

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA  
PERSPECTIVA INOVADORA E ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES RJ

Por

ANTONIO CARLOS BARBOSA PAES DE ALMEIDA

Campos dos Goytacazes – RJ

Dezembro/2021

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA  
PERSPECTIVA INOVADORA E ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES RJ

Por

ANTONIO CARLOS BARBOSA PAES DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em cumprimento às exigências  
para a obtenção do grau no Curso de  
Graduação em Engenharia Civil nos  
Institutos Superiores de Ensino do CENSA.

Orientador: Diogo Pereira dos Santos Kropf

Coorientador:

Campos dos Goytacazes – RJ

Dezembro/2021

### Ficha Catalográfica

Almeida, Antonio Carlos Barbosa Paes de  
Estudo do Sistema Construtivo *Light Steel Framing* numa  
Perspectiva Inovadora e Econômica para a Construção Civil no  
Município de Campos dos Goytacazes RJ /Antonio Carlos Barbosa  
Paes de Almeida. - Campos dos Goytacazes (RJ), 2021.

63 f.: il.

Orientador: Diogo Pereira dos Santos Kropf  
Graduação em (Engenharia Civil) - Institutos Superiores de  
Ensino do CENSA, 2021.

1. Engenharia Civil. 2. *Light Steel Framing* 3. Sustentabilidade  
4. Vantagens 5. Desvantagens I. Título.

CDD 624.182.1

Bibliotecária responsável Glauce Virgínia M. Régis CRB7 - 5799.  
Biblioteca Dom Bosco.

ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA  
PERSPECTIVA INOVADORA E ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Por

ANTONIO CARLOS BARBOSA PAES DE ALMEIDA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado em cumprimento às exigências  
para a obtenção do grau no Curso de  
Graduação em Engenharia Civil nos  
Institutos Superiores de Ensino do CENSA.

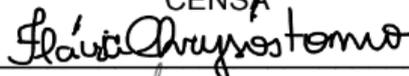
Aprovado em 10 de Dezembro de 2021

BANCA EXAMINADORA



Diogo Pereira dos Santos Kropf, MSc – Institutos Superiores de Ensino do

CENSA



Flavia Chrysostomo Silva, MSc – Institutos Superiores de Ensino do CENSA



Thiago Motta de Carvalho, Engenheira civil

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, e a minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me permitir realizar este sonho.

Agradeço em especial a minha esposa pelo companheirismo e união nessa caminhada, dando força para não fraquejar e desistir nessa luta que é nossa.

Agradeço a minha mãe por ter me ensinado todos os ensinamentos sobre educação e respeito. Todos os meus esforços foram para realização pessoal e mostrar para minhas filhas que com objetivo e força tudo se consegue. Fiz e farei sempre o que for possível para felicidade de minha família.

Agradeço a todo docente, direção e administração do ISECENSA por todo ensinamento e experiência ao longo destes anos.

Finalizando agradeço a todos de modo geral que fizeram parte desta caminhada e contribuíram ao meu desenvolvimento intelectual e profissional.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço.

dB – Decibéis.

*LSF - Light Steel Framing.*

mm – Milímetro.

MPa – Mega Pascal.

*OSB - Oriented Strand Board.*

Ue – Perfil “U” enrijecido

U – Perfil “U” Simples

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Desenho esquemático de uma estrutura em <i>Light Steel Framing</i> .....	17
Figura 2 - A montagem de painel em <i>Light Steel Framing</i> no canteiro de obras.....	18
Figura 3 - A montagem por painéis pré-fabricados.....	18
Figura 4 - A construção de edifício em módulos.....	19
Figura 5 - Detalhes da laje radier.....	21
Figura 6 - Ancoragem química e expansível .....	22
Figura 7 - Ancoragem com fita metálica e tipo "J" .....	22
Figura 8 – Estrutura de piso em <i>LSF</i> .....	23
Figura 9: Vigas de piso.....	24
Figura 10- Fôrma de aço de laje úmida tipo <i>Steel Deck</i> .....	25
Figura 11- galvanizado tipo cantoneira no perímetro da laje.....	25
Figura 12- Laje seca com placas OSB.....	26
Figura 13: Esquema de travamento horizontal do painel por bloqueadores.....	27
Figura 14: Fita metálica para travamento de painel.....	27
Figura 15: Desenho esquemático de escada viga caixa inclinada.....	28
Figura 16: Esquema de escada painel com inclinação.....	28
Figura 17: Esquema de uma escada de painéis escalonados.....	29
Figura 18: Escada executada com o método de painéis escalonados.....	29
Figura 19: Esquema cobertura plana em <i>LSF</i> .....	30
Figura 20: Esquema cobertura inclinada <i>LSF</i> .....	31
Figura 21 Tipologia das tesouras utilizadas para o sistema construtivo <i>LSF</i> .....	32
Figura 22: Parafuso Cabeças lentilha; Sextavada; Panela e Trombeta, respectivamente.....	33
Figura 23: Execução montagem <i>LSF</i> .....	34
Figura 24: Detalhes de tubulações elétrica e hidráulica no <i>Light Steel Frame</i> .....	34
Figura 25: Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em <i>LSF</i> e suas respectivas aplicações.....	35
Figura 26: esquema de transferência de cargas à fundação.....	36

Figura 27: Painel com contravento em X.....	37
Figura 28: Distribuição dos esforços através da verga para ombreiras.....	38
Figura 29: Isolamento termo-acústico.....	39
Figura 30: Fechamento externo com placas OSB.....	42
Figura 31: Fechamento externo com placas cimentícias.....	43
Figura 32: Dimensões, pesos e aplicações: placas cimentícias.....	43
Figura 33: Placas de gesso acartonado aplicadas.....	44
Figura 34: Identificação das placas de gesso acartonado.....	45
Figura 35: Projeto planta baixa.....	56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Comparação de custo por m <sup>2</sup> e custo total entre o <i>LSF</i> e a Alvenaria Convencional.....	57
--	----

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
1. PANORAMA DA INOVAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL	13
1.1 Técnicas construtivas no Brasil	13
2. SISTEMA <i>LIGHT STEEL FRAMING</i> NA CONSTRUÇÃO CIVIL	15
2.1 O <i>Light Steel Framing</i> no Brasil	15
2.2 O que é sistema <i>light steel framing</i>	16
2.3 Métodos construtivos em <i>LSF</i>	17
2.4 Aplicações	21
2.5 Fundações	21
2.6 Lajes	23
2.6.1 Laje Úmida	24
2.6.2 Laje Seca	25
2.7 Travamento horizontal	26
2.8 Escadas	27
2.9 Coberturas	30
2.9.1 Coberturas estruturadas com caibros e vigas.	31
2.9.2 Coberturas estruturadas por tesouras e treliças.	32
2.10 Ligações e Montagens	32
2.11 Instalações elétricas, hidrossanitárias e gás	34
2.12 Perfis estruturais metálicos formados a frio	35
2.13 Painéis	36
2.13.1 Contraventamento	37
2.13.2 Abertura de vãos	37
2.14 Isolamento Termo-acústico	38

2.15	Isolamento Acústico	39
2.16	Isolamento Térmico	40
2.17	Impermeabilização	40
2.18	Vedações	40
2.18.1	OSB	41
2.18.2	Placas Cimentícias	42
2.18.3	Gesso acartonado	44
CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO		46
1	INTRODUÇÃO	49
1.1	Justificativa	50
1.2	Vantagens e desvantagens do sistema	51
1.3	Viabilidade financeira e técnica do sistema <i>Light Steel Framing</i>	52
1.4	Objetivo geral	52
1.5	Objetivos específicos	53
2	METODOLOGIA	53
3	ESTUDO DE CASO:	53
3.1	Comparativo entre a alvenaria convencional e <i>Light Steel Framing</i>	53
3.2	Viabilidade de execução de projeto <i>Light Steel Framing</i>	55
3.3	Comparativo de custo	56
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
CAPÍTULO III: REFERÊNCIAS		61

## **CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1. PANORAMA DA INOVAÇÃO NA ENGENHARIA CIVIL**

Em um mercado que exige qualidade, competitividade e produtividade, a indústria da construção civil enfrenta grandes desafios. Esses desafios podem ser resolvidos considerando alguns métodos básicos de pesquisa de eixos, como a adoção de técnicas e métodos de projeto inovadores e a adoção de uma perspectiva de sistema da engenharia civil (RIBEIRO, 2011).

A inovação tecnológica pode ser entendida como a melhoria da qualidade dos serviços prestados. Na construção civil, a introdução de novas tecnologias e novas ferramentas pode trazer grandes melhorias em diversas áreas de atuação das construtoras, como a redução do desperdício, o que trará significativas vantagens e diferenciação para as empresas que adotarem essas novas tecnologias. Entre as várias inovações tecnológicas e métodos modernos no processo construtivo, podemos citar simples inovações tecnológicas da engenharia, como o uso de máquinas e ferramentas, e o manuseio de materiais, que deixaram de ser manuais, passaram a ser um processo mecanizado. A adoção reduz muito os erros na construção (LIMA, 2013).

O uso da inovação tecnológica no processo construtivo torna-se uma importante ferramenta para que as construtoras obtenham vantagem competitiva e diferenciação em relação aos concorrentes, além de melhorar a eficiência das atividades produtivas.

#### **1.1 Técnicas construtivas no Brasil**

Conforme aponta estudo da CBIC-Câmara Brasileira da Indústria da Construção, a introdução de inovações no mercado brasileiro de construção civil esteve inicialmente ligada à lógica de produção habitacional baseada na produção em larga escala e proporcional nas décadas de 1970 e início de 1980, proporcionada por financiamento fornecido pelo Banco Nacional de Habitação (BNH). No entanto, o despreparo das empresas para avaliação de desempenho antes do uso e implementação, acarretou sérias consequências para a qualidade do produto neste período.

