



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

NATAN CIRINO DE PAIVA

SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

UBÁ – MG

2017

NATAN CIRINO DE PAIVA

SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

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.

Orientadora: Dr.^a Érika Maria Carvalho
Silva Gravina

UBÁ – MG

2017

Resumo

Dos sistemas construtivos utilizados na atualidade, tem-se observado o aumento gradativo na escolha do sistema *Light Steel Frame* como principal alternativa aos métodos tradicionais utilizados no Brasil. O *Light Steel Frame* é um sistema construtivo industrializado também conhecido como “Estruturas em Aço Leve” ou “construção a seco”, que utiliza como principal elemento estrutural os perfis de aço galvanizado a frio. Diante de tantos avanços tecnológicos a construção civil tem mantido uma busca constante por soluções inovadoras sustentáveis, que sejam eficientes, proporcionando redução nos desperdícios e um aumento na produtividade para atender o crescente desenvolvimento populacional. Este trabalho de conclusão de curso tem por objetivo apresentar as informações necessárias para a execução do sistema LSF com o propósito de racionalizar seu processo construtivo e informar suas principais vantagens e desvantagens. Esse método surge como uma importante opção no mercado da construção civil, apresentando pontos importantes para uma construção sustentável, como a diminuição de resíduos e significativa redução no tempo de execução, tornando-se economicamente viável.

Palavras-chave: Estruturas em aço leve. Construção a seco. Sistemas construtivos.

Abstract

From the construction systems used today, the gradual increase in the choice of the Light Steel Frame system as a main alternative to the traditional methods used in Brazil has been observed. The Light Steel Frame is an industrialized constructional system also known as "Light Steel Structures" or "dry construction", which uses as its main structural element the profiles of cold galvanized steel. Faced with so many technological advances, civil construction has maintained a constant search for innovative, sustainable solutions that are efficient, reducing waste and increasing productivity to meet growing population growth. This course completion work aims to present the necessary information for the execution of the LSF system with the purpose of rationalizing its constructive process and informing its main advantages and disadvantages. This method appears as an important option in the construction market, presenting important points for a sustainable construction, such as the reduction of waste and a significant reduction in the execution time, making it economically viable.

Keywords: Light Steel Structures. Dry construction. Constructive Systems.

1 INTRODUÇÃO

Dos sistemas construtivos utilizados na atualidade, tem-se observado o aumento gradativo na escolha do sistema *Light Steel Frame* como principal alternativa aos métodos tradicionais utilizados no Brasil. De acordo com Milan, Novelo e Reis (2011 *apud* FREITAS e CRASTO, 2006), o *Light Steel Frame* é um sistema construtivo caracterizado por uma estrutura constituída por perfis de aço que são utilizados para a composição de painéis de vedação.

O sistema *Light Steel Frame* (LSF), conhecido no Brasil também como *Light Steel Framing*, *Steel Frame* ou construção a seco, desembarcou em território nacional há cerca de dez anos, adotando o modelo já consagrado utilizado nos Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e Japão, segundo Chemin, Felipe e Goulart (2013). Sendo um sistema construtivo rápido e descomplicado, rapidamente o *Light Steel Frame* revolucionou o conceito de construção e se tornou um exemplo de inovação e sustentabilidade para o futuro da construção civil no Brasil. Sendo grande aliado à necessidade rápida na execução de obras, o sistema pode também ser considerado economicamente viável quanto ao custo de mão de obra.

Segundo o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA, 2014), 61% das empresas que produzem LSF e paredes acortoadas de gesso, também conhecidas como *Drywall*, estão concentradas na região Sudeste do país, revelando importantes avanços na utilização do LSF.

Além disso, destaca-se a publicação de manuais técnicos pela CBCA com detalhes construtivos do sistema visando orientar arquitetos, engenheiros e demais profissionais da área para a concepção de projetos de edificações e a normatização de alguns dos principais componentes do sistema.

Sendo assim, esse trabalho de conclusão de curso tem por objetivo apresentar as informações necessárias para a execução do sistema LSF com o propósito de racionalizar seu processo construtivo e suas principais vantagens e desvantagens.

A escolha do tema envolve não somente a apresentação dos benefícios gerados na escolha deste sistema construtivo, mas também a conscientização para a redução do desperdício de materiais e a execução de edificações dotadas de um sistema construtivo sustentável, difundindo o tema e fomentando sua escolha como uma alternativa viável nos processos decisórios dos profissionais da construção civil.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Breve histórico

Considerada uma tecnologia nova no Brasil, a origem do *Steel Frame* ou *Light Steel Framing* (LSF) remonta ao início do século XIX nos Estados Unidos, de acordo com o *website* Tuti¹. Inspirado na elaboração de habitações em madeira pelos colonizadores ingleses no território americano naquela época, o princípio dos *frames* (traduzido livremente para quadros), foi uma inovação consideravelmente eficiente, oferecendo uma execução mais rápida e produtiva, apresentando-se como um método necessário para um país cujo o crescimento populacional aumentava significativamente e se tornando o sistema construtivo mais utilizado no país devido a sua eficácia (FIG. 1).

Figura 1 – Construção em *frames* de madeira



Fonte: Tuti, 2017².

¹ www.tuti.arq.br

² *Idem, ibidem.*

2.2 Características do sistema

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o LSF é um sistema construtivo de concepção racional, tendo como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio de pequena espessura, utilizados para a composição de pórticos, vigas de piso, estruturas de treliças e outros componentes (FIG. 2).

Figura 2 – Perfis de aço galvanizado compondo o LSF

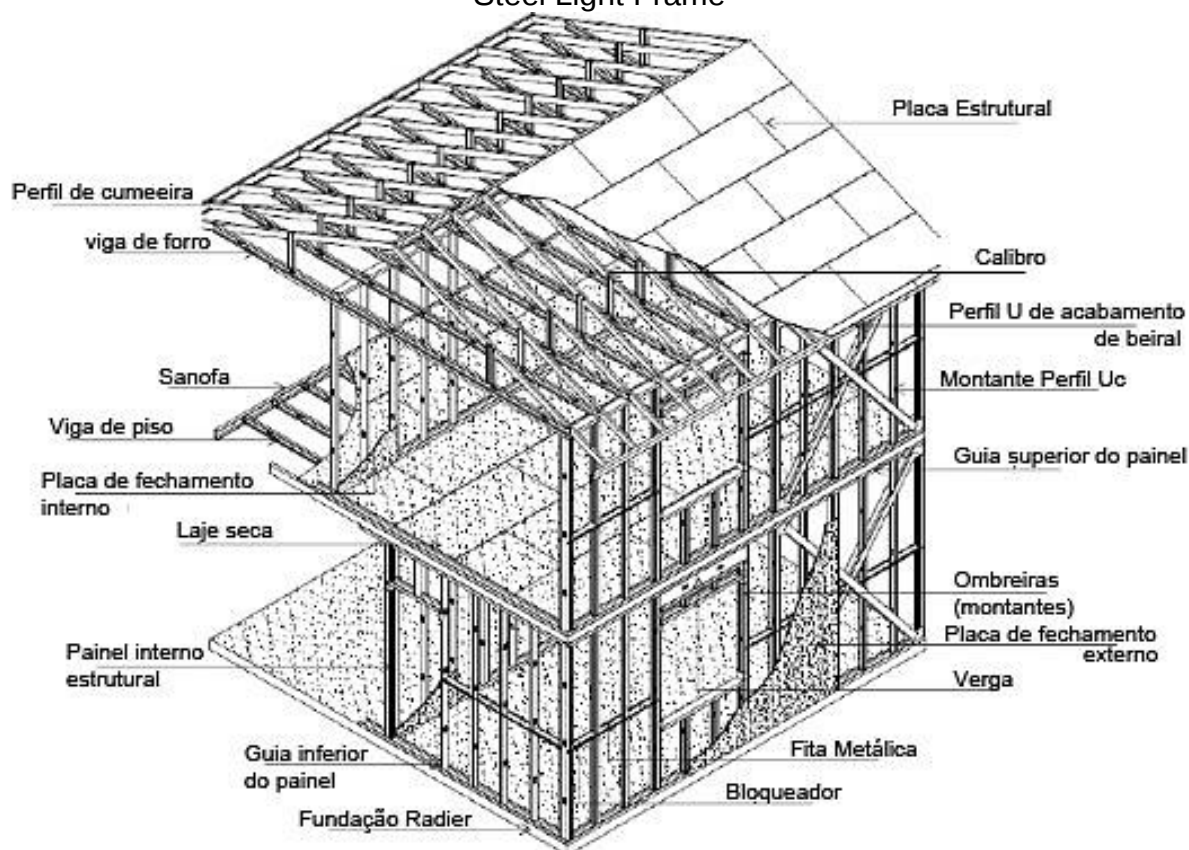


Fonte: Globalplac, 2017³.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o LSF é caracterizado por ser um sistema altamente industrializado que possibilita construções a seco com grande rapidez de execução, compostas por vários componentes e subsistemas, como fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, além das instalações elétricas e hidráulicas. Esses subsistemas se integram à estrutura do LSF, que é composta por painéis estruturais ou autoportantes, responsáveis pela integridade da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura. A edificação elevada em LSF apresenta diversos componentes (FIG. 3).

