me. Iracema Mauro Batista.

UBÁ/MG

2015

LIGHT STEEL FRAMING

Resumo

O trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo do sistema *Light Steel Framing* ressaltando vantagens e desvantagens em comparação às estruturas de alvenaria convencional. O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo industrializado também conhecido como “Estruturas em Aço Leve”, que utiliza como principal elemento estrutural o aço galvanizado. A partir do momento histórico em que houve diminuição da disponibilidade e qualidade da madeira que era utilizada na construção, o aço torna-se um substituto promissor em função da sua abundância e praticidade. Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de aço, o emprego de estruturas metálicas em edificações tem sido pouco expressivo se comparado ao potencial do parque industrial brasileiro. Paralelamente, o desenvolvimento de produtos siderúrgicos no país ampliou as alternativas de soluções construtivas disponíveis. A busca por soluções sustentáveis para combater problemas ambientais é uma realidade atualmente, inclusive na construção civil. É através desta necessidade que o sistema *Light Steel Framing* se apresenta como um método construtivo racional e otimizado, que tem o mínimo possível de geração de resíduos e o projeto é todo concebido para ser o mais industrializado possível deixando o mínimo de serviço para ser executado no canteiro de obra, tornando-o mais viável economicamente além de permitir um melhor ambiente de trabalho aos funcionários.

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

LIGHT STEEL FRAMING

Abstract

The study aims to demonstrate the constructive process of *Light Steel Framing* system highlighting advantages and disadvantages compared to conventional masonry structures. The *Light Steel Framing* is an industrialized building system also known as "Light Steel Structures", which uses as its main structural element galvanized steel. From the historic moment in which there was a decrease in the availability and quality of the wood that was used in construction, the steel becomes a promising substitute due to its abundance and practicality. Although Brazil is one of the largest steel producers, the use of metal structures in buildings has been little significant compared to the Brazilian industry potential. Alongside the development of steel products in the country has expanded the alternatives for constructive solutions available. The search for sustainable solutions to address environmental problems is a reality today, including in construction. It is through this need that the *Light Steel Framing* system is presented as a rational and optimized construction method, which has the least possible waste generation and the project is all designed to be the most industrialized possible leaving the service minimum to run on construction site, making it more economically viable and enables a better work environment for employees.

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

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil no Brasil apresenta um cenário de pleno crescimento. “Este aumento de demanda tem proporcionado um notável crescimento na concorrência entre as empresas construtoras e/ou incorporadoras, exigindo, assim, um melhor aproveitamento de seus recursos por meio da adoção de novas estratégias empresariais” (SANTOS *et al.*, 1996 *apud* GOMES *et al.*, 2013, p. 2).

Por outro lado, a construção de pequeno porte, no Brasil, ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e, principalmente, pelo desperdício. Desta forma, o mercado tem sinalizado que o uso de novas tecnologias é uma das formas para maior industrialização e a racionalização dos processos (FREITAS; CRASTO, 2006).

No Brasil, atualmente, há uma grande preocupação com relação à sustentabilidade nos diversos ramos da sociedade, no sentido de preservação dos recursos naturais existentes, que são utilizados em grande escala até hoje na construção civil, gerando grande volume de resíduos que são depositados de forma incorreta no meio ambiente (CHEMIN; FELIPE; GOULART, 2013).

Crasto (2005) destaca que diante do grande crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, o setor da construção civil tem buscado por sistemas mais eficientes, visando aumentar a produtividade e atender à demanda crescente. Ainda segundo o autor, uma alternativa viável seria a utilização de sistemas construtivos com aço, caracterizados pelo alto índice de industrialização, com projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção.

Nesse aspecto, aos poucos, vem sendo introduzido no Brasil um sistema construtivo denominado *Light Steel Framing*¹ (LSF), que é caracterizado por usar produtos padronizados de tecnologia avançada, considerado, cada vez mais, uma opção pelas empresas do setor, aliando fatores como obra seca, rápida e com custos competitivos (MAGALHÃES, 2013).

Em 1998 começou a ser implantado, no Brasil, as primeiras construções no processo *Light Steel Framing*, dando prosseguimento à necessidade de um produto industrializado e as vantagens desse processo construtivo frente ao sistema tradicional, “portanto podemos considerar que é um produto tecnológico no país” (LOPES *et al.*, 2008, p. 4).

¹*Light Steel Framing*: estrutura de aço leve.

O sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa para o setor da construção civil sendo utilizado em diversos países e apresenta um crescimento notável no Brasil, que é um dos maiores produtores de aço do mundo (TAVARES, 2011).

Existem dois conceitos básicos relativos ao sistema LSF, *Frame* é o esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, sendo composto por elementos leves e *Framing* é o processo pelo qual se unem e vinculam esses elementos. Assim, pode-se encontrar na bibliografia internacional as expressões: *Light Steel Frame Housing*² na Europa e *Residential Cold-Formed Steel Framing*³ nos Estados Unidos, referindo-se às residências construídas com painéis estruturados com perfis de aço com revestimento metálico (RODRIGUES, 2006).

Segundo Terni; Santiago; Pianheri (2008), O LSF é um sistema construtivo, constituído de perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Segundo os autores citados, por ser um processo industrializado de construção, permite executar a obra com grande rapidez, a seco e com menor quantidade de resíduos gerados.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo demonstrar o processo construtivo do sistema *Light Steel Framing* ressaltando vantagens e desvantagens em comparação às estruturas de alvenaria convencional.

² *Light Steel Frame Housing*: habitação de estrutura de aço leve.

³ *Residential Cold-Formed Steel Framing*: residencial em estrutura de aço moldado a frio.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

Segundo Rodrigues (2006), a história do *Framing* inicia-se entre 1810, quando nos Estados Unidos começou a conquista do território, em 1860, quando a migração chegou à costa do Oceano Pacífico. Naqueles anos, a população americana multiplicou-se por dez e para atender à forte demanda por habitação, devido ao grande crescimento da população em um período curto de tempo, recorreu-se à utilização dos materiais disponíveis no local, à madeira, utilizando os conceitos de praticidade, velocidade e produtividade originados na Revolução Industrial. Este método consistia na utilização de estrutura constituída por peças de madeira serrada de pequena seção transversal conhecidos por *Balloon Framing*⁴ e fechados por peças de madeira, originando o sistema construtivo *Wood Frame*⁵ que se tornou a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos, conforme se verifica na FIG. 01.

FIGURA 01 - Obra sendo executada em *Wood Framing*.