Na década de 1990, observa-se o fechamento da inovação, principalmente pela Caixa Econômica Federal que fornecia financiamentos, até a abertura e a estabilidade econômica se concretizassem para fabricantes de outros países e construtoras que começaram a introduzir novas tecnologias. A indústria de materiais e sistemas foi a principal responsável pela introdução de inovações no final da década de 1990, geralmente para atender às necessidades das construtoras e, em outros casos, para importar tecnologias já existentes em outros países.

Algumas iniciativas inovadoras neste setor rompem as práticas tradicionais do mercado brasileiro. No Brasil não possuem um esboço preliminar de padrões e conhecimentos específicos para essas iniciativas, como em outros países. A escala de adoção de tecnologias como sistema de vedação *drywall* ou sistema de estrutura *Light Steel Framing*, em si ainda está muito abaixo do nível ideal e da capacidade de produção do sistema, pois esses sistemas apresentam um grau significativo de industrialização. Ao se analisar outros métodos construtivos com menor difusão, a falta de conhecimento em projeto e construção leva a baixas taxas de adoção, e o mercado, na verdade, inviabiliza financeiramente esse método.

De acordo com o programa de Inovação Tecnológica (PIT) o panorama atual da inovação no Brasil mostra que a inovação absorvida pelas empresas é principalmente inovação de materiais, inovação de sistemas construtivos, inovação de design e, por fim, inovação de gestão. De acordo com os resultados da pesquisa da CBIC-Câmara Brasileira da Indústria da Construção, a situação da inovação da construção no Brasil pode ser resumida a partir dos seguintes aspectos:

- As inovações introduzidas nos últimos 10 anos são iniciativas de empresas líderes, mas não se espalharam entre a maioria das empresas, como produtos imobiliários com conceitos inovadores - produtos personalizados, totalmente flexíveis e de uso misto; introdução de tecnologia e recursos de design visando alcançar a sustentabilidade e até mesmo a certificação do sistema de sustentabilidade para edifícios de escritórios comerciais;

- Inovar sistemas de planejamento e controle de projetos por meio de tecnologia de informação avançada, automação de sistemas de gestão da qualidade e melhoria de canteiros de obras;
- Iniciativas pessoais da empresa em modelagem de informação para implementação de BIM-*Building Information Modeling*;
- Inovações em fundação e subsistemas estruturais: corte e dobra de aço, concreto usinado, concreto autoadensável e de alto desempenho em estruturas, formas metálicas, lajes de nível zero, elementos estruturais protendidos, etc.

Existem sistemas construtivos que ainda não foram bem difundido, sendo empregados por uma parcela muito menor do que o potencial de mercado, devido pouco conhecimento, falta de capacitação da mão-de-obra e outros fatores facilitadores e indutores.

## **2. SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o sistema construtivo por *Light Steel Framing (LSF)*, é consolidado em países mais desenvolvidos. Este sistema permite uma maior agilidade na produção, um maior controle administrativo da obra, além da redução nos imprevistos que são muito comuns na construção tradicional de alvenarias.

### **2.1 O *Light Steel Framing* no Brasil**

De acordo com Campos (2021), o uso de *LSF* começou a ser utilizado no Brasil por volta de 1990 e foi utilizado em alguns projetos residenciais. O sistema ainda está ganhando mercado, podendo ser utilizado em até quatro pavimentos de construção, podendo ser utilizado em diversos tipos de edificações, como galpões, escolas, hospitais, empreendimentos comerciais, etc.

O principal método construtivo no Brasil é a construção em alvenaria, ao se analisar edificações de pequeno porte, essa forma arquitetônica se caracteriza pelo trabalho artesanal, com baixa produtividade e alto índice de desperdício. Isso faz com que se questione se o método utilizado é a melhor opção do mercado, pois atualmente existem sistemas construtivos mais rápidos,

leves e sustentáveis, como *Light Steel Frame* que utilizam o aço galvanizado como principal elemento estrutural. O Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo, embora seu uso seja pequeno se comparado ao potencial da indústria brasileira. A estrutura de aço pode realizar a racionalização e otimização de recursos, trabalhar com projetos auxiliares, e reduzir significativamente o índice de desperdício e custo na fase de execução do projeto (HASS E MARTINS, 2011, p.21).

As edificações industrializadas se caracterizam por diversos fatores, como otimização de custos por meio do desperdício de materiais, padronização pela produção em série, racionalização, planejamento, execução e necessidade de mão de obra qualificada. Porém, embora a inovação tecnológica seja uma boa forma de se atingir a industrialização no processo construtivo (DIAS, 2001), as soluções arquitetônicas brasileiras são tradicionalmente resistentes à modernização de seus materiais de produção. Apesar disso, fala-se muito em aumentar a produtividade e reduzir o desperdício de materiais no mercado de construção civil brasileiro (SOUZA, 2006).

Diante desse cenário, a inovação deve ter valor econômico adequado às condições nacionais, mas ainda não é uma realidade. No atual mercado de construção civil brasileiro, não há mão de obra qualificada disponível para utilizar com maior frequência esse tipo de sistema, o que é promissor para o uso do *Light Steel Frame*. Outro fator que deve ser adaptado ao panorama brasileiro é a tropicalização desses sistemas, para que não só se adaptem às condições climáticas do Brasil, mas também aos hábitos e prioridades da população brasileira, adequando o ambiente construído às necessidades do cliente (SALES, 2001).

## **2.2 O que é sistema *light steel framing***

A construção que utiliza o sistema *Light Steel Framing (LSF)* apresenta estrutura em aço leve, sem tijolos e o cimento é utilizado somente para fundações.

O sistema construtivo *light steel framing* é de origem americana, sendo traduzido do inglês, onde *light* é traduzido para leve, *steel* para aço e *framing* para concepção, estruturação, ou seja, “estrutura em aço leve”. A definição dada

pela ABDI (2015) para o *LSF* é sistema construtivo industrializado caracterizado por um esqueleto estrutural leve composto por perfis de aço Galvanizado.

As construções que empregavam metais como elementos estruturais tiveram início na Era do Ferro Fundido, que durou até 1850, passando pela Era do Ferro Forjado, durando até a última década do século XIX, até chegar à Era do Aço (ABDI, 2015).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a estrutura em *LSF* é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura. Apesar de comum em qualquer edificação, possuem aspectos diferentes neste sistema. O desenho esquemático de uma estrutura em *Light Steel Framing* pode ser visto na Figura 1.

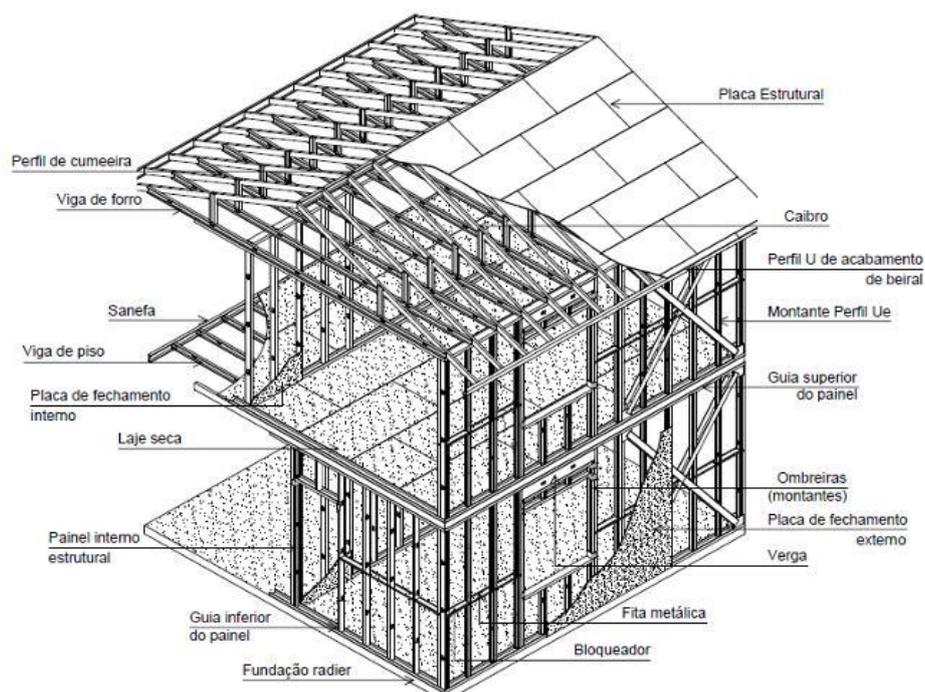


Figura 1: Estrutura *Light Steel Framing*.  
Fonte: Manual *Steel Framing* Arquitetura (2012).

### 2.3 Métodos construtivos em *LSF*

De acordo com Freitas e Castro (2012), existem 3 métodos de execução do sistema *LSF*:

- Método Stick: Método construtivo no qual os perfis de *steel framing* são cortados na obra, sendo feita a montagem dos elementos estruturais da edificação, como lajes, colunas, painéis estruturais ou não, cobertura e contraventamentos sejam montados no canteiro. É subsequente começar a preparação das instalações hidráulicas e elétricas.
- Método por Painéis: Método diferenciado do *Stick*, devido ao fato das estruturas serem todas pré-fabricadas, ou seja, chegam ao canteiro prontas, para serem instaladas. Faltando apenas a junção da estrutura aos painéis de vedação e os subsistemas, através de parafusos.
- Método modular: O método Modular forma unidade totalmente pré-fabricadas, isto é, montagem de ambientes inteiros, como banheiros, quartos e entre outros.

A Figura 2 mostra o processo executivo na estrutura *light steel framing*, onde os perfis de aço são posicionados nas conexões e em seguida são feitos os encaixes das peças, formando a estrutura para fixação dos painéis de vedação, como estão representados nas Figuras 3 e 4.