³ www.globalplac.com.br.

Figura 3 – Corte esquemático de uma edificação elevada no sistema construtivo Steel Light Frame



Fonte: Metálica, 2017⁴.

2.2.1 Tipos de perfis utilizados

No sistema LSF, a estrutura, de acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), é constituída de perfis leves de aço galvanizado formados a frio, chamados de montantes, e guias que formam os painéis autoportantes das paredes e a estrutura do telhado. Estes perfis são obtidos a partir da perfilagem de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco através do processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado.

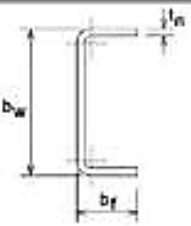
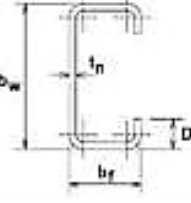
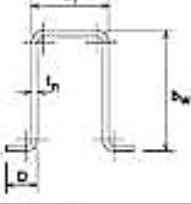
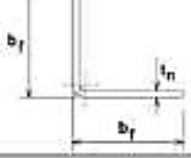
Geralmente nas construções em *Light Steel Frame* os perfis mais usuais são as seções em formato em “C” ou “Ue” enrijecido para montantes e vigas; “U”, utilizado como guia na base e no topo dos painéis; o “Cr”, também conhecido como cartola, empregado em ripas, além das cantoneiras (FIG. 4). A conformação geométrica dos perfis estruturais é definida pela NBR 6355 (ABNT, 2012).

⁴ www.metalica.com.br

A resistência do perfil de aço depende da espessura da chapa, que varia de 0,80 até 3,0 mm conforme NBR 15253 (ABNT, 2014). Além da espessura, a resistência do perfil depende da dimensão, forma e limite de elasticidade do aço. A norma NBR 6673 (ABNT, 1981) estabelece que o limite de escoamento dos perfis de aço zincado não deve ser inferior a 230 MPa.

O perfil U (guia) é constituído pela alma e mesa, comumente chamados de flange ou aba, não possuindo a borda. O perfil “Ue” é constituído pela alma, mesa e borda. A conformação geométrica destas peças permite o encaixe do montante na guia e formação dos painéis. Os perfis tipo cartola são utilizados geralmente como ripas, presentes em toda a estrutura do sistema, principalmente nos telhados. Santiago, Freitas e Crasto (2012, p.22) esclarece que “as guias não devem transmitir nem absorver os esforços, sendo isto feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura”. As normas NBR 7013 (ABNT, 2003) e NBR 7008 (ABNT, 2012) estabelecem as especificações do material utilizado no sistema.

Figura 4 – Perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Frame e suas aplicações

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U \ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue \ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr \ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L \ b_{t1} \times b_{t2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: ABNT NBR 15253, 2014, p. 15.

2.2.2 Métodos de construção utilizados pelo Sistema Steel Light Frame

Atualmente existem três métodos de construção utilizando o sistema LSF. De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), são eles:

2.2.2.1 Método Stick

No método *Stick*, os perfis são cortados no canteiro de obras e os painéis, lajes, colunas e treliças de telhados são montados no local, como ilustra a FIG. 5. Os perfis podem vir perfurados para a passagem das instalações elétricas e hidráulicas, enquanto os demais subsistemas são instalados posteriormente à montagem da estrutura. Essa técnica pode ser utilizada em locais onde a pré-fabricação não é viável, apresentando vantagens como a facilidade de transporte dos perfis até o canteiro de obras e fácil execução das ligações entre os elementos.

Figura 5 – Perfis de aço galvanizado cortados para composição do método *Stick*



Fonte: Steel Frame do Brasil, 2017⁵.

⁵ www.steelframe.eng.br.

O método *Stick* ainda pode ser subdividido em *Platform* e *Balloon*, de acordo com Pedroso *et al.*, (2014). Na construção *Stick Balloon*, que também pode ser considerada como um método construtivo modular, a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e os painéis geralmente são muito grandes e vão além de um pavimento. Já no método *Stick Platform*, pisos e painéis são construídos sequencialmente, um pavimento de cada vez, e os painéis não compõem uma estrutura contínua. As vigas de piso são apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos montantes, dando origem ao conceito de estrutura alinhada, ou *in-line framing*.

2.2.2.2 Método por painéis

No método por painéis, toda a estrutura de aço pode chegar ao canteiro de obras já pré-fabricada em outro local, pronta para montagem *in loco*, como ilustra a FIG. 6. As vantagens são a velocidade de montagem, o alto controle de qualidade na produção dos sistemas, a redução do trabalho na obra e o aumento da precisão dimensional devido às condições mais propícias de montagem dos sistemas na fábrica.

Figura 6 – Montagem pelo método por painéis



Fonte: Pinterest, 2017⁶.

⁶ <https://br.pinterest.com/>

2.2.2.3 Método de construção modular

O método de construção modular é constituído por unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos já realizados, como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outros (FIG.7).

Figura 7 – Método de construção modular



Fonte: Congresso Steel Frame, 2017⁷.

2.3 Aplicações

Na atualidade, o sistema *Light Steel Frame* vem sendo muito utilizado em edifícios comerciais e residenciais, obras do governo, residências unifamiliares, hospitais, institutos de ensino, dentre muitas outras aplicações, como ilustram as FIG. 8 a 12. O sistema tem sido visto como uma boa opção construtiva, tanto por engenheiros quanto por arquitetos, principalmente por sua flexibilidade nos projetos arquitetônicos.

⁷ <http://www.congressosteelframe.com.br>

Figura 8 - Aplicação do sistema LSF em edificação comercial.



Fonte: Construtora Goulart, 2015⁸.

Figura 9 - Aplicação do sistema LSF em edificação residencial multifamiliar



Fonte: Metálica, 2017⁹.

⁸ <https://gclda.pt>

⁹ www.metalica.com.br

Figura 10 - Aplicação do sistema LSF em residência unifamiliar



Fonte: Clique Arquitetura, 2017¹⁰.

Figura 11 - Aplicação do sistema LSF em edificações públicas



Fonte: Guia Muriaé, 2017¹¹.

¹⁰ www.cliquearquitetura.com.br

¹¹ <http://www.guiamuriae.com.br>

FIGURA 12 - Aplicação do sistema LSF em instituições de ensino



Fonte: Globalplac, 2017¹².

A aplicação do LSF reduz consideravelmente o custo e o tempo de fabricação da estrutura, pois permite que diversas etapas sejam executadas ao mesmo tempo e em lugares diferentes. A racionalização, industrialização e rapidez de execução são características vantajosas do sistema *Light Steel Framing*, porém só são possíveis quando há um planejamento integral da obra, utilizando subsistemas corretamente inter-relacionados e mão de obra especializada, segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012).

2.4 Processo construtivo em *Light Steel Frame*

2.4.1 Fundação

Como o sistema *Light Steel Frame* possui estrutura e componentes de fechamento muito leves quando comparado aos demais métodos construtivos, não há uma exigência de fundações muito profundas, devido às baixas cargas atuantes. No entanto, segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), como a estrutura distribui a carga

¹² www.globalplac.com.br

linearmente ao longo dos painéis, o radier e a sapata corrida são as melhores opções para o sistema *Light Steel Frame*.

Sendo o mais utilizado, o radier funciona como uma laje contínua de concreto invertida, que absorve todas as cargas e as distribui sobre o solo uniformemente, como demonstra a FIG. 13. Durante a execução do radier deve-se apresentar condições para evitar a umidade do solo e a infiltração de água na construção, além de possibilitar o escoamento da água de calçadas, garagens e terraços através de uma inclinação considerável. Durante o processo de construção do radier as instalações hidráulicas, hidro-sanitárias e até mesmo a elétrica, se necessário, já devem estar em seus respectivos locais de utilização, pelo fato de o radier não permitir cortes no concreto, em seu estado endurecido.

Figura 13 – Fundação em radier para edificação em SLF



Fonte: Blogspot, 2017¹³.