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

Aproximadamente um século após, com o desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, foi lançado na Feira Mundial de Chicago de 1933 o protótipo de uma residência em *Light Steel Framing*, utilizando perfis de aço em substituição à madeira, conforme mostrado na FIG. 02 (FRECHETT, 1999 *apud* CRASTO, 2005).

⁴ *Balloon Framing*: estrutura em balão.

⁵ *Wood Frame*: estrutura em madeira.

FIGURA 02 - Protótipo de residência em *Light Steel Framing* na Exposição Mundial de Chicago em 1933.



Fonte: CRASTO (2005, p. 10).

Com o crescimento da economia após a Segunda Guerra Mundial e a grande produção de aço nos EUA, houve 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 a catástrofes naturais como terremotos e furacões. Desse modo, no final da década de 90, o percentual estimado de construções em LSF estava na casa de 25% (BATEMAN, 1998 *apud* FREITAS; CRASTO, 2006).

Coelho (2014) esclarece que apesar de todas as qualidades, o método LSF é pouco conhecido no Brasil. Um dos principais problemas que este processo construtivo enfrenta, é a cultura. O autor também afirma que o sistema exige projetos bem definidos e compatibilizados, por conta de sua produção ser realizada em fábricas e a montagem acontecer apenas no canteiro de obras.

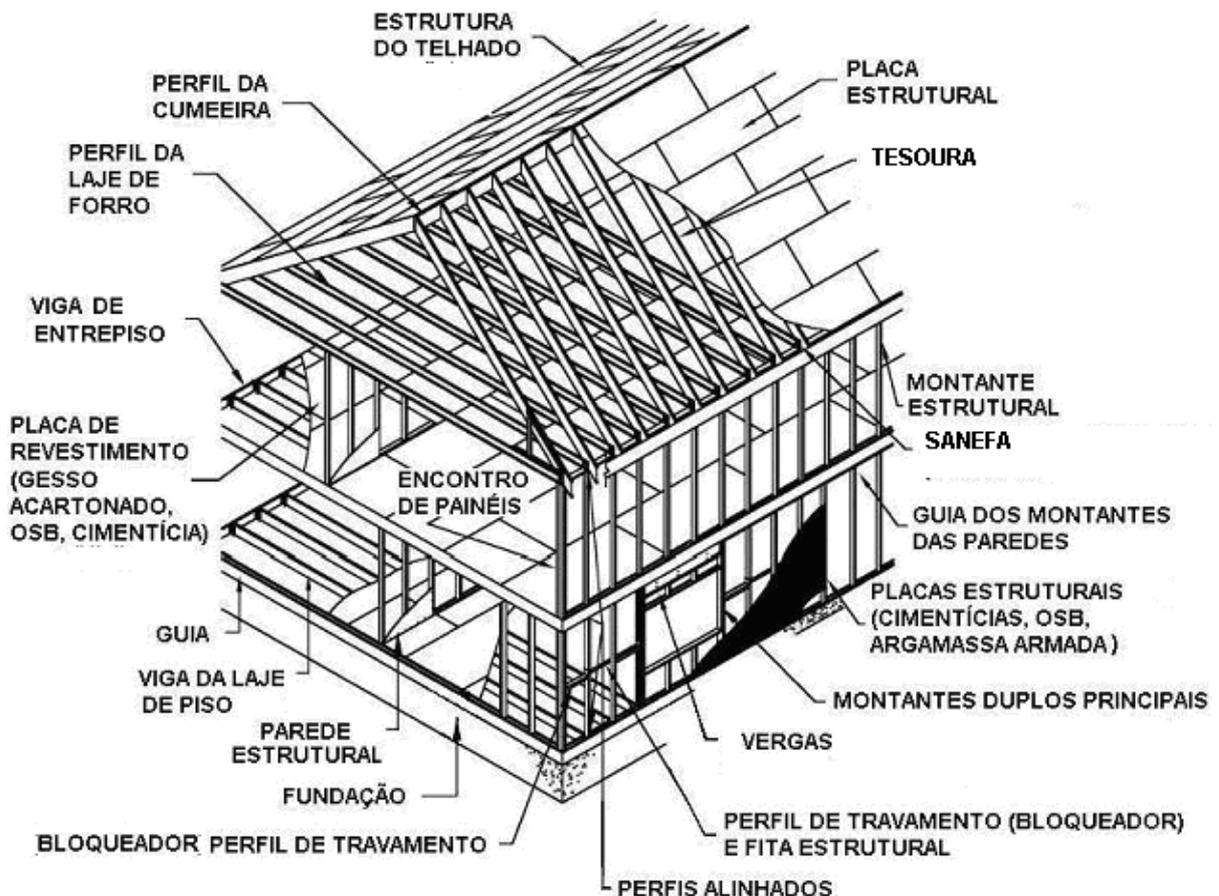
Segundo Crasto (2005), para visualizar o *Steel Framing*, pode-se recorrer ao *Drywall*⁶, que é utilizado em vedações internas no Brasil, que apesar de não ter função estrutural, utiliza perfis galvanizados, para compor um esqueleto onde são fixadas as placas para fechamento. Porém, a semelhança acaba nesse ponto, já que o *Light Steel Framing*, é um sistema muito mais amplo, capaz de integrar todos os componentes necessários à construção de uma edificação, tendo como o fundamental a estrutura.

⁶*Drywall*: parede seca.

2.2 Composição do *Light Steel Framing*

Segundo Crasto (2005, p. 13), “basicamente a estrutura em LSF é composta de paredes, pisos e coberturas. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura”. Conforme FIG. 03 é possível visualizar esquematicamente, a estrutura e os subsistemas de uma casa em *Light Steel Framing*.

FIGURA 03 - Desenho esquemático de uma residência em *Light Steel Framing*.



Fonte: BEVILAQUA (2005, p. 15).

De acordo com a NBR⁷ 15.253 (ABNT⁸, 2005), as paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis estruturais ou autoportantes e são compostos por grande quantidade de perfis galvanizados muito leves denominados montantes, que são separados entre si 400 ou 600 mm (FIG. 04). Esta dimensão é definida de acordo com o cálculo estrutural, e determina a modulação do projeto.

⁷ NBR: Norma Brasileira

⁸ ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Os painéis têm a função de distribuir uniformemente as cargas e transferi-las até o solo. O fechamento desses painéis pode ser feito por vários materiais, mas, normalmente, utilizam-se as placas de *oriented strand board*⁹ (OSB) nas paredes internas e externas, as placas cimentícias externamente e as chapas de gesso acartonado internamente (FREITAS; CRASTO, 2006).

FIGURA 04 - Painéis do pavimento térreo de casa residencial.