Figura 2: Montagem de painel em *Light Steel Framing* no canteiro de obras.  
Fonte: Santiago, 2008.



Figura 3: Montagem por painéis pré-fabricados.  
Fonte: Renato Rayol (2014).



Figura 4: Construção de edifício em módulos.  
Fonte: Santiago, 2008.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a estrutura em *LSF* é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura. Apesar de comum em qualquer edificação, possuem aspectos diferentes neste sistema.

Para se alcançar o êxito no resultado de uma construção em *LSF*, “é necessário que os subsistemas estejam corretamente inter-relacionados e que os materiais utilizados sejam adequados. Dessa forma, a escolha dos materiais e de mão-de-obra é essencial na velocidade de construção e no desempenho do sistema” (CRASTO, 2012, p. 12).

Segundo Rodrigues (2006), o conceito estrutural do *LSF* que consiste em dividir as cargas entre os perfis, é utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas, uma vez que seus elementos trabalham bi-apoiados e deverão, sempre que possível, transferir as cargas continuamente, ou seja, sem elementos de transição, até as fundações.

Para a realização do fechamento dos painéis normalmente são utilizadas placas de *Oriented Strand Board* (OSB) ou placas cimentícias no lado externo e chapas de gesso acartonado ou placas de OSB no lado interno (BEVILAQUA, 2005).

Os pisos também utilizam os perfis galvanizados, sendo que é utilizada a mesma modulação montantes, ou seja, apoiando-se nestes de forma que as almas de ambos os perfis estejam alinhadas. Sobre os perfis são fixados os materiais que compõem o contrapiso (BRASILIT, 2014).

Em situações que a fundação seja do tipo radier, o piso pode ser aplicado diretamente sobre a laje após o correto nivelamento da mesma através da execução do contrapiso (CRASTO, 2012).

A execução do telhado é parecida com a empregada em construções tradicionais. Em coberturas inclinadas os perfis de aço são instalados no lugar da estrutura de madeira. Para telhas, os materiais utilizados são os mesmos, desde folhas metálicas ou de fibrocimento até as telhas cerâmicas ou de concreto, além da utilização de telhas do tipo *shingle*, fabricadas com material asfáltico (BRASILIT, 2014).

## **2.4 Aplicações**

O sistema *Light Steel Framing* é aplicado de diversas maneiras:

- a) Residencial;
- b) Alojamento de obra;
- c) Hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino;
- d) Galpões;
- e) Shoppings;
- f) Palcos;
- g) Edifícios residenciais e comerciais até quatro pavimentos;
- h) Hotéis;
- i) Unidades Modulares, neste caso os módulos são individuais prontos de banheiros, cozinhas e outros cômodos para edifícios residenciais, comerciais, entre outros;
- j) “*Retrofit*” de edificações, que vem a ser revestimento de fachadas, construção de mezaninos e coberturas (FREITAS, 2006).

## 2.5 Fundações

O tipo de fundação está diretamente relacionado ao tipo de solo, nível do lençol freático. As fundações são executadas seguindo o procedimento padrão como em qualquer outro tipo de construção (FREITAS, 2006).

De acordo com Freitas (2006, p. 26), as lajes radier e sapatas corridas são os dois principais tipos de fundações utilizadas no sistema *LSF*. O radier caracterizado por uma laje contínua de concreto sobre o terreno e sob as paredes estruturais e as colunas. Uma vez que o terreno permite, o radier é a fundação mais comum em construções em *Light Steel Framing*.” Os detalhes de uma laje radier podem ser vistos na Figura 5.

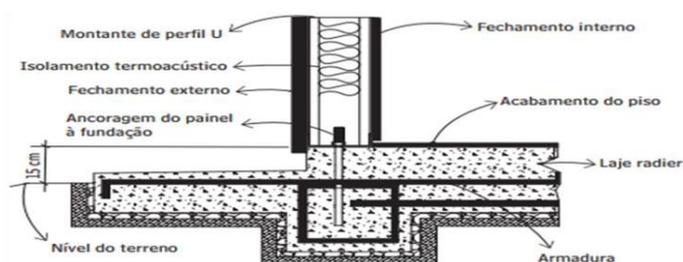


Figura 5: Detalhes da laje radier.

Fonte: Adaptado de Pianheri (2008, texto digital).

Com a finalidade de evitar que a força do vento provoque deslocamentos da edificação, a estrutura formada pelos painéis deve ser ancorada na fundação. A definição do tipo de ancoragem depende da fundação e dos esforços atuantes na estrutura e é feita conforme cálculo estrutural. A ancoragem química com barra roscada e a expansível com chumbadores “*parabolt*” são as mais utilizadas. Uma prática sugerida é a colocação de manta asfáltica entre os painéis e a fundação, a fim de evitar pontes térmicas e acústicas e o contato com a umidade (ABDI, 2015). Pode se observar a ancoragem química na Figura 6.

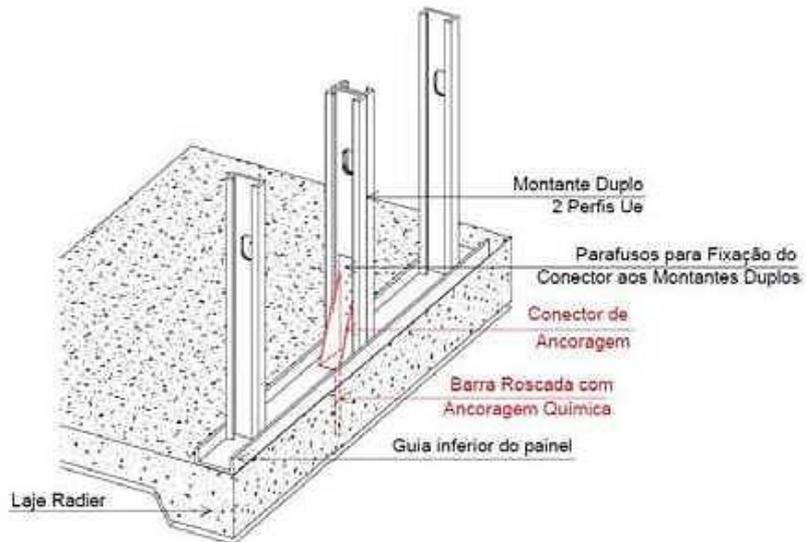


Figura 6: Ancoragem Química.  
Fonte: Crasto, 2012, p.28.

Segundo Pianheri (2008), existem dois tipos de ancoragem: a ancoragem com fita metálica, na qual uma fita de aço galvanizada é chumbada na fundação, sendo posteriormente fixada aos montantes (geralmente duplos) dos painéis, e a ancoragem do tipo "J", que é executada por meio de fixação de uma barra junto à fundação. O topo da barra possui rosca, onde é preso com parafuso um pedaço de perfil tipo U, que por sua vez fixa a guia. A guia, por fim, fixa os montantes. Ancoragem com fita metálica e tipo "J" pode ser visto na Figura 7 (a) e Figura 7 (b).

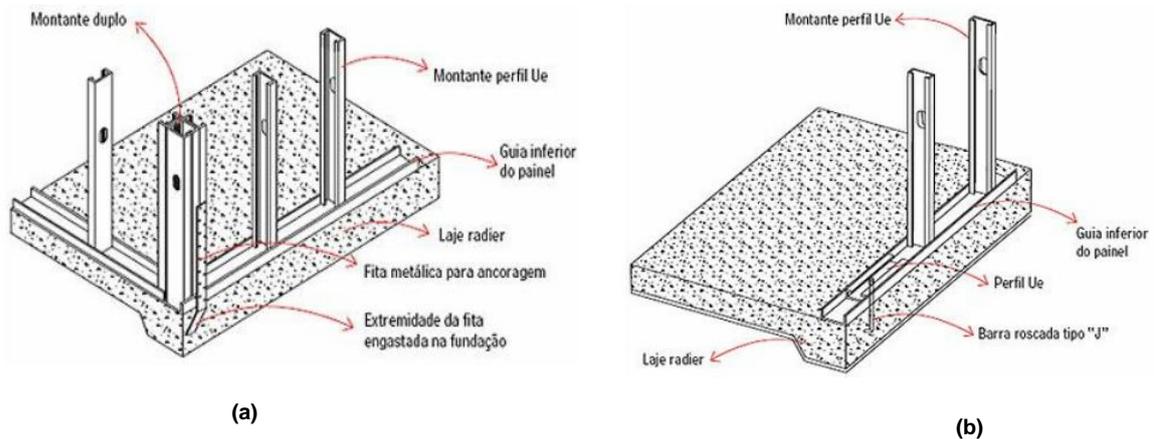


Figura 7: Ancoragem com fita metálica e tipo "J".  
Fonte: Pianheri (2008).

## 2.6 Lajes

Segundo Rodrigues (2006), o conceito estrutural do *LSF* que consiste em dividir as cargas entre os perfis, é também utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas, uma vez que seus elementos trabalham bi-apoiados e deverão, sempre que possível, transferir as cargas continuamente, ou seja, sem elementos de transição, até as fundações.

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012), as lajes baseiam-se no mesmo princípio dos painéis, utilizam perfis galvanizados dispostos horizontalmente, obedecendo à mesma modulação dos montantes. Nas lajes, esses perfis são as vigas de piso, que desempenham função de transmitir as cargas que estão sujeitas para os painéis, além de servirem de estrutura de apoio para o contrapiso. A Figura 8 mostra a estrutura *LSF* de apoio para o contrapiso.