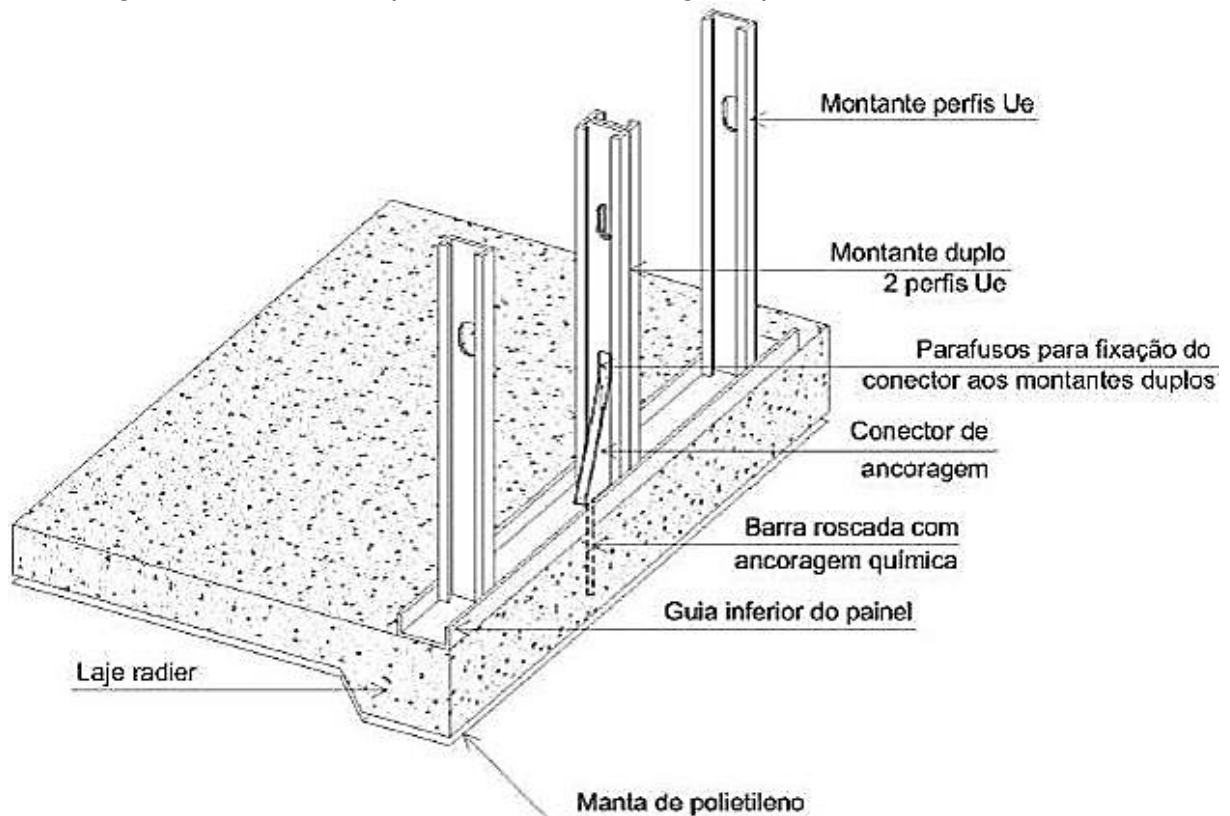
A ancoragem da estrutura em LSF na fundação, de acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 27), “deve ser executada de forma a assegurar a transferência de todos os esforços da estrutura para a fundação, além de evitar os movimentos de translação e tombamento da estrutura devido à pressão do vento”. Na ancoragem, os tipos mais utilizados de ancoragem são a ancoragem química com barra rosca, a ancoragem com fita metálica e ancoragem com barra rosca tipo "J", descritas a seguir:

- a) Ancoragem química com barra rosca: Sendo um tipo de ancoragem colocada logo após a concretagem da fundação, é constituída de uma barra rosca com arruela e porca, fixada no concreto por meio de perfuração e preenchida com

¹³ www.blogspot.com

uma resina química à base de epóxi formando uma interface resistente com o concreto (FIG. 14). A fixação à estrutura se dá por meio de uma peça em aço que é conectada à barra roscada e à guia e aparafusada ao montante geralmente duplo (FREITAS; CRASTO, 2006).

Figura 14 – Corte esquemático da ancoragem química com barra roscada

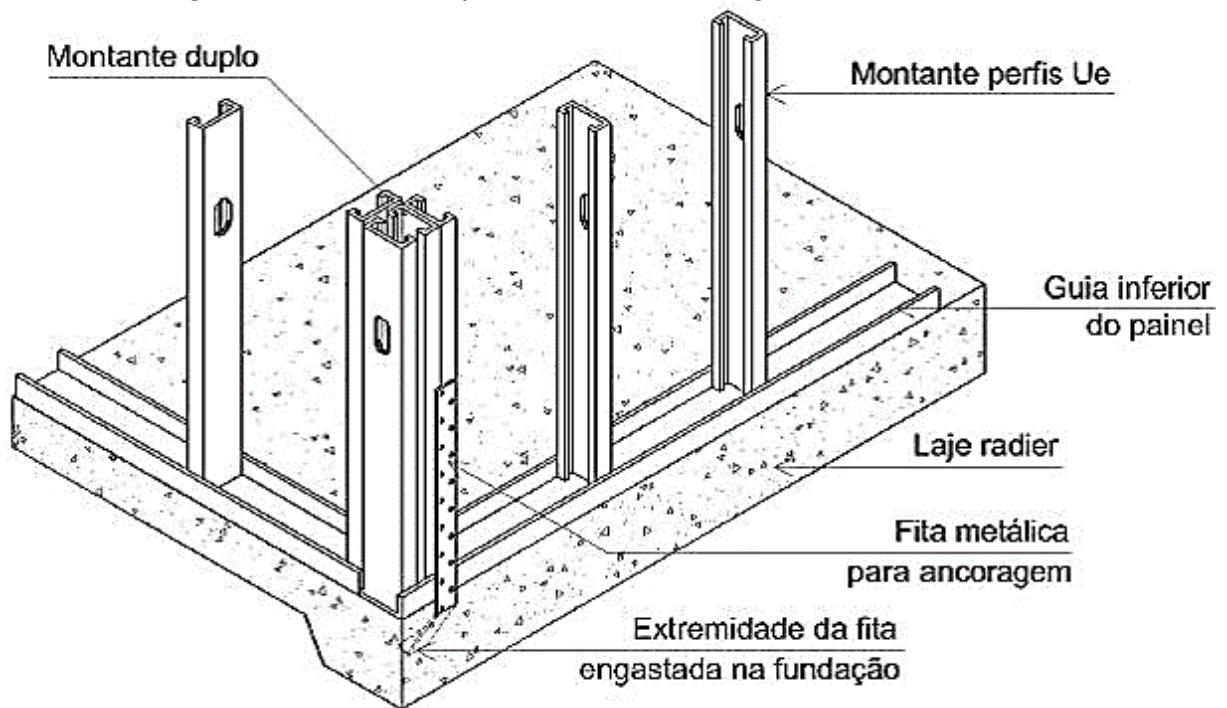


Fonte: Santiago, Freitas e Crasto, 2012, p. 28.

b) Ancoragem com fita metálica:

Diferentemente da ancoragem química com barra roscada, essa ancoragem é afixada antes da concretagem. As fitas metálicas são peças de aço, com uma extremidade engastada na fundação e a outra extremidade aparafusada nos montantes da estrutura, como ilustra a FIG. 15 (FREITAS; CRASTO, 2006).