Fonte: CRASTO (2005 p. 14).

Os pisos, partindo do mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados, dispostos na horizontal e obedecem à mesma modulação dos montantes, segundo a NBR 15.253 (ABNT, 2005). Esses perfis compõem as vigas de piso, servindo de estrutura de apoio aos materiais que formam a superfície do contrapiso como se demonstra na FIG. 05.

FIGURA 05 - Vista da estrutura do piso com vigas em perfis galvanizados.



Fonte: CRASTO (2005 p. 14).

⁹ *Oriented Strand Board*: painéis de partículas orientadas

Segundo Crasto (2005), independente do tipo de telhado adotado, desde cobertura plana até telhados mais elaborados, a versatilidade do LSF possibilita ao arquiteto liberdade de expressão. Quando se trata de coberturas inclinadas, a solução se assemelha muito à da construção convencional com o uso de tesouras, porém substituindo o madeiramento por perfis galvanizados (FIG. 06).

FIGURA 06 - Estrutura do telhado de residência em *Steel Framing*.



Fonte: CRASTO (2005 p. 15).

Para compor um conjunto autoportante capaz de resistir aos esforços solicitados pela edificação, é necessário que o dimensionamento dos perfis e o projeto estrutural sejam executados por profissional capacitado e especializado. Para edificações de até dois pavimentos, o dimensionamento pode ser realizado através do Método Prescritivo que consta da publicação *Prescriptive Method For Residencial Cold-Formed Steel Framing*¹⁰ desenvolvido nos Estados Unidos e no Brasil através do documento Tabelas de Dimensionamento Estrutural para Edificações com o Sistema Construtivo em *Steel Framing*. Para edificações com mais de dois pavimentos o dimensionamento deve atender às especificações das normas brasileiras para perfis formados a frio (RODRIGUES, 2003 *apud* CRASTO, 2005).

¹⁰ *Prescriptive Method For Residencial Cold-Formed Steel Framing*: método prescrito para residência em estrutura de aço moldado a frio.

2.3 Aplicações do *Light Steel Framing*

O sistema *Light Steel Framing* apresenta grande flexibilidade no projeto arquitetônico. As aplicações do sistema são variadas, dentre tantas podem-se ressaltar algumas como: Residências Unifamiliares, FIG 07 (a); Edifícios residenciais e comerciais, FIG. 07 (b); Hotéis, FIG 07 (c); Hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino, FIG 07 (d).

FIGURA 07 - Aplicações do *Light Steel Framing*.



Fonte: CONSTEEL.COM. BR; CONSTRUSECO.COM.BR; FUTURENG.PT; CONSTRUSECO.COM.BR;

A aplicação do referido sistema reduz consideravelmente o prazo da obra em 50% se comparado ao modelo convencional. Isso também influencia no valor da construção, que cai de 25% a 30%, pois permite que diversas etapas sejam executadas ao mesmo tempo e em lugares diferentes (VERZOLA, 2013).

“Outra característica essencial ao sistema é a diminuição do carregamento na fundação, possibilitando um barateamento desta etapa devido ao baixo peso da estrutura metálica” (SOUZA; MARTINS, 2009 *apud* CHEMIN; FELIPE; GOULART, 2013, p. 09).

¹¹ Disponível em: <<http://www.consteel.com.br/alto-padrao.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.

¹² Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/noticias.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.

¹³ Disponível em: <<http://www.futureng.pt/construcao-em-altura-hotel-suites>>. Acesso em: 14 set. 2015.

¹⁴ Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/noticias.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.

“Além de rápido, de ter custo reduzido, ter uma obra limpa, é possível observar que o sistema construtivo nada deixa a desejar na finalização da obra” (CHEMIN; FELIPE; GOULART, 2013 p. 09).

Dessa forma, na finalização da construção a estrutura nunca se apresenta aparente, 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 (SOUZA, 2009 *apud* CHEMIN; FELIPE; GOULART, 2013).

2.4 Tipos de perfis utilizados

Segundo NBR 6355 (ABNT, 2003) os perfis típicos para o uso em *Steel Framing* são compostos pelos perfis formados a frio, obtidos por perfilagem (FIG. 08) a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado.

As seções, espessuras usuais e propriedades geométricas de perfis para *Steel Framing* são definidas pelas normas NBR 15.253 (ABNT, 2005) – Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados e edificações: requisitos gerais e a NBR 6355 (ABNT, 2003) – Perfis estruturais de aço formados a frio: padronização.

FIGURA 08 - Fabricação por perfilagem.



Fonte: TREBILCOCK (1994) *apud* CRASTO (2005, p. 22).

As vantagens que os perfis laminados a frio oferecem, estão relacionadas à grande versatilidade do produto, desde sua fabricação até na sua construção e montagem. Na fabricação podem-se ter seções de formas bastante variadas e que são adaptadas a uma grande quantidade de aplicações. Em sua montagem, os perfis se apresentam extremamente leves, se comparados a outros perfis e de fácil manuseio, sendo até dispensado o uso de equipamentos de movimentação em obras de pequeno porte (FREITAS; CRASTO, 2006).

Para proteção do aço contra a corrosão atmosférica, o método mais barato e mais efetivo é a galvanização, dessa forma o aço está bem protegido até mesmo quando cortado ou riscado profundamente (CRASTO, 2005).

2.5 Métodos de construção

Segundo Waite *et al.* (2000 *apud* CRASTO, 2005) há essencialmente cinco métodos de construção utilizando o *Light Steel Framing*.

2.5.1 Método *Stick*¹⁵

Neste método de construção os perfis são cortados no canteiro da obra, e painéis, lajes, colunas e tesouras de telhados são montadas no local (FIG. 09). Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável (CRASTO, 2005).

As vantagens desse método construtivo segundo Crasto (2005) são:

- Não há a necessidade do 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 se comparado ao método por painéis.

¹⁵ *Stick*: haste.

FIGURA 09 - *Steel Framing* montado pelo método *Stick*.



Fonte: SCHARFF (1996) *apud* CRASTO (2005 p. 26).

2.5.2 Método por painéis

Painéis estruturais ou não estruturais, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado podem ser pré-fabricados fora do canteiro e montados no local (FIG. 10). Alguns materiais de acabamento podem também ser aplicados na fábrica para diminuir o tempo da construção (CRASTO, 2005). 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 10 - Painéis pré-fabricados em oficinas e levados a obra para montagem da estrutura.



Fonte: AEGIS METAL FRAMING (2005) *apud* CRASTO (2005, p. 27).

2.5.3 Construção modular

As construções modulares (FIG. 11) 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 11 - Unidades modulares empilhadas na forma da construção final.