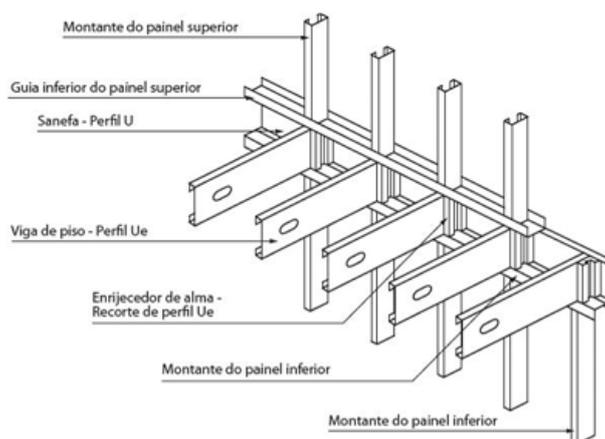


Figura 8: Estrutura de piso em *LSF*.  
Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012).

Segundo os autores, de acordo com a natureza do contrapiso a laje pode ser do tipo úmida, quando se utiliza uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas e preenchida com concreto que serve de base para o contrapiso, ou pode ser do tipo seca, quando placas rígidas de OSB, cimentícias ou outras são aparafusadas à estrutura do piso.

A disposição das vigas de piso deve privilegiar a menor distância entre os apoios, de forma a possibilitar a adoção de perfis de menor altura. A Figura 9 mostra a disposição das vigas que apresentam perfurações na alma para

passagem de tubulações, conhecido por *punch*, não sendo recomendado o corte e perfuração da mesa de perfil que atua como viga além dos *punchs*.



Figura 9: Vigas de piso.  
Fonte: Souza E.L. (2013).

### 2.6.1 Laje Úmida

A laje úmida consiste basicamente em uma chapa de aço com ondulações utilizada como molde para o concreto e aparafusada às vigas do piso e uma camada de concreto liso de 4 a 6 cm que formará a superfície do contrapiso.

Devido à praticidade e vantagens da utilização do método *Steel Deck* para execução de lajes úmidas, esse sistema é mais comumente utilizado quando a solução para execução de lajes é selecionada entre os tipos úmidos. Neste método, laje úmida ou contrapiso de concreto são usados como base para a instalação de acabamentos de piso (cerâmica, madeira, pedra, laminado, etc.) para evitar fissuras de retração durante a cura do concreto emprega-se a uso de uma armadura em tela soldada colocada antes da concretagem sobre forma de aço no sistema *Steel Deck*. A Figura 10 mostra a fôrma de aço utilizada para laje úmida tipo *Steel Deck* e na Figura 11 detalha a colocação da chapa de aço que deve ser fixada em toda a borda do piso um perfil galvanizado tipo cantoneira a fim de servir de forma lateral para o concreto.



Figura 10- Fôrma de aço de laje úmida tipo *Steel Deck*.  
Fonte: Souza E.L. (2013).



Figura 11- galvanizado tipo cantoneira no perímetro da laje.  
Fonte: Souza E.L. (2013).

### **2.6.2 Laje Seca**

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), as lajes secas consistem em painéis rígidos aparafusados às vigas do piso, que atuam como contrapisos e podem atuar como divisórias horizontais, desde que esses painéis sejam estruturais.

A Figura 12 mostra as placas OSB utilizadas para laje seca, uma vez que é leve e de fácil instalação e ainda apresenta propriedades estruturais que favorecem o seu uso como diafragma horizontal.



Figura 12- Laje seca com placas OSB.  
Fonte: Souza E.L. (2013).

A laje seca apresenta como principal vantagem a carga do peso próprio, além da 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.

## **2.7 Travamento horizontal**

O travamento horizontal da estrutura de piso tem como objetivo aumentar a resistência de modo a evitar fenômenos como flambagem lateral por torção, deslocamento e vibração nas vigas de piso. Enrijecer o sistema reduz os esforços nas vigas e distribui melhor o carregamento (Scharff, 1996).

Segundo Elhajj e Bielat (2000), normalmente são empregados bloqueadores que representa um tipo de travamento composto por perfil U e idêntico as vigas de piso, ficando entre estas conectado através de cantoneiras ou de um corte no próprio perfil, de forma que se possibilite parafusar este nas vigas, similar ao procedimento utilizado nos painéis. Esses bloqueadores devem estar localizados nas extremidades da laje e também espaçados coincidindo sua mesa com as fitas de aço galvanizado, ligados por parafusos. O Esquema de travamento horizontal do painel por bloqueadores pode ser visto na Figura 13.

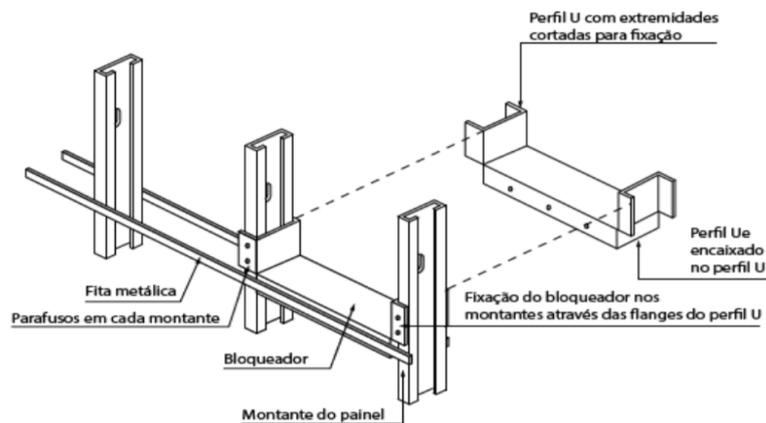


Figura 13: Esquema de travamento horizontal do painel por bloqueadores.  
Fonte: Brasilit (2014).

Fita de aço galvanizado: a fita é usada junto com o bloqueador, fixada perpendicularmente às mesas inferiores das vigas de piso. OS bloqueadores proporcionam maior rigidez ao painel estrutural. O perfil em U (guia) é cortado em um comprimento de 20 cm mais longo do que o vão e é dado um corte na região da mesa a 10 cm de cada extremidade e, em seguida, dobre cada seção em 90 ° para ser usada como uma conexão. O perfil Ue (a montante) é montado na peça de corte e ambos são aparafusados à fita de aço, conforme mostrado na Figura 14.

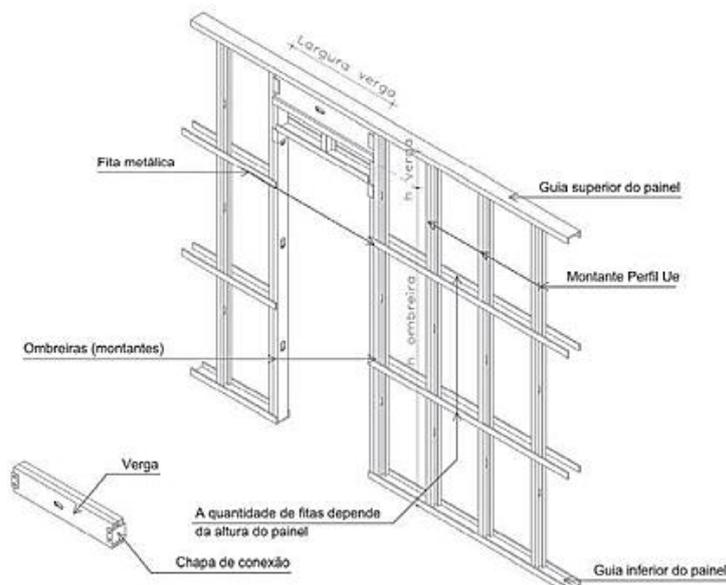


Figura 14: Fita metálica para travamento de painel.  
Fonte: Brasilit (2014).

## 2.8 Escadas

A execução de escadas usa os mesmos perfis utilizados para construções dos painéis. A estrutura das escadas é construída pela combinação de perfis U

e Ue, os degraus e espelhos são constituídos a partir fixação de painéis rígidos como placas de OSB ou pranchas de madeira maciça aparafusadas na estrutura. Existe a possibilidade de utilização de pisos úmidos desde que adotado sistema adequado para sua execução (Santiago; Freitas; Crastos, 2012).

No sistema *Light Steel Framing*, existem três métodos de execução de escada que depende da tipologia da mesma. Um dos métodos é o método da viga caixa inclinada, que consiste em guias dobradas em degraus unida a uma viga caixa com a inclinação necessária, como mostra a Figura 15.

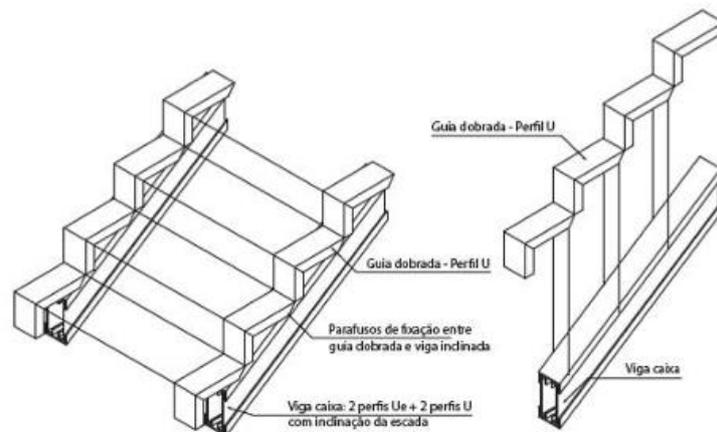


Figura 15: Desenho esquemático de escada viga caixa inclinada.  
Fonte: Brasilit (2014).

Um outro método de execução de escada é o de painel com inclinação que é mais indicado para escadas fechadas. Constituído por um par de guia-degrau unida a um painel inclinado, neste método construtivo o contrapiso também é formado por placas de OBS ou pranchas de madeira maciça. O esquema deste método é apresentado na Figura 16.