Figura 15 – Corte esquemático da ancoragem com fita metálica

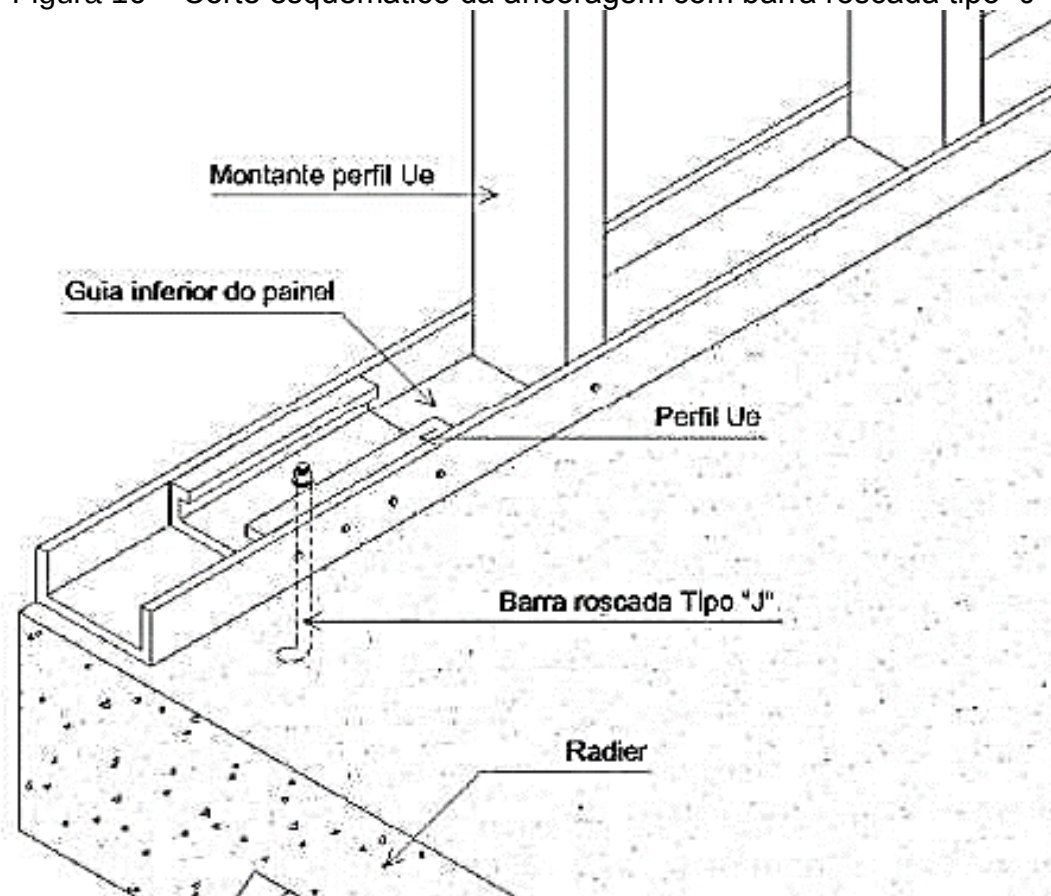


Fonte: Freitas e Crasto, 2006, p.30.

c) Ancoragem com barra rosca tipo “J”

Este tipo de ancoragem é posicionado antes da concretagem. Consiste em uma barra rosca e curvada, engastada na fundação. A parte curva é colocada no interior da fundação e a parte reta serve para ser fixada à guia ou ao montante, conforme ilustra a FIG. 16. Não é uma ancoragem muito recomendada, devido à dificuldade de locação da barra rosca (FREITAS; CRASTO, 2006).

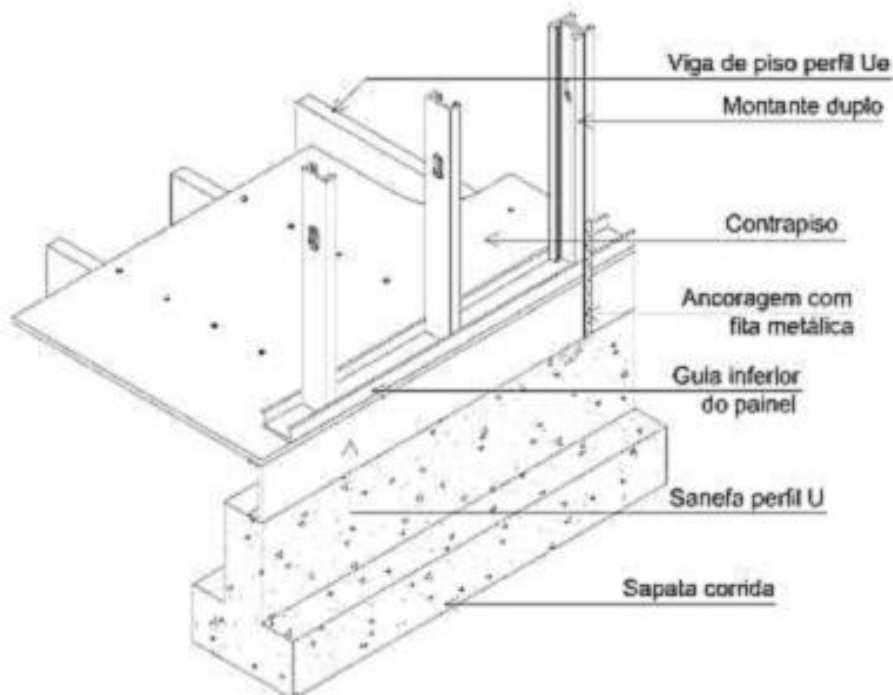
Figura 16 – Corte esquemático da ancoragem com barra roscada tipo “J”



Fonte: Freitas e Crasto, 2006, p. 32.

A sapata corrida, também considerada uma fundação rasa, é constituída por vigas que absorvem as cargas das paredes e as distribuem linearmente sobre o solo. Quando utilizadas, existe a necessidade do preparo de uma plataforma de piso, ilustrada pela FIG. 17.

Figura 17 – Preparação de plataforma de piso para construção em LSF sobre sapata corrida



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto, 2012, p. 27.

2.4.2 Paredes

As paredes, também chamadas de painéis estruturais, chegam à obra já dimensionadas de acordo com o projeto concebido (FIG. 18). Estes painéis, além de funcionar como a estrutura da obra, transmitem todas as cargas distribuídas impostas até a fundação utilizada. Os painéis geralmente estão vinculados a perfis metálicos capazes de resistir a cargas perpendiculares, verticais e cargas de corte.

Mesmo possuindo uma espessura inferior às paredes concebidas por métodos convencionais, a incorporação de instalações elétricas e hidráulicas juntamente com os isolantes acústicos e térmicos são facilitadas pelo fácil manuseio dos equipamentos utilizados nesse sistema. Além disso, a espessura reduzida dos painéis garante maior espaço interno na edificação. Na maioria dos casos, a seção das paredes exteriores no sistema LSF possui menos 12 cm do que as construídas em alvenaria. Isso significa que, para a mesma planta, são ganhos 1,2 cm de espaço útil interior por cada metro linear. As paredes no interior do sistema são compostas por isolamento acústico por excelência. A parede pode ser construída sobre bandas que dificultam a propagação sonora.

Figura 18 – Construção das paredes no sistema LSF



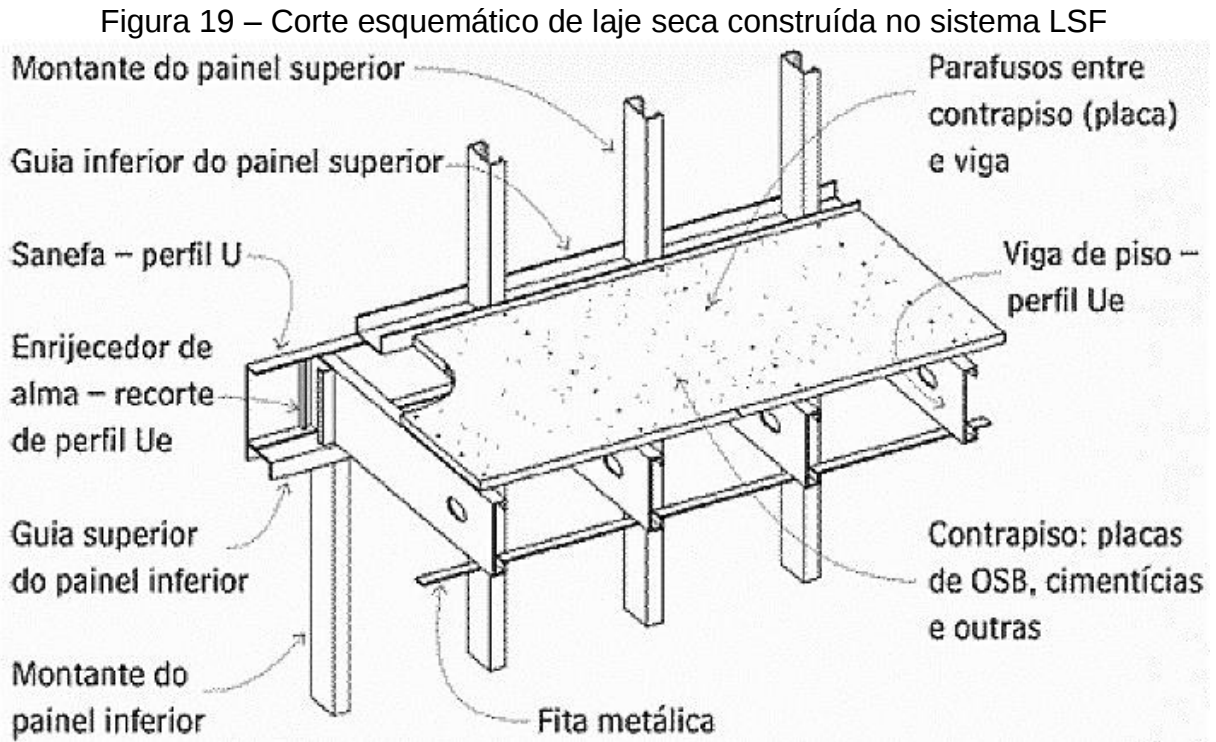
Fonte: Lambiase, 2017¹⁴.

2.4.3 Lajes

Existem dois tipos de laje que podem ser usadas no sistema LSF, chamados de laje seca e a laje úmida.