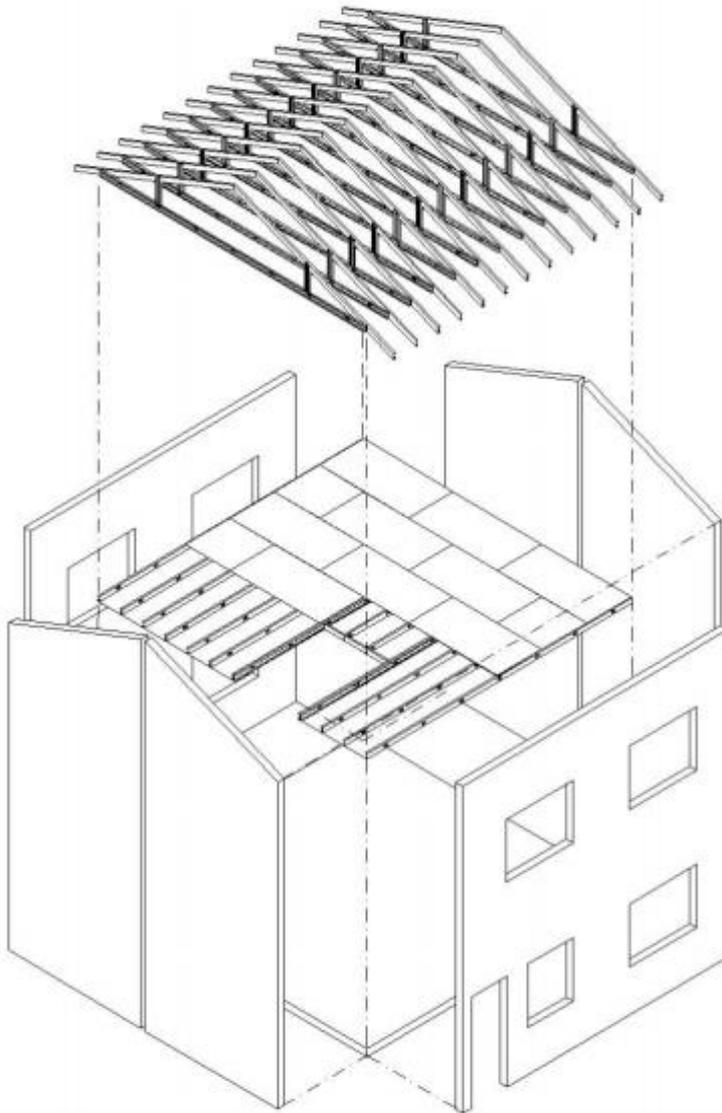


Fonte: STEEL CONSTRUCTION INSTITUTE (2004) *apud* CRAST (2005, p. 28).

2.5.4 *Balloon Framing*

Com 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. 12.

FIGURA 12 - *Balloon Framing*.

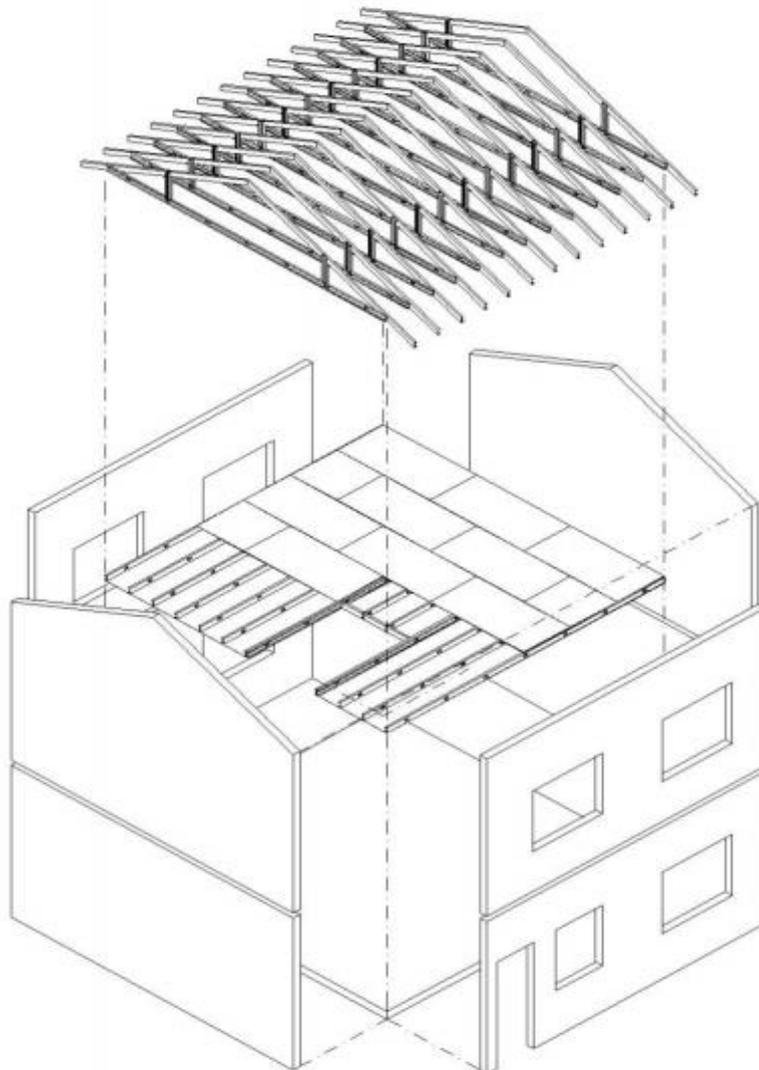


Fonte: GRUBB; LAWSON (1997) *apud* CRASTO (2005, p. 29).

2.5.5 Platform Framing

Assim como o *Balloon Framing*, a *Platform Framing*¹⁶ pode-se construir o método *Stick* ou o método por painéis. Segundo Crasto (2005 *apud* 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. 13. Trebilcock (1994 *apud* CRASTO, 2005) cita que este é um método bastante utilizado nas construções atuais.

FIGURA 12 - *Platform Framing*.



Fonte: GRUBB; LAWSON (1997) *apud* CRASTO (2005, p. 30).

¹⁶ *Platform Framing*: estrutura em plataforma.

2.6 Processo construtivo

2.6.1 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” (BEZERRA, 2013, p. 16).

Por ser muito leve, a estrutura de LSF exige bem menos da fundação do que outras construções. Segundo afirma Trebilcock (1994 *apud* CRASTO, 2005), um painel estrutural pesa apenas 20% de uma parede equivalente em blocos. Portanto, 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.