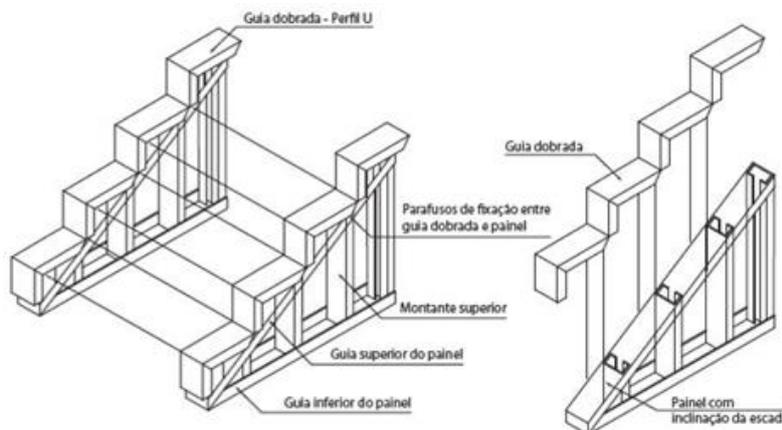


Figura 16: Esquema de escada painel com inclinação.  
Fonte: Brasilit (2014).

O método executivo que utiliza os painéis escalonados combinados com painéis de degrau é o único método que é possível utilizar piso úmido. Os painéis horizontais funcionam com base ao substrato e são formados por dois perfis guias (U) e dois perfis montantes (Ue), que se apoiam nos painéis verticais. A Figura 17 apresenta o esquema deste método construtivo.

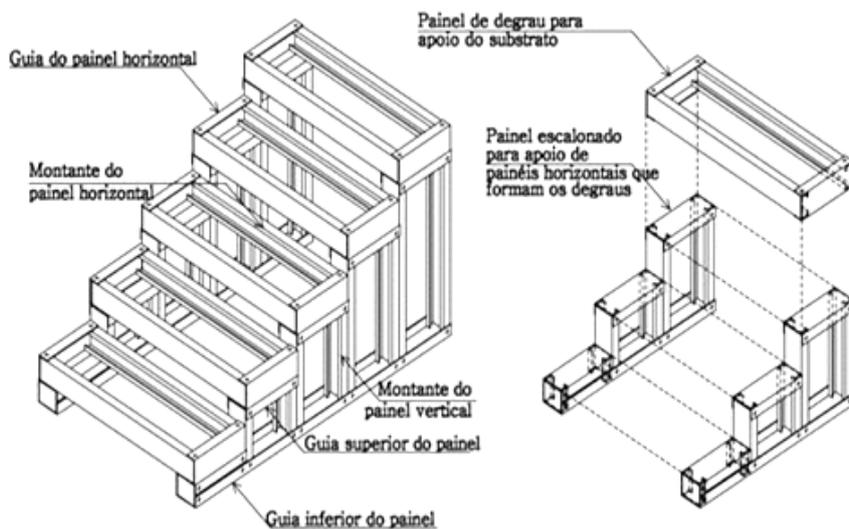


Figura 17: Esquema de uma escada de painéis escalonados.  
Fonte: Brasilit (2014).

A Figura 18 mostra que este sistema de painéis escalonados também é adequado para o uso de placas rígidas como cimentícias.



Figura 18: Escada executada com o método de painéis escalonados.  
Fonte: Souza E.L. (2013).

## 2.9 Coberturas

De acordo com Crasto (2005), a cobertura do telhado é a parte da construção destinada a proteger o edifício da ação das intempéries, podendo também desempenhar uma função estética. Telhados podem variar desde simples cobertas planas até projetos com maior complexidade. Santiago, Freitas e Crasto (2012), afirmam que há uma grande variedade de soluções estruturais para se materializar a cobertura de uma edificação e a escolha dependerá de diversos fatores como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas e econômicas. Salientam que pode encontrar dois tipos de cobertura, as planas e as inclinadas.

A cobertura plana, ilustrada na Figura 19, é muito semelhante à solução adotada pela laje úmida, bastando inclinar levemente o contrapiso de concreto para permitir a necessária drenagem das águas pluviais. Para vãos maiores sem apoios intermediários, podem ser utilizadas treliças planas de perfis Ue galvanizados.

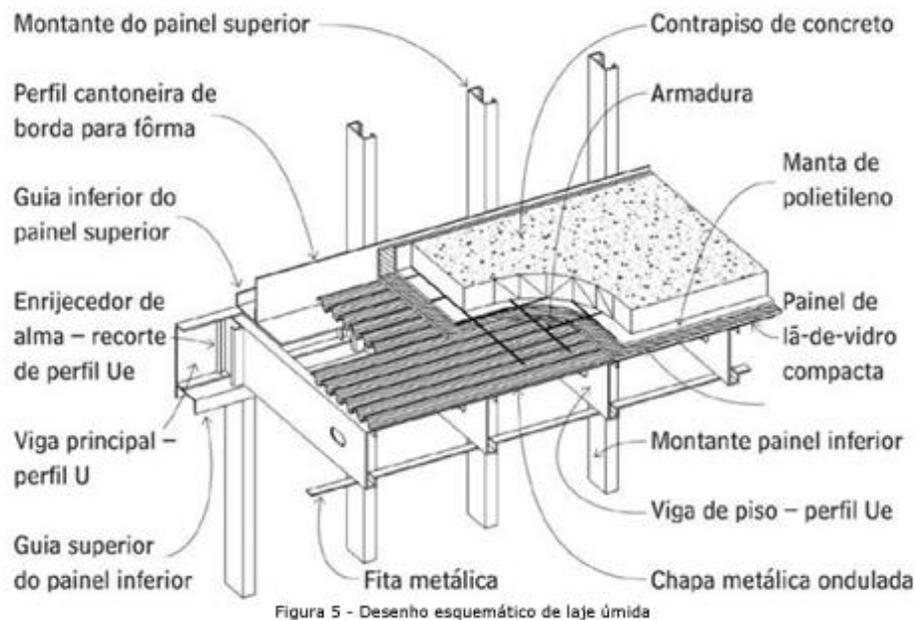


Figura 19: Esquema cobertura plana em LSF.  
Fonte: disponível em [www.steelframegaucho.wordpress.com](http://www.steelframegaucho.wordpress.com)

A cobertura inclinada é semelhante à estrutura de madeira da cobertura tradicional, mas de acordo com o princípio da transferência de carga axial, as peças de madeira são substituídas por perfis galvanizados, quando isso não for

possível, devem ser utilizadas vigas mistas para que a carga seja distribuída uniformemente. O uso de sistemas de estrutura de aço leve em telhados inclinados permite que dois métodos diferentes sejam usados, são eles: cobertura estruturada por caibros e vigas e cobertura estruturada por tesouras e treliça.

### 2.9.1 Coberturas estruturadas com caibros e vigas.

Esse tipo de cobertura consiste no uso de dois caibros que são apoiados nas extremidades em painéis portantes com a inclinação desejada no topo da cumeeira (Figura20). Sendo seu peso próprio e outros carregamentos transmitidos através dos caibros aos painéis e, por conseguinte à fundação (Santiago; Freitas; Crasto, 2012). A conexão dos caibros com a cumeeira pode ser por meio de cantoneiras de espessura igual ou maior que a dos caibros (Waite, 2000), ou através de peças de suporte.

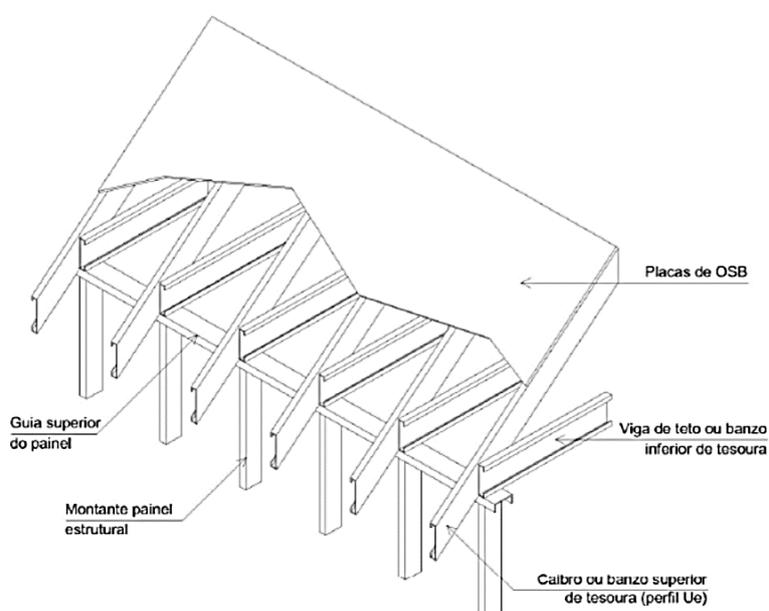


Figura 20: Esquema cobertura inclinada em LSF.  
Fonte: Santiago; Freitas; Crasto (2012).

As vigas e caibros são fixadas nos painéis pelos enrijecedores de alma e pelas cantoneiras que são aparafusadas às guias superiores dos painéis (Ehajj; Blelat, 2000). Se necessário, escoras também são utilizadas para transferir as cargas aos painéis portantes internos e são conectadas aos caibros e às vigas

de teto, além de auxiliar a reduzir o vão e as dimensões dos caibros (Waite, 2000).

### 2.9.2 Coberturas estruturadas por tesouras e treliças.

Por poder cobrir grandes vãos sem o uso de suportes intermediários, é a solução mais utilizada para coberturas residenciais. Atualmente, as tesouras de metal têm substituído gradualmente as tesouras de madeira devido às suas vantagens de alta resistência estrutural, peças leves, resistência a insetos e não combustibilidade (SCHARFF, 1996). As tesouras podem ser pré-fabricadas ou montadas no local e conectadas por perfis de seção transversal em forma de U para formar uma estrutura estável. O apoio lateral é constituído por perfis que se fixam perpendicularmente à tesoura, e o vertical é realizado por perfis transversais dispostos perpendicularmente ao plano da tesoura, de forma a evitar que se desloquem. A Figura 21 mostra as tipologias das tesouras mais utilizadas.