A laje seca, de acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012) consiste no uso de placas rígidas aparafusadas às vigas de piso e servem como contrapiso, podendo desempenhar a função de um suporte horizontal, desde que as placas sejam estruturais (FIG. 19). O tipo e espessura da placa estão relacionados com a deformação imposta sobre a mesma e, fundamentalmente, com o tipo de revestimento a ser adotado. As principais vantagens do uso da laje seca estão na menor carga por peso próprio, e a rapidez de execução. Em ambientes caracterizados como áreas molhadas (banheiros, cozinhas, áreas de serviço e outras), é mais recomendado o uso da placa cimentícia (pois apresenta maior resistência à umidade) sobre uma base contínua de apoio para as chapas cimentícias. No intuito de reduzir o nível de ruído entre um pavimento e outro, é recomendado a colocação de lã de vidro entre as vigas e o uso de uma manta de polietileno expandido entre o contrapiso e a estrutura.

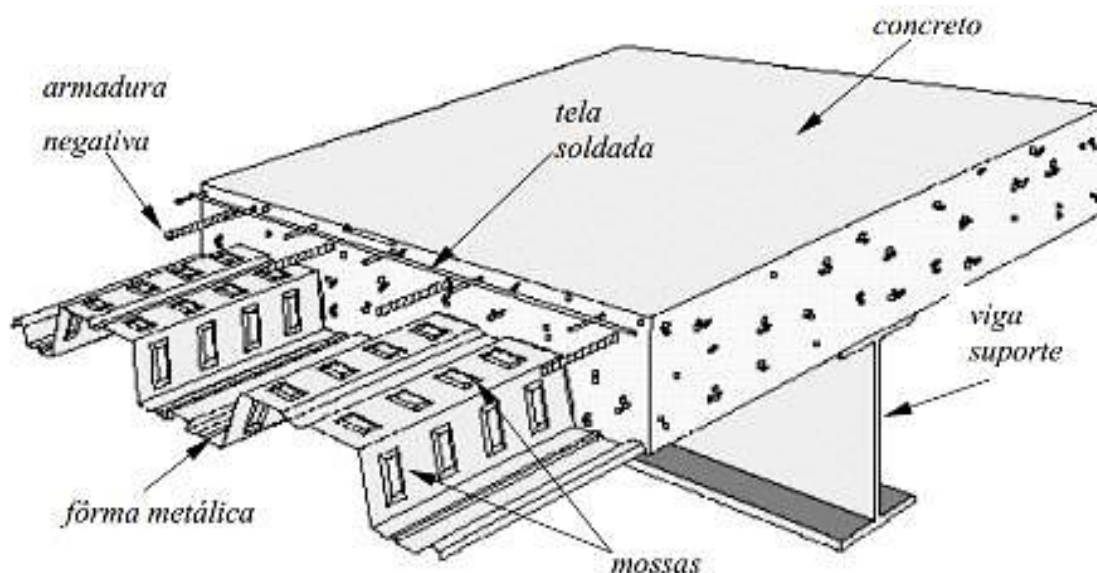
¹⁴ <http://lambiase.com.br>



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto, 2012, p. 56.

Já a laje úmida é composta basicamente por uma chapa ondulada de aço que serve de fôrma para o concreto e é aparafusada às vigas de piso e uma camada de 4 a 6 cm de concreto simples que formará a superfície do contrapiso, conforme demonstrado pela FIG. 20.

Figura 20 – Corte esquemático de laje úmida construída no sistema LSF.



Fonte: Campos, 2001, p. 2.

2.4.4 Telhado

Geralmente, no sistema LSF, a cobertura é feita com telhas, como pode ser observado na FIG. 21. Além de melhorar a estética da obra, possui papel fundamental na proteção da edificação contra intempéries.

O telhado é basicamente dividido em estrutura e cobertura: a estrutura tem a função de suportar as cargas impostas pela cobertura, o seu peso próprio, o peso do forro interno, além das cargas de chuvas e ventos. Santiago, Freitas e Crasto (2012), ressaltam que a solução mais comum para edificações residenciais em LSF são as coberturas estruturadas por treliças e tesouras, capazes de cobrir grandes vãos sem precisar de apoios intermediários. As treliças de aço possuem diversas vantagens em relação às treliças de madeira, em função da grande resistência estrutural do aço, leveza dos perfis e por se tratar de material incombustível, podendo ser montadas no local ou sendo pré-fabricadas (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Já a cobertura, deve ser impermeável e resistente às intempéries. Existem diversos tipos de telhas que podem ser utilizadas em cobertura para o sistema LSF, como: telhas cerâmicas, de fibrocimento, metálicas, de concreto ou asfálticas. Além disso, o telhado também pode ser tratado com mantas impermeabilizantes para garantir a estanqueidade do sistema.

Figura 21 – Cobertura em LSF com telhas cerâmicas



Fonte: Kofar, 2017¹⁵.

2.4.5 Instalações elétricas e hidráulicas

O sistema elétrico e hidráulico utilizado no sistema LSF é idêntico ao de uma construção convencional, apresentando inúmeras vantagens, entre elas, a praticidade e a agilidade na instalação. As instalações devem ser feitas antes do fechamento das paredes, evitando cortes posteriores nas paredes finalizadas. Por se tratar de um sistema industrializado, o LSF permite um planejamento prévio que possibilita deixar preparadas de antemão todas previsões necessárias para a passagem dos condutores elétricos e hidráulicos, como ilustram as FIG. 22 e 23.

Outra vantagem do sistema é a facilidade de manutenção posterior ao término da obra. Por sua concepção, é possível efetuar uma manutenção rápida, além de possibilitar a redução de gastos com a reposição de revestimentos.

¹⁵ www.kofar.com.br

Figura 22 – Previsão de instalação elétrica para o sistema LSF



Fonte: Engenharia Civil Diária, 2017¹⁶.

Figura 23 – Previsão de instalação hidráulica para o sistema LSF



Fonte: Plafon, 2017¹⁷.

2.4.7 Fechamentos e isolamentos

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), no sistema LSF, os materiais utilizados para fechamento devem ser constituídos por elementos leves, compatíveis

¹⁶ <https://engenhariacivildiaria.files.wordpress.com>

¹⁷ <http://plafonsc.com.br>

com o conceito da estrutura dimensionada para suportar vedações de baixo peso próprio.

O sistema de fechamento vertical é constituído pelas paredes externas e internas da edificação, sendo os materiais utilizados posicionados externamente à estrutura, formando o conceito de “pele”, que, juntamente com os perfis galvanizados da estrutura, irão formar as vedações internas e externas da edificação.

Ainda segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o sistema emprega outro conceito importante na execução dos fechamentos verticais que é a racionalização dos componentes de vedação de forma a promover maior grau de industrialização da construção. A própria modulação estrutural do sistema garante melhor otimização na utilização de placas e elementos de vedação, conferindo ao sistema grande potencial de industrialização.

A definição dos materiais de fechamento e acabamento deve partir de uma escolha que favoreça a execução de obra “seca”, sendo mais adequados aqueles que proporcionam redução ou eliminação de etapas de execução que utilizam argamassas e similares. Sempre atendendo a requisitos fundamentais como segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto termoacústico, durabilidade, entre outros critérios, que possam proporcionar satisfação às exigências dos usuários e à habitabilidade da edificação.

No Brasil, os componentes disponíveis para o fechamento de construções em LSF são fornecidos em placas ou chapas, com várias espessuras. No que concerne às construções residenciais os componentes mais utilizados são as placas de OSB¹⁸, painéis estruturais de tiras de madeira proveniente de reflorestamento, orientadas em três camadas perpendiculares, unidas com resina resistentes a intempéries e prensadas sob alta temperatura, o que aumenta sua resistência mecânica, rigidez e estabilidade, a placa cimentícia e o gesso acartonado (usado apenas em aplicações internas).

Quando se trata de fechamentos de galpões, indústrias, centros comerciais e culturais, de ensino e afins, o uso de painéis de aço com isolamento termoacústico incorporado são amplamente empregados neste mercado da construção civil.

A seguir serão apresentados os materiais mais utilizados no Brasil: OSB, placa cimentícia e gesso acartonado, por melhor se adequarem à realidade construtiva

¹⁸ Do inglês, *Oriented Strand Board*, traduzido livremente para o português como “Painel de Tiras de Madeira Orientada”.

nacional no que se refere à mão-de-obra disponível e custo. Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a capacitação da mão-de-obra para instalação de sistemas *drywall* (gesso acartonado) muito influenciou na disseminação do uso do OSB e placa cimentícia, pelo método de instalação ser similar e a tecnologia encontrar-se amplamente difundida no Brasil.