A seguir será destacada a fundação tipo *radier* que é mais utilizado para o LSF, afirma Crasto (2005), a fim de ilustrar a ancoragem dos painéis a fundação.

2.6.1.1 *Radier*

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, p. 163).

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).

FIGURA 13 – Fundação *radier*



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

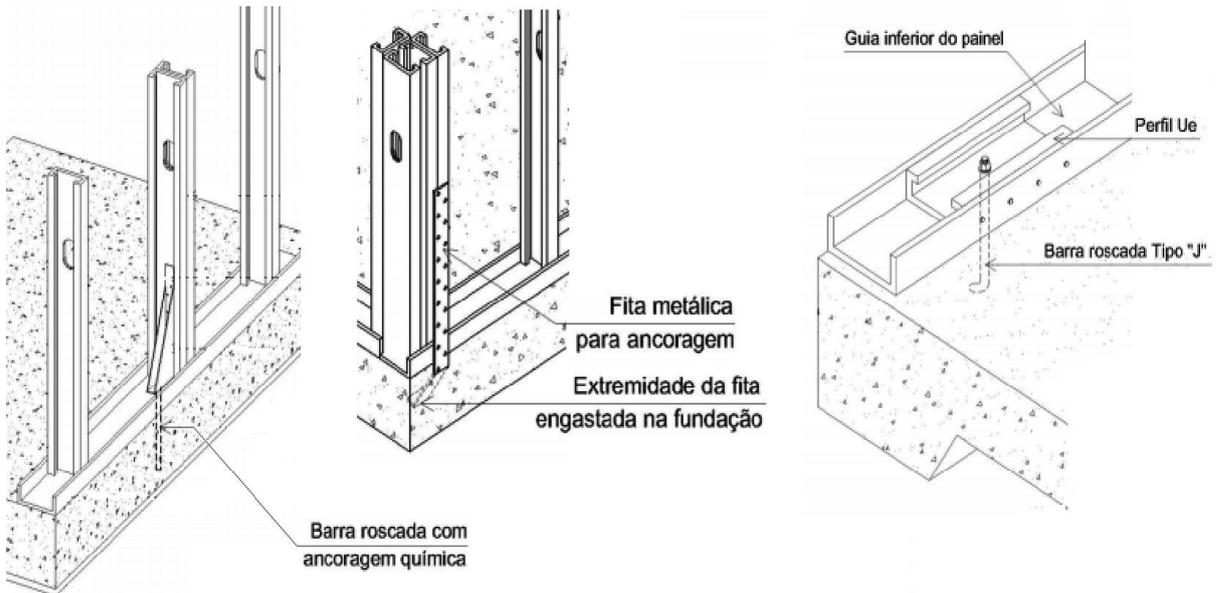
2.6.1.2 Ancoragem da estrutura na fundação

“Em estruturas de concreto armado, a armação dos pilares já nasce no bloco da fundação, através das esperas deixadas. Estas esperas fazem parte da estrutura dos pilares, onde a armação do pilar é amarrada nelas” (ALMEIDA JÚNIOR, 2014, p. 59).

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).

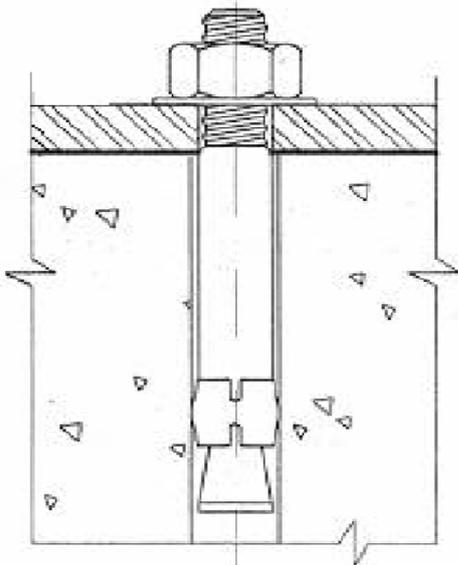
FIGURA 13 – Ancoragem química, por fita metálica e com barra roscada tipo "J".



Fonte: CRASTO (2005) *apud* ALMEIDA JÚNIOR (2014, p. 60).

“Também existe o método com chumbadores mecânicos. O *Parabolt* é um tipo destes chumbadores (FIG. 14). Ele é semelhante ao com ancoragem química, porém, o fator que o prende a laje é a pressão mecânica” (ALMEIDA JÚNIOR, 2014, p. 60).

FIGURA 14 – Chumbador mecânico tipo *Parabolt*.



Fonte: SISTEMA FIEC (2014) *apud* ALMEIDA JÚNIOR (2014, p. 60).

Durante a montagem, antes de ocorrer a ancoragem definitiva, os painéis são presos à fundação através de pinos ou parafusos. Isto serve para "manter o prumo dos painéis enquanto

são montados e conectados a outros painéis do pavimento e até que seja feita a ancoragem definitiva” (CRASTO, 2005, p. 39).

2.6.2 Painéis

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

Nem todos os painéis precisam ser estruturais. Os painéis são estruturais ou autoportantes quando compõem a estrutura, suportando as cargas da edificação. E são não estruturais quando funcionam apenas como vedação ou divisória, ou seja, sem ter função estrutural (CRASTO, 2005).

2.6.2.1 Painéis estruturais ou autoportantes

Os painéis estruturais estão sujeitos a cargas horizontais de vento ou de abalos sísmicos, assim como as cargas verticais praticadas por pisos, telhados e outros painéis. Essas cargas verticais são oriundas do peso próprio da estrutura, de componentes construtivos e da sobrecarga devido à utilização como pessoas, móveis, máquinas, águas pluviais. Portanto, a função dos painéis é absorver esses esforços e transmiti-los à fundação (CRASTO, 2005).