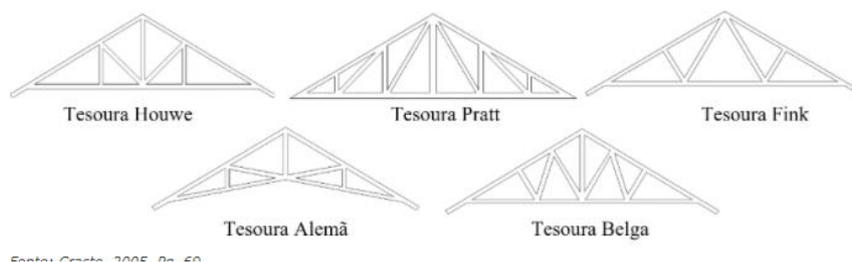


Figura 21 Tipologia das tesouras utilizadas para o sistema construtivo *LSF*.  
Fonte: Crasto, (2005).

### 2.10 Ligações e Montagens

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os parafusos utilizados no sistema *LSF* são os parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes. Existe no mercado tipos de parafusos para cada ligação específica (metal/metal ou chapa/metal), gerando uma fixação de fácil execução no canteiro ou durante a pré-fabricação. É considerado um material de ótima qualidade, levando-se em consideração que a indústria busca aumentar sua durabilidade e desempenho.

Os autores acrescentam que os tipos de parafusos mais utilizados no sistema *LSF* são: cabeça tipo lentilha, sextavada, panela e trombeta. Estes

formatos de cabeças dos parafusos definem quais os tipos de materiais que serão fixados.

Os parafusos auto-atarraxantes apresentam dois tipos de ponta: a ponta broca e a ponta agulha e sua devida utilização varia da espessura da chapa de aço a ser perfurada. Portanto, o parafuso de ponta agulha é indicado para chapas com espessura máxima de 0,84 mm, e o parafuso de ponta broca usado para chapas com espessura mínima de 0,84 mm, usado geralmente em casos onde a conexão tem várias camadas de materiais (Elhajj, 2004). Os Parafuso Cabeças lentilha; Sextavada; Panela e Trombeta, respectivamente podem ser vistos na Figura 22.

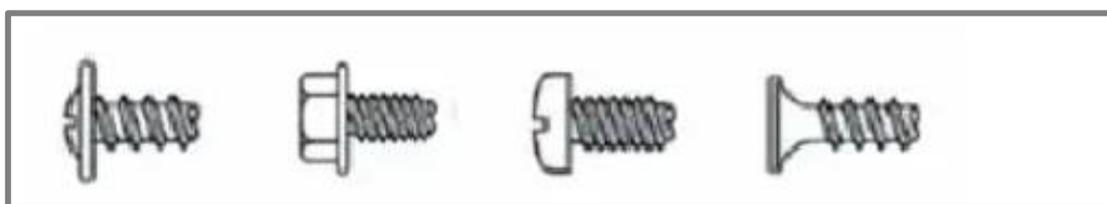


Figura 22: Parafuso Cabeças lentilha; Sextavada; Panela e Trombeta, respectivamente.

Fonte: *Steel Framing* Arquitetura, CBCA.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os parafusos com cabeça tipo lentilha, sextavada e panela são empregados na ligação metal/metal. Já os parafusos trombeta servem para a fixação de placas de fechamento nos perfis de aço, ou seja, ligação chapa/metal. Ressaltam, também, que a montagem das edificações em *LSF* pode ser feita das mais variadas formas, dependendo do projetista e da empresa construtora. Quanto maior a industrialização do projeto, maior será a racionalização no processo da construção, onde as atividades de canteiro se resumirão em apenas montagem da edificação através do posicionamento das unidades conforme figura 23.



Figura 23: Execução montagem LSF.  
Fonte: Brasilit (2012).

### 2.11 Instalações elétricas, hidrossanitárias e gás

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), as edificações construídas em LSF utilizam instalações elétricas e hidrossanitárias semelhantes às instalações convencionais, assim como é disposto no capítulo 826 da NBR60050:2004, onde forros falsos e certos tipos de divisórias são considerados espaços de construção. Detalhes de tubulações elétrica e hidráulica no *Light Steel Frame* podem ser vistos na figura 24.



Figura 24: Detalhes de tubulações elétrica e hidráulica no *Light Steel Frame*.  
Fonte: Fonte: Placo, Saint-Gobain (2008).

As instalações são feitas internamente às paredes e forros, através de conduítes plásticos fixados na estrutura. Tubulações de água são previstas nas

paredes hidráulicas. No que se refere à passagem interna de tubulação de gás, não é permitida, pois as paredes podem servir de câmara para o acúmulo de gás (Corpo De Bombeiros, 2011).

## 2.12 Perfis estruturais metálicos formados a frio

Segundo Bortolotto (2015, p. 39), “o LSF é concebido da idealização de painéis, compostos por perfis montados paralelamente e fixados nas extremidades por outros perfis”. A fabricação destes perfis, segundo a autora, advém de bobinas de aço de alta resistência que são revestidos com liga alumínio-zinco ou apenas zinco.

De acordo com a ABDI (2015, p. 132) “a espessura “da chapa varia entre 0,8 e 3,0 mm e que o limite de escoamento não deve ser inferior a 230 Mpa”. Informa ainda que as seções mais utilizadas são as de formato “C” ou “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, e de formato “U” utilizada como guia em painéis. Os perfis de aço são padronizados pela NBR 6355.

Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações podem ser vistos na figura 25.

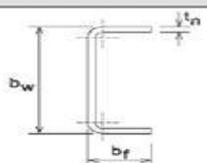
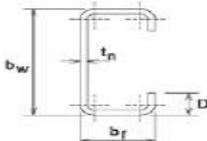
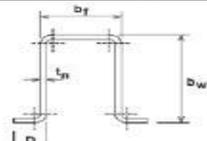
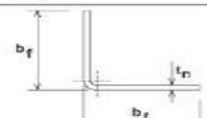
SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples U $b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido Ue $b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola Cr $b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L $b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Figura 25: Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações.

Fonte: BR 15253 (ABNT, 2005).

Segundo Bevilaqua (2005, p. 28), “a galvanização é um dos processos mais efetivos e econômicos empregados para proteger o aço da corrosão atmosférica.” Ainda segundo autor, a proteção acontece de duas maneiras: pela barreira física do revestimento de zinco sobre a base de aço e pela ação sacrificial do zinco em relação ao aço, sendo o primeiro atacado pela corrosão, livrando o segundo do efeito prejudicial

### 2.13 Painéis

Os painéis estruturais em uma edificação de *LSF* podem não só compor as paredes de uma edificação, como também funcionar como o sistema estrutural da mesma. Os painéis podem ser estruturais ou auto-portantes, quando compõem a estrutura suportando as cargas da edificação, ou não-estruturais, quando funcionam somente como fechamento externo ou divisória interna, ou seja, sem função estrutural (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Maso (2017), o alinhamento dos montantes de cada painel é de extrema importância para evitar excentricidades das cargas, caso existam mais de um pavimento diferente. Quando a estrutura está em perfeito alinhamento, os esforços são transferidos na vertical pelo contato entre a alma dos perfis, onde de fato deve ocorrer este evento.

O esquema de transferência de cargas à fundação pode ser visto na figura 26.

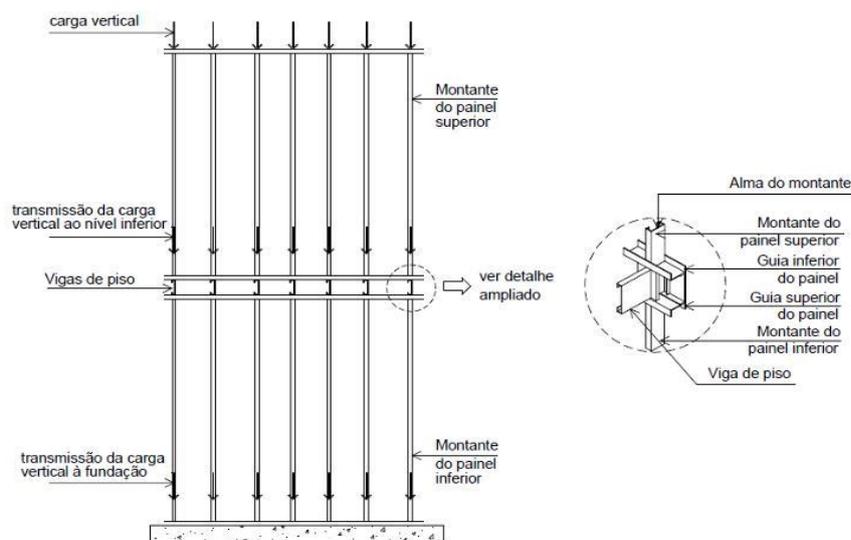


Figura 26: esquema de transferência de cargas à fundação.

### 2.13.1 Contraventamento

Segundo Crasto (2005), contraventamento é um elemento estrutural que, geralmente, utiliza-se de fitas metálicas ou perfis Ue, visando transferir os esforços horizontais para as fundações. Deve-se utilizar contraventamentos, com a finalidade de evitar possíveis deslocamentos ou perda da estabilidade da estrutura. O método mais comum de estabilização para o *Light Steel Frame* é o formato “X”, observado na figura 27, onde é necessário o uso de fitas de aço galvanizado fixadas na face do painel, do qual suas dimensões são definidas pelo projeto estrutural



Figura 27: Painel com contravento em X.  
Fonte: Crasto (2005).