2.4.7.1 Painéis de OSB

As placas de OSB possuem vasta aplicação no sistema LSF, podendo ser utilizadas como fechamento da face interna e externa dos painéis (FIG. 19) para forros, pisos e como substrato para cobertura do telhado. Suas propriedades físicas (resistência mecânica, espessura e a boa estabilidade dimensional) possibilitam sua aplicação como elemento estrutural, trabalhando como elemento apropriado para interceptar os raios de luz ou a comunicação do calor quando aplicado aos painéis estruturais e lajes de piso.

Figura 24 – Placas OSB constituindo a vedação de uma construção em LSF



Fonte: TMK Distribuidora, 2017¹⁹.

As dimensões encontradas no mercado são de 1,22 m x 2,44 m e nas espessuras de 9, 12, 15 e 18 mm. São tratadas contra o ataque de insetos e possuem satisfatória resistência à umidade devido às substâncias utilizadas na confecção das chapas, possuindo suas bordas seladas, conhecidas como bordas verdes. As chapas

¹⁹ www.tkmdistribuidora.com.br

em OSB não devem ser expostas diretamente a intempéries, necessitando de um acabamento impermeável em áreas externas devido às suas características (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

No acabamento final podem ser aplicados sobre o fechamento em placas de OSB o *siding* vinílico, revestimento para fachadas composto de placas paralelas, muito comuns nas residências norte-americanas, como ilustra a FIG. 25. Também poderão ser adotadas placas cerâmicas e cimentícias como revestimento das chapas OSB e até mesmo argamassa.

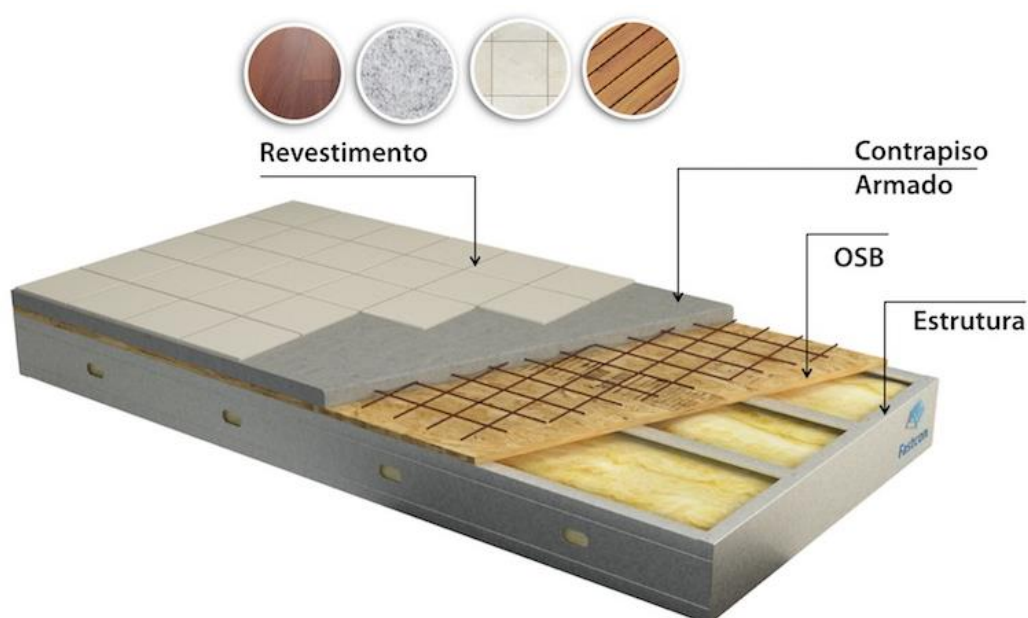
As placas de fechamento externo estão sujeitas às intempéries. Dessa forma, algumas precauções devem ser tomar tanto no projeto como na execução da edificação e dos fechamentos verticais:

- a) Deve-se prever no projeto juntas de dilatação entre as placas de aproximadamente 3 mm entre as placas, incluindo todo o seu perímetro e também entre estas e as esquadrias, devido às modificações dimensionais ocasionadas pela variação de temperatura e umidade do ar;
- b) As juntas verticais devem estar sempre sobre montantes e adequadamente aparafusadas. Devem-se prever juntas de movimentação quando as paredes tiverem dimensões maiores que 24 m;
- c) As placas de OSB devem ser externamente protegidas da umidade e da água independente do acabamento final, por meio de uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade (PEAD), responsável por resistir à área externa das placas, conferindo estanqueidade às paredes e ao mesmo tempo permitindo a passagem da umidade da parte interna dos painéis para o exterior, evitando a condensação dentro dos mesmos;
- d) Os painéis tanto internos como externos não devem estar em contato direto com o solo ou fundação. Na base dos painéis antes da montagem deve ser fixada uma fita seladora, que além de evitar o contato direto com a umidade do piso, minimiza as pontes térmicas e acústicas. (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012, p. 80)

FIGURA 25 – Acabamento *siding* vinílico para chapas OSBFonte: Globalplac, 2017²⁰

Para lajes e pisos construídos em LSF, poderá ser aplicado um contrapiso armado seguido pelo revestimento cerâmico, conforme demonstra a FIG. 26.

Figura 26 – Contrapiso armado para lajes e pisos construídos em LSF

Fonte: Fastcon, 2017²¹.²⁰ <http://globalplac.com.br>²¹ <http://fastcon.com.br>

2.4.7.2 Placas cimentícias

No sistema construtivo LSF, as placas cimentícias são utilizadas como fechamento externo ou interno dos painéis, principalmente em áreas molháveis, substituindo o gesso acartonado em áreas expostas a intempéries, como ilustra a FIG. 27. Seu uso em piso só é possível com a associação de um substrato de apoio, como chapas de madeira transformada, de forma a proporcionar às placas cimentícias resistência à flexão (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 27 – Fechamento externo de uma construção em LSF com a utilização de placas cimentícias



Fonte: Cimento Itambé²²

As placas cimentícias são compostas basicamente por uma mistura de cimento Portland, fibras celulósicas, plásticas ou vítreas e agregados, podendo haver diferenças de composição nas placas disponíveis no mercado de acordo com o fabricante.

Tais placas têm como características principais o baixo peso próprio e elevada resistência a impactos, grande resistência à umidade, são incombustíveis e podem ser curvadas depois de saturadas (possibilita curvaturas no sentido do comprimento com até 3 metros de raio), sendo compatível com a maioria dos acabamentos e revestimentos (pintura acrílica, cerâmicas, pedras naturais, pastilhas, etc.), podem ser

²² www.cimentoitambe.com.br

manipuladas com facilidade por ferramentas com superfície de ataque de metal duro e proporcionam rapidez de execução, assemelhando-se ao sistema de montagem em gesso acartonado.

As dimensões nominais das placas variam de acordo com o fabricante, porém as placas cimentícias para uso em LSF possuem largura fixa de 1,20 m e comprimentos que variam entre 2,00 m, 2,40 m e 3,00 m. As espessuras também variam entre 6, 8 e 10 mm de acordo com a função e aplicação da placa.

2.4.7.3 Gesso acartonado

De acordo com Nunes (2015), as chapas de gesso acartonado, também conhecidas como *drywall*, são chapas com miolo de gesso e face de papel-cartão utilizadas para a composição de vedação interna, aparafusadas em perfis metálicos, como ilustra a FIG. 28.

No sistema LSF, o gesso acartonado pode ser utilizado para o fechamento vertical da face interna dos painéis estruturais e não-estruturais que constituem o invólucro da edificação, bem como para o fechamento das divisórias internas. Considerado um sistema não-estrutural, as paredes em *drywall* suportam apenas o peso dos fechamentos, revestimentos e de peças suspensas fixadas em sua estrutura como armários, bancadas, quadros, etc. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 28 – Vedações internas constituídas por placas de gesso acartonado



Fonte: Officeflex, 2017²³.

²³ www.officeflex.com.br

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), suas dimensões nominais e tolerâncias são especificadas por normas, sendo comercializadas com largura de 1,20 m e comprimentos que variam de 1,80 m a 3,60 m, conforme fabricante. Antes de iniciar a montagem do sistema de fechamento interno é importante verificar a compatibilização dos projetos entre si e atentar as seguintes considerações técnicas:

- a) Todo o fechamento vertical externo já deve estar instalado e impermeabilizado, e lajes de piso e telhado devem ter sido terminadas;
- b) As atividades que utilizam água devem estar concluídas;
- c) Os elementos e componentes que são construídos a partir de construções úmidas, como lajes úmidas e fundações tipo radier, devem estar com os períodos de cura vencidos;
- d) As lajes e fundações devem estar niveladas e preferencialmente acabadas;
- e) Os ambientes devem estar protegidos da entrada de chuva e umidade excessiva.