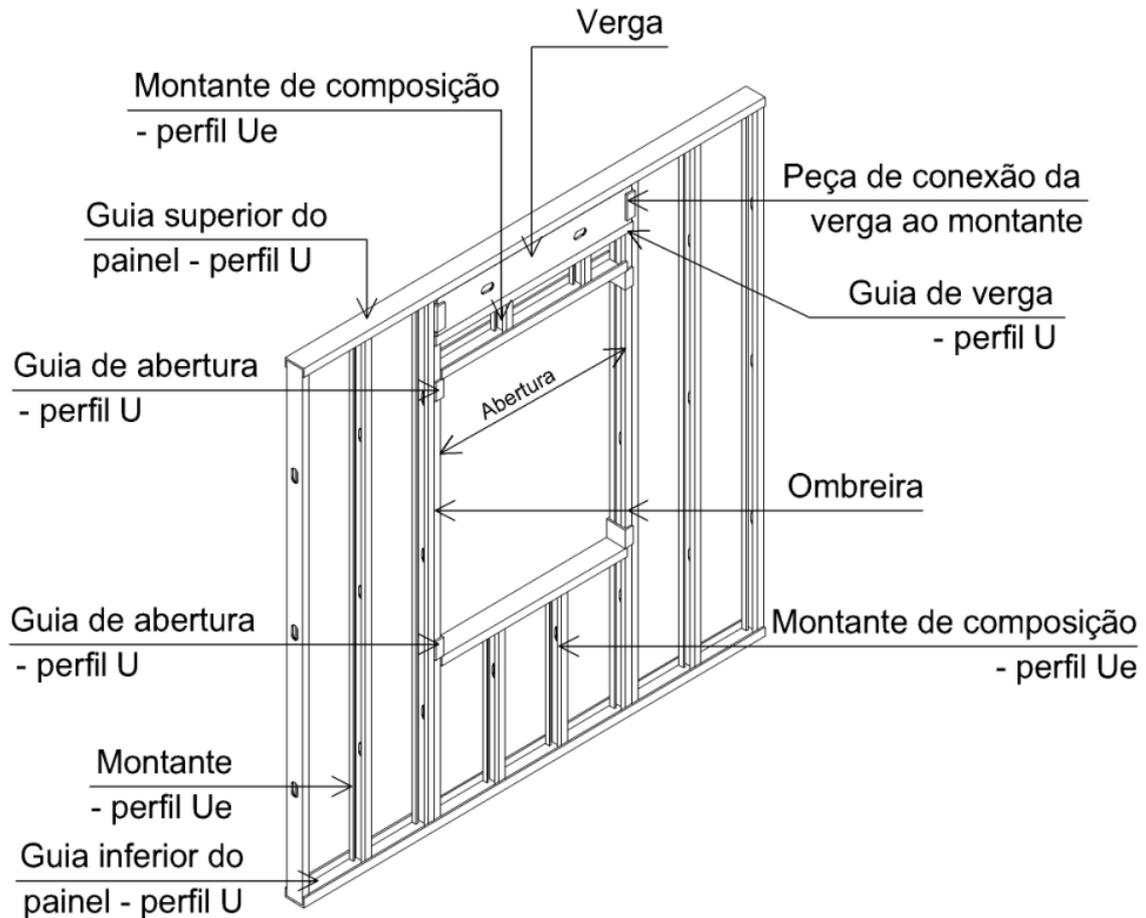
“Os painéis são compostos por determinada quantidade de elementos verticais de seção transversal tipo Ue^5 que são denominados montantes, e elementos horizontais de seção transversal tipo U^6 denominados guias” (CRASTO, 2005, p. 40).

Segundo Freitas; Crasto (2006) 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 (FIG. 15).

Ue^5 : Perfil com seção transversal tipo U enrijecido.

U^6 : Perfil com seção transversal tipo U.

FIGURA 15 – Desenho esquemático de painel estrutural com abertura.



Fonte: CRASTO (2005, p. 67).

2.6.2.2 Painéis não estruturais

Segundo Freitas; Castro (2006), os painéis não estruturais não suportam o carregamento da estrutura, mas apenas o peso próprio dos seus componentes, podendo servir como fechamento externo ou como divisória interna.

“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; CASTRO, 2006, p. 47).

2.6.3 Lajes e Coberturas

Outra etapa é a execução das lajes ou coberturas, onde 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 Campus (2007 *apud* BEZERRA 2013), 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 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 (FIG. 15).

FIGURA 15 – Laje seca / laje úmida.



Fonte: CRASTO (2005, p. 78).

2.7 Tipos de painéis para fechamento

Para um fechamento externo, devem ser levadas em conta as intempéries, a fim de que não prejudique o material escolhido, como componente externo usam 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).

Terni, Santiago e Pianheri (2008), dividem o sistema de fechamento vertical em três partes:

- Fechamentos externos: delimitam as áreas molháveis por chuva;
- Isolantes térmicos e acústicos: são colocados entre as placas e os montantes;
- Fechamentos internos: são instalados nas áreas secas ou úmidas internas.

2.7.1 Fechamento externo

2.7.1.1 Placas OSB

O OSB (FIG. 16) 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 (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

“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).

FIGURA 16 – Instalação do OSB.



Fonte: A autora.

2.7.1.2 Membrana hidrófuga

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 (FIG. 17). Essa

membrana tem microporos que trabalham de forma diferente para dentro e para fora, por isso tem o lado certo de aplicação, ela não deixa a umidade entrar, mas deixa sair. A membrana é aparafusada entre a chapa de OSB e a placa cimentícia (TAMAKI, 2015).

FIGURA 17 – Instalação da membrana hidrófuga.



Fonte: A autora.

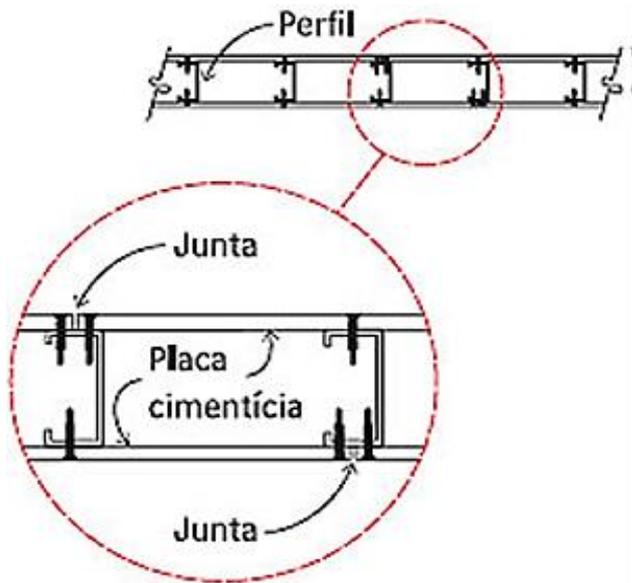
2.7.1.3 Placas cimentícias

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 (JUNIOR, 2004 *apud* DOMARASCKI; FAGIANI, 2009).

As placas cimentícias 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).