### 2.13.2 Abertura de vãos

Segundo Terni, Santiago e Pianheri (2008), nas aberturas de vãos (portas e janelas), se faz necessária a aplicação de perfis de aço galvanizado para redistribuição dos carregamentos onde se encontram estes vãos. Tais perfis são chamados de ombreiras e vergas. A verga possui várias combinações, porém a mais utilizada é a composição de dois perfis Ue conectados por uma peça parafusada em cada extremidade. Além disso a guia da verga é conectada às ombreiras, para evitar a rotação da verga. Podendo também permitir a fixação

dos montantes de composição que estão localizados entre a verga e a abertura, viabilizando a fixação das placas de fechamento. A distribuição dos esforços através da verga para ombreiras pode ser visto na figura 28.

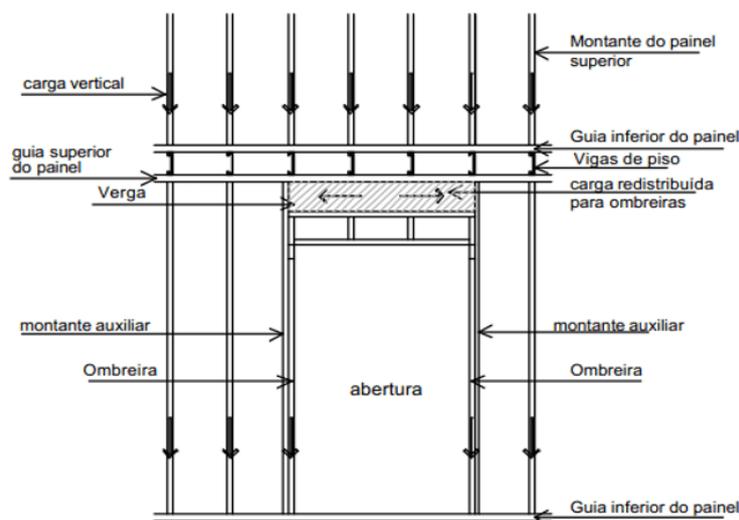


Figura 28: Distribuição dos esforços através da verga para ombreiras.  
Fonte: *Steel Framing* Arquitetura, CBCA .

## 2.14 Isolamento Termo-acústico

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), “o desempenho termo-acústico 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”.

No sistema *Light Steel Frame* são empregados isolamentos através de multicamadas, ou seja, combinam placas leves de fechamento, deixando um espaço entre os mesmos, posteriormente preenchidos com um material isolante, que pode ser: lã de vidro, lã mineral ou lã de garrafa pet reciclada (conforme observado na figura 29. Por reter água, a lã mineral não é recomendada para áreas muito úmida se molhadas. A umidade não estraga o material, mas compromete a função acústica, mesmo depois de seco (BIOLA, 2019)

O isolamento termo-acústico, visando controlar a qualidade e conforto, barram a transmissão de sons e evitam as perdas e ganhos de calor para o meio externo (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).



Figura 29: Isolamento termo-acústico.  
Fonte: Foto dos autores.

No Brasil, a norma NBR 10152:1987 fixa condições mínimas de ruído em determinados ambientes de uma estrutura conforme a finalidade de sua utilização. E a norma NBR 15220:2005 define parâmetros para a avaliação do desempenho térmico de edificações.

### **2.15 Isolamento Acústico**

De acordo com 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 conforme 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).

Os níveis de ruídos nos ambientes de uma edificação no Brasil são estabelecidos pela a norma NBR 10152:1987 que fixa condições aceitáveis de ruído ambiente em determinados recintos de uma edificação de acordo com a finalidade de utilização do mesmo. Dentre os diversos ambientes estabelecidos pela norma, podemos citar: Quartos em hospitais: 35-45 dB(A), salas de estar em residências (sem ocupação): 35-45 dB(A), salas de aula: (sem ocupação): 35-45 dB(A) e escritórios: 45-55 dB(A).(Santiago, Freitas, Crasto, 2012:91)

## **2.16 Isolamento Térmico**

Conforme 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 97 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.

## **2.17 Impermeabilização**

A norma NBR 15575:2013 estabelece critérios para estanqueidade de fachadas, pisos de áreas molhadas, coberturas e demais elementos da construção. As fontes externas de umidade comuns são a ascensão de umidade do solo pelas fundações e infiltração de água de chuva pelas fachadas, lajes expostas e coberturas. No interior das edificações a água pode decorrer dos processos de uso e limpeza dos ambientes, vapor de água gerado nas atividades normais de uso, condensação de vapor de água e vazamentos de instalações.

O sistema construtivo *Light Steel Frame* deve conter estanqueidade à água de chuva em fachadas, em vedações verticais com incidência direta de água, em juntas entreparedes e entre paredes lajes, em pisos com contato ao solo e no sistema de cobertura. Além disso, as barreiras impermeáveis devem ser de não-tecidos impermeáveis à água e permeáveis ao vapor d'água, podendo ser mantas pré-fabricadas ou membranas moldadas in loco (Sistema Steel House, 2014).

## **2.18 Vedações**

No sistema *LSF*, os componentes de fechamento devem ser constituídos por elementos leves, compatíveis com o conceito da estrutura dimensionada para suportar vedações de baixo peso próprio, além de buscar materiais de fechamento e acabamento que propiciem uma obra limpa, com redução ou

eliminação das etapas de execução que utilizem argamassas ou similares (Santiago; Freitas; Crasto, 2012).

Os produtos normalmente utilizados para a vedação externa em construções residenciais em *LSF* são placas cimentícias e chapas de OSB. Para vedações internas normalmente são utilizadas chapas de gesso acartonado (ABDI, 2015).

Segundo Campos (2014), a instalação das placas deve ser feita com os cantos desencontrados, evitando que haja a propagação de uma fissura que possa aparecer em uma das juntas da placa. A instalação de placas junto a aberturas nas paredes deve ser feita de modo que os cantos de ambos os componentes não se encontrem, devendo ainda as placas serem instaladas com desenhos diferentes em ambos os lados da abertura.

Conforme a ABDI (2015, p. 133), “a exemplo das práticas internacionais, as construções devem receber isolamento térmico e acústico adequados, para o conforto dos ocupantes e atendimento às normas brasileiras.” Segundo o manual técnico da Brasilit (2014, p. 73), “o isolamento termoacústico no *LSF* é baseado em conceitos mais atuais de isolamento multicamada, que consiste em combinar placas leves de fechamento afastadas, formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante (lã de vidro).”

### **2.18.1 OSB**

As placas de *OSB* são uma espécie de chapa estrutural, produzida a partir de filamentos de madeira orientadas com três a cinco camadas perpendiculares prensadas e unidas com resinas sob altas temperaturas, tornando maior sua resistência mecânica e a rigidez. As placas *OSB* devem ser utilizadas no fechamento tanto na face interna, quanto na face externa dos painéis. A *OSB* também pode ser utilizada em forros, pisos e substratos para cobertura, porém não se deve ficar exposta a intempéries, necessitando de um acabamento impermeabilizante (REGO, 2012). Fechamento externo com placas *OSB* pode ser visto na Figura 30.



Figura 30: Fechamento externo com placas OSB.  
Fonte: Espaço Smart (2017).

### **2.18.2 Placas Cimentícias**

As juntas entre as placas podem ser aparentes, situação em que são utilizadas placas com bordas planas e tratamento com materiais elastoméricos. Podem também ter juntas invisíveis, caso em que se faz necessário o uso de placas com bordas rebaixadas e tratamento feito com primer impermeabilizante, fita telada para juntas e massas para tratamento de juntas (CRASTO, 2012; CAMPOS, 2014).

As placas cimentícias são melhores em áreas expostas a intempéries, substituindo o gesso acartonado. Em caso de utilização em pisos, deve-se associar com um substrato de apoio, como chapas de madeira, visando proporcionar às placas cimentícias resistência ao esforço de flexão. Suas dimensões possuem largura fixa de 1,20m e comprimento que pode variar de 2,00m, 2,40m e 3,00m. Sua espessura possui variações de 6mm, 8mm e 10mm (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012). Fechamento externo com placas cimentícias pode ser visto na Figura 31.



Figura 31: Fechamento externo com placas cimentícias.  
Fonte: RC Pisos (2015).

Segundo a Brasilit (2014), as placas cimentícias podem receber diversos tipos de acabamentos, como texturas, pinturas acrílicas, cerâmicos e outros. Seu sistema de montagem é muito semelhante ao das placas de gesso acartonado, apresentando rapidez para execução. As dimensões, pesos e aplicações: placas cimentícias podem ser vistos na Figura 32.

Espessura***	Comprimento**		Largura**		Peso da Placa	Peso por m <sup>2</sup>	Aplicações
	Nominal	Real	Nominal	Real			
6 mm	2000 mm	1995** mm	1200 mm	1195 mm**	24,4 kg	10,2 kg	Divisórias leves, forros e dutos de ar-condicionado.
	2400 mm	2395** mm	1200 mm	1195 mm**	29,4 kg	10,2 kg	
	3000 mm	2995** mm	1200 mm	1195 mm**	36,7 kg	10,2 kg	
8 mm*	2000 mm	1995** mm	1200 mm	1195 mm**	32,6 kg	13,6 kg	Paredes internas em áreas secas e úmidas, revestimentos de paredes comuns ou em subsolos.
	2400 mm	2395** mm	1200 mm	1195 mm**	39,2 kg	13,6 kg	
	3000 mm	2995** mm	1200 mm	1195 mm**	49,0 kg	13,6 kg	
10 mm*	2000 mm	1995** mm	1200 mm	1195 mm**	40,8 kg	17,0 kg	Utilizadas para áreas secas e úmidas, internas e externas. Ideais no fechamento externo em Sistemas Steel ou Wood Framing e isolamentos termoacústicos.
	2400 mm	2395** mm	1200 mm	1195 mm**	49,0 kg	17,0 kg	
	3000 mm	2995** mm	1200 mm	1195 mm**	61,2 kg	17,0 kg	
12 mm*	2400 mm	2395** mm	1200 mm	1195 mm**	58,8 kg	20,4 kg	Para uso interno na compatibilização com o Drywall ou em fechamentos internos ou externos que necessitem de maior espessura por questões estéticas ou físicas específicas.
	3000 mm	2995** mm	1200 mm	1195 mm**	73,5 kg	20,4 kg	

\* Placas disponíveis com bordas longitudinais rebaixadas para Juntas Invisíveis. / \*\* Poderá variar +/- 1 mm

\*\*\* Todas as espessuras disponíveis poderão ter variação de +/- 10%

Figura 32: Dimensões, pesos e aplicações: placas cimentícias.  
Fonte: Catálogo Placa Cimentícia (2012).