2.4.8 Isolamento termoacústico

De acordo Santiago, Freitas e Crasto (2012), “o desempenho termoacústico de uma edificação é determinado pela sua capacidade de proporcionar condições de qualidade ambiental adequadas ao desenvolvimento das atividades para o qual ela foi projetada”, sendo o mesmo influenciado por uma série de fatores como localização e posicionamento do edifício e suas dependências, os tipos de vedações e coberturas, entre outros.

Uma forma de controlar a qualidade do conforto dentro de um ambiente é através do isolamento termoacústico, bloqueando a transmissão de sons e evitando as perdas de calor para meio externo e vice-versa. Neste contexto, as vedações verticais têm papel fundamental no isolamento termoacústico, pois configuram barreiras físicas entre os ambientes e o exterior.

Ao contrário dos princípios de isolamento de construções convencionais em alvenaria, que adotam principalmente materiais de grande massa ou densidade, os princípios de isolamento termo-acústico em *Light Steel Framing* baseiam-se em conceitos de isolamento multicamada, que se caracteriza pela combinação de placas leves de fechamento afastadas por um perfil, preenchidas por material isolante como a lã mineral. Nessa concepção diversas combinações podem ser feitas a fim de

aumentar o desempenho do sistema, através da colocação de mais camadas de placas ou aumentando a espessura do material isolante, atendendo os requisitos mínimos estabelecidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013), que recomenda transmitância térmica dos materiais utilizados na vedação abaixo de 3,7 watts de potência por medida de área e por diferença de temperatura $[(W/m^2.K)]$ e isolamento acústico que possa restringir ruídos iguais ou acima de 45 decibéis (dB).

2.4.8.1 Isolamento acústico

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o isolamento acústico ocorre quando se amortiza a transmissão de som de um ambiente para outro ou do exterior para dentro do ambiente e vice-versa. Ainda segundo estudos apresentados pelos autores, o desempenho acústico de um material pode ainda ser estimado através da Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA) que indica, de uma maneira global, a capacidade do material de reduzir o nível sonoro entre dois ambientes, dada em decibéis (dB), podendo o isolamento acústico de paredes ser classificado de acordo com os valores das respectivas perdas de transmissão.

Os materiais de alta absorção acústica geralmente são porosos e/ou fibrosos, o que inclui a lã de vidro (FIG. 29) como excelente alternativa para a isolação sonora, largamente aplicada nas construções em LSF, como também a lã mineral (FIG. 30).

Figura 29 – Lã de vidro



Fonte: Walltec, 2017²⁴

²⁴ <http://www.walltec.com.br>

Figura 30 – Lã Mineral



Fonte: SOS Casa, 2017²⁵

2.4.8.2 Isolamento térmico

Segundo os parâmetros de Santiago, Freitas e Crasto (2012), o objetivo principal do isolamento térmico em um edifício é controlar as perdas de calor no inverno e os ganhos de calor no verão. Os métodos tradicionais de avaliação do desempenho térmico de edificações adotam como indicador a resistência térmica ou a condutividade térmica dos elementos da edificação, mas conforme apontam os autores, é necessário avaliar simultaneamente todas as trocas térmicas dinâmicas que ocorrem nos ambientes, devido à condição climática do país sendo a lã de vidro e a lã mineral, materiais tão eficientes para isolamento térmico quanto acústico. Normalmente se utiliza com mais frequência o material em lã de vidro, devido ao seu alto índice de eficiência e por sua disponibilidade em mais regiões.

2.4.9 Fixação

Atualmente os tipos de parafusos mais utilizados em construções com *Light Steel Framing* no Brasil são os parafusos autoatarrachantes e auto perfurantes,

²⁵ <http://soscasa.pt>

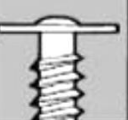
podendo ser encontrados no mercado uma série de parafusos para cada ligação específica (metal/metal, chapa/metal), possibilitando uma fixação de fácil execução tanto no canteiro como na pré-fabricação de componentes.

Os comprimentos nominais e diâmetros estão diretamente relacionados à espessura total do aço que o parafuso pode perfurar. Conforme indica Santiago, Freitas e Crasto (2012), “os parafusos utilizados em LSF são em aço carbono com tratamento cementado²⁶ e temperado, e recobertos com uma proteção zinco-eletrolítica para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada”.

A cabeça do parafuso define o tipo de material a ser fixado. Os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada e panela são utilizados para a fixação de perfis de aço entre si (ligação metal/metal), enquanto os parafusos com cabeça tipo trombeta servem para a fixação de placas de fechamento nos perfis de aço (ligação chapa/metal), conforme ilustra a FIG. 31.

²⁶ A cementação é um tratamento térmico em que se promove enriquecimento com carbono da superfície de um aço de baixo carbono. O objetivo é que após a têmpera e revenimento, esta camada apresente uma dureza mais elevada do que a do núcleo. Disponível em: <<http://tratamentotermico.com/cementacao.html>>. Acesso em 23 out. 2017.

Figura 31 – Tipos de parafusos utilizados para fixação em sistema LSF

Tipo de cabeça	Aplicação
 Panela	Usado para prender o montante a guia, ligações entre chapas onde não há interferência com o acabamento e para fixação de portais e acessórios. Ligação metal-metal.
 Sextavada HWH	Usado para ligações entre painéis, ligações de perfis em tesouras, enrijecedores de alma em vigas de piso e em peças de apoio das tesouras. O perfil de sua cabeça causa interferência com o acabamento, portanto deve ser evitado nestes locais. Ligação metal-metal.
 Trombeta	Utilizado para fixação de placas de gesso acartonado, placas cimentícias e placas de OSB. Sua cabeça permite a total penetração no substrato, ficando rente à superfície. Não interfere no acabamento. Ligação chapa-metal.
 Lentilha	Utilizado em ligações tipo metal/metal, ou seja entre vigas, montantes, guias, tesouras e fitas de aço galvanizado. Sua cabeça larga e baixa permite fixar firmemente as chapas de aço sem que estas se rasguem. Também denominado cabeça flangeada.
 Oval "Lath"	Utilizado em ligações tipo chapa-metal onde se precisa maior área de contato. Causa interferência com o acabamento.
 Chata Dentada	Utilizado quando se deseja um menor dano no substrato em ligações entre as placas e o acabamento. Ligação chapa-metal.

Fonte: Lima, 2013, p.15.

2.5 Vantagens e desvantagens do Sistema *Light Steel Frame*

De acordo com Pedroso *et al.* (2014), O sistema Light Steel Frame proporciona vantagens não somente para a obra a ser executada, mas também para o consumidor final e para meio ambiente. Dentre alguns exemplos, a fabricação da estrutura independe da incidência de chuvas e não necessita ser paralisada em função do evento, possibilitando a realização de uma variedade de serviços durante a

precipitação. Constantemente preocupa-se com o custo final da obra. Nesse caso, o LSF proporciona uma redução de aproximadamente 30% do custo final de uma obra, quando comparado aos demais métodos convencionais de construção, além de promover a construção da edificação em um intervalo de tempo bastante reduzido e com uma significativa redução na perda de materiais, evitando acúmulo e resíduos no canteiro de obras.

Como vantagem também pode ser citado o fato de o LSF ser dotado de peso próprio reduzido, em função dos perfis de aço utilizados, que distribuem as cargas a que estão submetidos de maneira uniforme sobre os elementos de fundação. Além disso, o sistema é altamente resistente à corrosão, em virtude de os perfis metálicos serem recobertos de zinco. Diferentemente da madeira, o sistema não possui o ataque pragas, em virtude de suas propriedades alcançadas pela transformação industrial. Todo o sistema também evita a propagação rápida de fogo, atendendo a Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013).

O tempo de execução de uma construção em LSF pode ser significativamente reduzido, segundo Pedroso *et al.* (2014), chegando a 1/3 do tempo de execução se comparado aos métodos de execução convencionais, proporcionando ao investidor um retorno mais rápido e viável, levando em conta também o menor tempo de exposição dos operários a acidentes de trabalho. O sistema LSF possui um grande desempenho no isolamento termoacústico, obtido a partir da combinação dos produtos de isolamento e revestimento entre as placas de paredes e o forro revestido de lã, com desempenho duas a três vezes superior ao da alvenaria convencional. Para que uma parede de alvenaria convencional obtivesse o mesmo desempenho térmico e acústico de uma elevação realizada no sistema LSF, que possui em média uma espessura de 90 mm, ela deveria possuir uma espessura de 1500 mm.

Ainda segundo Pedroso *et al.* (2014), os custos de energia para o aquecimento ou refrigeração do imóvel são inferiores comparados ao sistema convencional, ou seja, a casa permanecerá mais tempo na mesma temperatura que se deseja, pagando-se um valor menor na conta de luz. Considerando que o Brasil é um país de dimensões continentais sujeito à diversidade de climas, a utilização do sistema pode ser considerada como uma boa opção construtiva, proporcionando um maior conforto ao consumidor final.