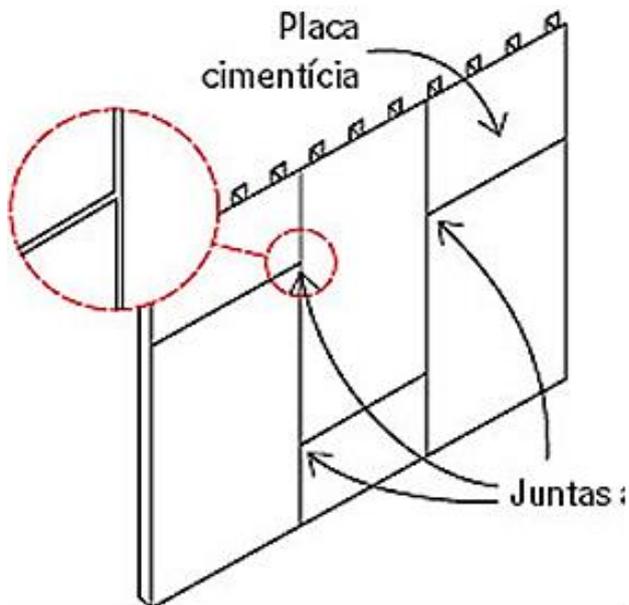
Para o uso destas placas, Terni; Santiago; Pianheri (2008), fazem algumas recomendações, como: armazenar em locais secos, evitar que as juntas internas coincidam com as juntas externas (FIG 18), evitar a ocorrência de quatro vértices no mesmo ponto nas juntas verticais das chapas (FIG. 19).

FIGURA 18 – Ampliação das juntas internas e externas que não devem ser coincidentes.



Fonte: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI (2008, p. 78).

FIGURA 19 – Encontro das placas cimentícias.



Fonte: TERNI; SANTIAGO; PIANHERI (2008, p. 78).

2.7.2 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 – Isolamento termo acústico.



Fonte: COELHO (2014) *apud* ALMEIDA JÚNIOR (2014, p. 74).

2.7.3 Fechamento interno

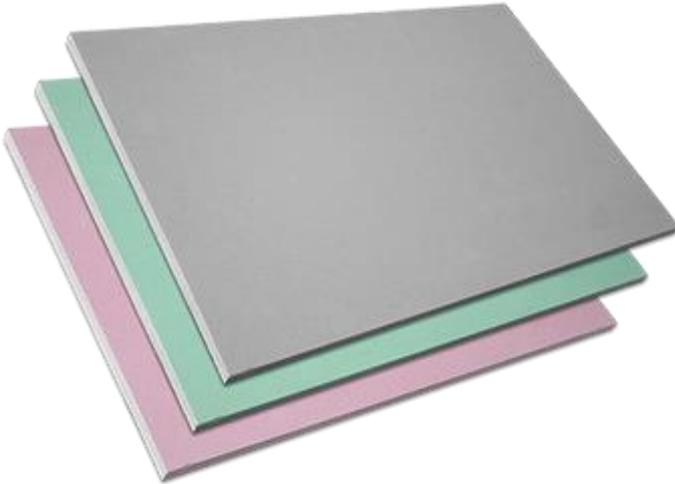
O OSB utilizado no fechamento externo pode ser utilizado para os fechamentos internos, e agora também as placas de gesso acartonado (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

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 – Placas de gesso acartonado.



Fonte: BATTISTELLA (2011 p. 73).

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).

Sobre as placas gesso podem ser aplicados revestimentos usuais como cerâmica, pintura e textura entre outros usualmente aplicados na construção civil convencional (CAMPOS, 2012 *apud* OLIVEIRA, 2013).

2.8 Instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas.

As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias, para edificações com sistema construtivo *Steel Frame* 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 Frame*, desde que devidamente considerados no dimensionamento estrutural (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

FIGURA 22 – Perfis furados com eletrodutos passados.



Fonte: VIVAN (2011) *apud* BEZERRA (2013 p. 26).

2.9 Tratamento de juntas e revestimento

Segundo Almeida Júnior (2014), é necessário realizar o tratamento das juntas das placas cimentícias. Este tratamento é feito com fita de fibra de vidro e com massa pré-fabricada que enrijece e sela a região das juntas. O autor descreve que o processo de tratamento das juntas é feito com a aplicação de uma camada de massa FIG. 23 (a), seguida da colocação da fita FIG. 23 (b) e posteriormente mais uma demão da massa FIG. 23 (c).

FIGURA 23 – Tratamento de juntas.



(a)



(b)



(c)

Fonte: A autora.

Após esse tratamento de juntas, obtém-se o revestimento de toda a superfície com a tela e a massa pré-fabricada. O processo de aplicação é simples e funcionários de obras tradicionais facilmente o realizam (ALMEIDA JÚNIOR, 2014).

O processo é feito colocando a tela e a massa pré-fabricada logo em seguida, conforme FIG 24 (a) e (b), e para finalizar, mais uma demão de massa para cobrir definitivamente a tela.

“O acabamento final se assemelha a um reboco, porém, menos poroso e melhor colado à superfície” (ALMEIDA JÚNIOR, 2014, p. 104).

FIGURA 24 – Revestimento externo.



Fonte: A autora.

Nas placas de gesso acartonado também se realiza o tratamento das juntas entre as placas. As juntas devem ser niveladas às chapas de gesso e não devem conter imperfeições, para que os painéis apresentem um aspecto monolítico. As massas para rejuntamento são específicas e devem estar associadas a fitas especiais para melhorar o desempenho do acabamento (CRASTO, 2005).

2.10 Análise comparativa ressaltando vantagens e desvantagens

O processo convencional caracteriza-se por envolver um longo processo de execução, pois emprega longo tempo para execução da obra, utilizando-se de mão de obra praticamente artesanal. Pela baixa qualificação da mão de obra nesse processo, o planejamento e controle de materiais e estruturas ficam dificultados, podendo gerar o comprometimento da qualidade da obra (PETERSEN, 2012).

O *Steel Framing*, embora requeira mão de obra qualificada, permite a padronização da construção com a execução em série de edificações, que não necessariamente precisam ser efetuadas no local da obra, permitindo que todas as etapas da construção sejam executadas com maior agilidade. O sistema de padronização de sua montagem permite manter a qualidade do produto final, reduzindo custos, otimizando a mão de obra e os materiais a serem usados (CASTRO, 2005).

Segundo Petersen (2012), as casas que tiveram sua execução pelo sistema *Light Steel Framing* apresentam alto índice de resistência mecânica, térmica, acústica, tornando-se adaptáveis a qualquer tipo de clima, não apresentando problemas relacionados à umidade, bem como fissuras ou trincas nas paredes. Este bom desempenho se deve a alta capacidade de

absorção sonora das placas de gesso acartonado, as placas OSB e o isolante termo acústico de lã de vidro ou lã de pet.

As chamadas patologias de construção que normalmente ocorrem nas estruturas de alvenaria convencional tais como: “fissuras, recalque diferencial de fundação, mapeamento do revestimento, entre outros, que na maioria das vezes, acontecem devido ao grande peso ou à má execução da estrutura são pouco observadas no método construtivo do LSF” (PETERSEN, 2012, p. 28).

O custo de manutenção da pós-ocupação do sistema LSF apresentado é praticamente inexistente. Em razão de sua flexibilidade dificilmente apresenta patologias, mas se surgirem o seu concerto é possível sem comprometimento substancial da estrutura da obra (PETERSEN, 2012).

Dessa forma, o sistema em estudo tem a vantagem em relação à alvenaria, da possibilidade do reparo em tubulações hidráulicas e elétricas, de forma simples, fácil e rápida, sem gerar grandes resíduos. Basta remover um pedaço da placa de gesso acartonado na região afetada e realizar o trabalho de reparo na mesma, recolocando-se o pedaço da placa de gesso acartonado e se refazendo o seu acabamento (TERNI, 2009 *apud* PETERSEN, 2012).

Outras grandes vantagens no método são a sua versatilidade que se adapta a qualquer tipo de projeto desde os mais simples até os mais ousados, admitindo todo o tipo de acabamento tanto externo quanto interno e a mão de obra ser mais rápida e não depender de intempéries como a chuva (RODRIGUES, 2006).

De acordo com Petersen (2012), a estrutura pode ser executada em um local separado e montada posteriormente na obra. Outra vantagem é que este sistema acaba de certa forma gerando uma construção sustentável, pois gera pouca quantidade de entulho, necessita muito pouco de recursos naturais como barro, areia, entre outros, sendo por isso chamada de construção a seco.

O grande problema encontrado pelo sistema no Brasil é a aceitação do mercado consumidor, que de certa forma ainda duvida da resistência da estrutura, pois segundo Petersen (2012), muitos têm como costume bater na parede com a mão para ver se a estrutura é realmente rígida e a mesma apresenta um pequeno ruído de parede oca na parte interna, mas não se dão por conta que este método construtivo é o futuro da construção civil.

Outro argumento que é bastante comum entre os consumidores é a questão do peso da estrutura pelo fato de utilizar materiais leves em relação ao peso do concreto que faz com que muitos duvidem da capacidade da resistência deste tipo de construção, “porém não se dão por conta que a resistência é assegurada pelo aço galvanizado” (PETERSEN, 2012, p. 31).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou as vantagens e desvantagens do método de construção em *Light Steel Framing*, analisando desde os materiais utilizados no processo construtivo e suas especificidades, fornecendo um breve esclarecimento em relação à execução construtiva e seus detalhes, os quais são cruciais para uma obra econômica, segura e rápida.

O Brasil apresenta um campo muito promissor para o desenvolvimento de tecnologias como o LSF: o grande déficit habitacional, a produção de aço no país que é uma das maiores do mundo e uma infraestrutura pronta para o desenvolvimento do sistema. Porém, no país a tecnologia se encontra em um estágio inicial de desenvolvimento. Dessa forma, ainda carece de adequações para a melhoria de seu desempenho e para a aceitação dos usuários.

Atualmente, a preocupação com impacto ambiental e utilização sustentável de recursos faz do aço e do método LSF uma opção promissora em função da economia energética, do menor consumo de matérias-primas e da diminuição na geração de detritos, assim a montagem da estrutura deste sistema se encaixa perfeitamente no conceito de construção seca e industrializada, pois não há utilização de concreto.

O sistema construtivo LSF pode ser considerado uma ponte para o desenvolvimento tecnológico da construção civil, mas também, tem-se a convicção que uma de suas maiores contribuições seja construir com qualidade, sem desperdício e com preocupação ambiental.

Assim, esse método construtivo por ser seguro, executado de forma rápida e simples, continuará sendo aprimorado e evoluído para que continue atendendo às demandas atuais e futuras da construção civil.

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, 2005.
- _____. **NBR 6355**. Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização. Rio de Janeiro, 2003.
- 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.
- BEVILAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas aporticado e *Light steel framing***. 2005. 225 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da 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.
- 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 elétricas e o projeto de arquitetura**. 2.ed.rev.atual. São Paulo: Blucher, 2010. 220 p.
- CHEMIN, A. L.; FELIPE, W. R.; GOULART, J. C. Aplicação do sistema *construtivo steel frame*. **Revista Technoeng**, Campos Gerais, p. 1-15, jan. / jul. 2013.
- COELHO, A. S. R. ***Light steel frame***: Recomendações de projeto, processo construtivo e detalhes orçamentários. 2014. 86 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2014.
- CONSTEEL. **Casas de alto padrão**. Disponível em: <<http://www.consteel.com.br/alto-padroao.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.
- CONSTRUSECO. **Residencial Iturama**. Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/noticias.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.
- _____. **Unidade municipal de educação infantil**. Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/noticias.html>>. Acesso em: 14 set. 2015.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *Light steel framing***. 2005. 231 f. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas da 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.

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.

FUTURENG. **Construções em altura: Hotel Embassy Suites**. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/construcao-em-altura-hotel-embassy-suites>>. Acesso em: 14 set. 2015.

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

LOPES, C. R. *et al.* **Tecnologia de edificações III: *Steel Framing***. 2008. 61 f. Trabalho de Diplomação - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MAGALHÃES, R. F. **Edificações em *light steel frame* isoladas externamente com EIFS: avaliação de desempenho térmico pela NBR 15.575/2013**. 2013. 92 f. Trabalho de Diplomação - Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

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.

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 - **Téchne**, São Paulo, 140, p. 75-80, nov. 2008.

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-10-maiores-produtores-de-aco-do-mundo>>. Acesso em: 14 set. 2015.

TAMAKI, L. Componentes leves. **PINI - Téchne**, São Paulo, 222 p. 22-25, set. 2015.

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

_____. *Steel framing* - estrutura. **PINI - Técnica**, São Paulo, 137, p. 84-88, ago. 2008.

_____. *Steel framing* - fechamento. **PINI - Técnica**, São Paulo, 139, p. 77-80, out. 2008.

_____. *Steel framing* - fundações. **PINI - Técnica**, São Paulo, 135, p. 77-80, jun. 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.

VERZOLA, A. L. Velocidade: steel frame reduz o custo da obra em 50%. **Odiario.com**, Maringá, ago. 2013. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/imoveis/2013/08/steel-frame-reduz-tempo-da-obra-em-50/762233/>>. Acesso em: 14 set. 2015.