Em métodos convencionais existe o adiamento de reformas em sua estrutura devido as dificuldades encontradas e custo elevado. Já no LSF, a manutenção gera

custos mais baixos e facilidades na intervenção, sem a presença de sujeiras e ruídos excessivos. Como forma de contribuição ao meio ambiente, elegendo o sistema como ecologicamente correto, o aço utilizado nas construções em LSF possui a possibilidade de ser reaproveitado sem perder sua resistência e qualidade, promovendo sua reciclagem.

Todo sistema construtivo possui seus pontos positivos e negativos e o sistema *Light Steel Frame* não se diferencia dos demais. Um fator importante é referente a leveza da estrutura, que aponta dois fatores desvantajosos. Primeiramente, a obra por ser leve, possui um número máximo de andares, não podendo ultrapassar cinco.

Outra desvantagem é o fato de necessitar o emprego de mão de obra especializada para a execução de determinados projetos. A disponibilidade de matéria prima utilizada, no caso, os perfis de aço, normalmente só são encontrados em grandes centros ou em regiões diretamente voltadas a comercialização do sistema LSF, acarretando certa dificuldade em encontrá-los dependendo da localização da obra a ser edificada.

3 CONCLUSÃO

Atualmente percebe-se a preocupação na escolha de projetos ou sistemas construtivos mais sustentáveis, procurando dirimir os impactos causados ao meio ambiente pelo setor da construção civil. O sistema *Light Steel Frame*, diferentemente dos métodos convencionais, contribui para um menor consumo de matéria prima e a diminuição significativa de resíduos, fazendo com que esse método construtivo se encaixe perfeitamente no conceito de uma construção industrializada e seca, reduzindo o consumo de concreto, presente apenas nos elementos de fundação. Dessa forma, a elaboração e a execução de construções que utilizam o aço como sua principal fonte de matéria prima são alternativas que garantem qualidade, racionalidade e economia no processo da construção civil.

Com base nos dados e benefícios apresentados sobre o sistema LSF, pode-se concluir que o método construtivo abordado como tema deste trabalho tende a ser cada vez mais utilizado na construção civil brasileira, transformando-se em uma realidade presente no cotidiano dos profissionais do setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355**. Perfis estruturais de aço formados a frio: padronização. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 6673**. Produtos planos de aço: determinação das propriedades mecânicas à tração. Rio de Janeiro, 1981.

_____. **NBR 7008**. Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 7013**. Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 10735**. Chapas de aço de alta resistência mecânica zincadas continuamente por imersão a quente. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 15253**. Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 15575**. Edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BLOGSPOT. Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/-OWF7hAWDwpk/UJ0kwVnTUgI/AAAAAAAAAdw/A5A-k_0b-L8/s1600/3.jpg>. Acesso em 11 nov. 2017.

CAMPOS, P. C.. **Efeito da continuidade no comportamento e na resistência de lajes mistas com fôrma de aço incorporada**. 2001. 157 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

CHEMIN, A. L.; FELIPE, W. R.; GOULART, J. C.. Aplicação do sistema construtivo steel frame. **Revista Technoeng**. Campos Gerais, v. 7, n. 1, p. 1-15, jan-jul 2013. Disponível em:

<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjnr3x07TXAhVKDpAKHQzsAiEQFggNMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.faculdadespontagrossa.com.br%2Frevistas%2Findex.php%2Ftechnoeng%2Farticle%2Fdownload%2F87%2F89&usg=AOvVaw0SJ7C0Q-IZ-_j9ALfh79xy>. Acesso em 10 nov. 2017

CIMENTO ITAMBÉ. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2012/04/casa_placa.jpg>. Acesso em 11 nov. 2017.

CLIQUE ARQUITETURA. Disponível em:

<http://www.cliquearquitetura.com.br/public/Painel/midia/imagem/grande/casa_light_steel_frame__centroplac_3376.jpeg>. Acesso em 11 nov. 2017.

CONGRESSO STEEL FRAME. Disponível em:

<<http://cloud.dino.com.br/img/122/8794df7f-4082-47a9-a352-e0bc0de4d128.jpg?width=300&height=250&quality=80&mode=max&>>. Acesso em 10 nov. 2017.

CONSTRUTORA GOULART. Disponível em: <<http://i0.wp.com/constfuturo.com/wp-content/uploads/2015/05/prum-stomix021.jpg?resize=300%2C280>>. Acesso em 11 nov. 2017.

ENGENHARIA CIVIL DIÁRIA. Disponível em:

<<https://engenhariacivildiaria.files.wordpress.com/2015/02/16102012614.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

FASTCON. Disponível em: <<http://fastcon.com.br/blog/wp-content/uploads/2015/10/steel-frame-laje-componentes1.jpg>>.

Acesso em 11 nov. 2017.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M.. **Steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 127 p. *apud* MILAN, G. S.; NOVELO, R. V.; REIS, Z. C.. A viabilidade do sistema light steel frame para construções residenciais. **Revista Gestão Industrial**. Caxias do Sul, v. 7, n. 1, p. 189-209, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/538/647>>. Acesso em 10 nov. 2017.

LIMA, R. F.. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo Light Steel Frame**. 2013. Belo Horizonte: Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 1 v. 156 p.

GLOBALPLAC. Disponível em: <<http://globalplac.com.br/wp-content/uploads/2015/07/Quais-sao-as-desvantagens-do-Light-Steel-Frame-2.jpg>>.

Acesso em 10 nov. 2017.

_____. Disponível em: <http://globalplac.com.br/wp-content/uploads/2015/03/Escolas_steel_framing-3.jpg>.

Acesso em 11 nov. 2017.

_____. Disponível em: <<http://globalplac.com.br/wp-content/uploads/2014/03/acabamento-siding-vinilico.png>>.

Acesso em 11 nov. 2017.

GUIA MURIAÉ. Disponível em: <<http://www.guiamuriae.com.br/wp-content/uploads/2016/06/UBS-em-Boa-Familia-Foto-PMM.jpg>>.

Acesso em 11 nov. 2017.

KOFAR. Disponível em:

<http://www.kofar.com.br/sites/default/files/telhado_inteligente_casa_alto_padrao_tambore6.jpg>. Acesso em 11 nov. 2017.

LAMBIASE. Disponível em: <<http://lambiase.com.br/lsf/wp-content/blogs.dir/5/files/light-steel-frame/steel-frame-01.jpg>>.

Acesso em 11 nov. 2017.

MILAN, G. S.; NOVELO, R. V.; REIS, Z. C.. A viabilidade do sistema light steel frame para construções residenciais. **Revista Gestão Industrial**. Caxias do Sul, v. 7, n. 1, p. 189-209, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/538/647>>. Acesso em 10 nov. 2017.

NUNES, H. P.. **Estudo da aplicação do drywall em edificação vertical**. 2015. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2015.
OFFICE FLEX. Disponível em: <<http://www.officeflex.com.br/wp-content/uploads/limpar-parede-drywall.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

PEDROSO, S. P. *et al.* Steel frame na construção civil. *In*: Encontro científico cultural interinstitucional, n. 12, 2014, Cascavel. **Anais...** Cascavel, FAG, 2014. P. 1-14.

PINTEREST. Disponível em: <<https://i.pinimg.com/originals/a1/6b/a6/a16ba65673a2320751e0f9242a9d5a98.jpg>>. Acesso em 10 nov. 2017.

PLAFON. Disponível em: <<http://plafonsc.com.br/wp-content/uploads/2014/10/plafon-hidraulica-steel-frame-e1466618625558-400x300.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

PORTAL METÁLICA. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/images/stories/ld3588/tubulacao-01.jpg>>. Acesso em 10 nov. 2017.

_____. Disponível em: <<http://wwwo.metalica.com.br/images/stories/ld244/maior/03habpopula.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M.. **Steel framing:** arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 151 p.

SOS CASA. Disponível em: <<http://soscasa.pt/mat/image/cache/data/isolamentos/termico-acustico/La-Mineral-Knauf-350x350.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

STEEL FRAME DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.steelframe.eng.br/>>. Acesso em 10 nov. 2017.

TMK DISTRIBUIDORA. Disponível em: <<http://www.tkmdistribuidora.com.br/files/images/produtos/7ce01242-3f99-434d-ba0e-7434290b5580.jpg>>. Acesso em 11 nov. 2017

TUTI ARQUITETURA. Disponível em: <http://www.tuti.arq.br/blog/wp-content/uploads/2015/06/05_balloon-framing.jpg>. Acesso em 10 nov. 2017.

WALLTEC. Disponível em: <<http://www.walltec.com.br/wp-content/uploads/2017/03/L%C3%A3-Vidro-Rolo-Abrindo.jpeg>>. Acesso em 11 nov. 2017.