### 2.18.3 Gesso acartonado

Conforme a BRASILIT (2014, p. 71), “as placas de gesso acartonado são fabricadas industrialmente e compostas de uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidos em ambos os lados com lâminas de cartão, que conferem ao gesso resistência à tração e flexão”, daí a origem do nome. As placas de gesso são aplicadas em paredes, tetos e pisos e permitem a obtenção de superfícies lisas.

Desta forma obtêm-se uma base perfeita para a posterior aplicação de revestimentos e pinturas. As placas são montadas fácil e rapidamente, o que otimiza o trabalho do instalador. As placas são aparafusadas à estrutura metálica, formando a superfície interior de paredes e tetos. (CONSULSTEEL, 2012, tradução nossa). Placas de gesso acartonado aplicadas pode ser visto na Figura 33.



Figura 33: Placas de gesso acartonado aplicadas.  
Fonte: Piso Aqui (2017).

Segundo Bortolotto (2015), os tipos de placas de gesso acartonado mais comumente disponíveis no mercado e suas aplicações são:

- Placas *Standard* (ST): são destinadas a áreas secas. Podem ser utilizadas em paredes internas retas ou curvas, porém sem função estrutural e não expostas a intempéries;

- Placas Resistentes à Umidade (RU): conhecida como placa verde, possuem elementos hidrofugantes, e são indicadas para áreas úmidas, como lavanderias, banheiros e cozinhas;
- Placas Resistentes ao Fogo (RF): em sua composição, resistem ao fogo por até 2 horas. São recomendadas para a execução de paredes corta-fogo e servem como proteção passiva contra o fogo em estruturas de metal.

A Figura 34 mostra a Identificação das placas de gesso.



Figura 34: Identificação das placas de gesso acartonado.  
Fonte: (Associação Brasileira de Fabricantes de Chapas de *Drywall*, 2009, p 22)

## **CAPÍTULO II: ARTIGO CIENTÍFICO**

# ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA PERSPECTIVA INOVADORA E ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES RJ

ANTONIO CARLOS BARBOSA PAES DE ALMEIDA

## RESUMO

Com a demanda por tecnologias construtivas cada vez mais voltadas para o âmbito da sustentabilidade, que minorem os impactos ambientais na sua utilização, esta revisão bibliográfica aborda o *LSF - Light Steel Framing*, método construtivo já amplamente utilizado em países desenvolvidos, mas que ainda não surte muito efeito no mercado da construção civil nacional. É explicado de forma sucinta o que é esta tecnologia, os principais elementos que a compõe, seu processo de montagem, e sua origem e evolução no decorrer das décadas. Após tal embasamento teórico, adentra-se nas suas principais vantagens, tanto para o consumidor final, em questões de conforto e outros desempenhos, bem como para quem executa o empreendimento, em termos de economia, rapidez, dentre outras. Ainda se aponta as desvantagens de seu emprego, levando em conta, sempre que necessário, a comparação com outros métodos construtivos, como o concreto armado e alvenarias estruturais e de vedação com blocos cerâmicos e cimentícios, amplamente utilizado na região local. Por fim, conclui-se com a viabilidade de sua utilização, com seus prós e contras, apontando resultados dentro dos padrões pesquisados.

**Palavras-chave:** *Light Steel Framing*; Sustentabilidade; Vantagens; Desvantagens.

**ESTUDO DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA  
PERSPECTIVA INOVADORA E ECONÔMICA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL  
NO MUNICÍPIO DE CAMPOS DOS GOYTACAZES RJ**

**ANTONIO CARLOS BARBOSA PAES DE ALMEIDA**

**ABSTRACT**

With the demand for constructive technologies that are increasingly focused on sustainability, which reduce environmental impacts in their use, this literature review addresses the *LSF - Light Steel Framing*, a construction method already widely used in developed countries, but not yet available effect on the national construction market. It is briefly explained what this technology is, the main elements that compose it, its assembly process, and its origin and evolution over the decades. After such a theoretical basis, it enters into its main advantages, both for the final consumer, in questions of comfort and other performances, as well as for those who execute the enterprise, in terms of economy, speed, among others. The disadvantages of its use are also pointed out, taking into account, whenever necessary, the comparison with other constructive methods, such as reinforced concrete and structural masonry and sealing with ceramic and cement blocks, widely used in the local region. Finally, it concludes with the feasibility of its use, with its pros and cons, pointing results within the standards surveyed.

Key-words: *Light Steel Framing*; Sustainability; Benefits; Disadvantages

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil no Brasil permanece caracterizada pela utilização de sistemas construtivos predominantemente artesanais, tendo como características principais os inúmeros índices de desperdício de insumos e a baixa produtividade. Porém, o mercado vem dando sinais de que esta situação deve ser alterada e o uso de novas tecnologias é a melhor maneira de permitir a industrialização da construção civil e a racionalização dos processos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Moura (2013), a racionalização e a industrialização da construção são apontadas como a chave para reformulação dos métodos construtivos. Ambas são implantadas na construção civil objetivando fazer uma análise dos processos de transformação, fluxo e valor, visando o aperfeiçoamento de determinada atividade, além de uma maior produtividade e eliminação de desperdícios.

Esta preocupação com as questões ambientais e a necessidade de buscar alternativas sustentáveis para a indústria da construção civil nos demonstram que, por se tratar de um sistema construtivo altamente artesanal, a estrutura de concreto armado aliada a alvenaria de blocos cerâmicos é caracterizada pela baixa produtividade e pelo grande desperdício de materiais, devido a todas as etapas da construção ser executadas in loco (HASS; MARTINS, 2011). Tendo em vista a mudança deste contexto, uma das alternativas a serem adotadas é a utilização de um método construtivo bastante consolidado em países de primeiro mundo, porém no Brasil não muito empregado, o *Light Steel Frame (LSF)*. Segundo Faria (2008), após o fim da Segunda Guerra Mundial, os países desenvolvidos da América do Norte, Europa e Ásia passaram a se valer com maior intensidade de sistemas construtivos prontos, pré-fabricados, que proporcionassem maior produtividade e economia de mão de obra, cujo custo era muito alto nessas regiões.

De acordo com Crasto (2005), o *LSF* é um sistema de concepção racional altamente industrializado, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis de aço galvanizado de pequena espessura formados a frio,

promovendo um processo de construção de alta eficiência e grande rapidez de execução.

## 1.1 Justificativa

O sistema *LSF* é muito empregado em países como os Estados Unidos da América (EUA), Canadá e nos continentes Europeu e Asiático. Nestes lugares, tem-se amplo conhecimento a respeito das inúmeras vantagens que o *LSF* oferece, tais como industrialização, racionalização de material, rapidez de execução e redução de impactos ambientais.

No Brasil, entretanto, sua utilização é relativamente recente, de modo que a quantidade de obras realizadas com este sistema ainda é pouco significativa, estando a maioria delas concentradas no Sul e Sudeste do país. Em vista disso, dispõe-se de poucas informações acerca de suas potenciais aplicações e dos obstáculos enfrentados para sua implementação na construção civil brasileira, fato que justifica a revisão da literatura realizada neste trabalho.

Apesar do conhecimento das vantagens proporcionadas pelo sistema *LSF* em aplicações fora do país, tem-se a consciência de que as inovações devem ser adequadas ao local, ao clima, ser viáveis economicamente e ter compatibilidade com condicionantes nacionais. Por isso, o estudo de caso realizado neste trabalho busca apresentar informações detalhadas a respeito da construção de uma obra local empregando o sistema *LSF*, as quais podem servir de subsídio para a realização de trabalhos futuros, tanto em âmbito acadêmico quanto empresarial.

O desenvolvimento tecnológico e ao mesmo tempo o crescimento populacional, juntamente com a competitividade induz a necessidade de se produzir em maior demanda e com mais qualidade em menos tempo,

O sistema construtivo *Light Steel Framing* possui inúmeras vantagens do uso do aço na construção civil: maior produtividade; otimização de custos; sustentabilidade; facilidade de manutenção; conforto térmico e acústico.

Deste modo, esse estudo visa a investigação do uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* em obras da construção civil no município de Campos dos

Goytacazes RJ. Apresentando a relevância da aplicabilidade deste sistema em consonância com os aspectos econômicos e técnicos.

## 1.2 Vantagens e desvantagens do sistema

Se comparado ao sistema convencional, as vantagens do *Light Steel Framing* são, principalmente:

- melhores níveis de desempenho termoacústico;
- facilidade na execução das ligações;
- durabilidade e longevidade da estrutura;
- facilidade de montagem, manuseio e transporte, devido à leveza dos elementos;
- construção a seco, o que minimiza o uso de recursos naturais e os desperdícios;
- múltiplas opções de acabamento.

Para o CBCA (2014), o *LSF* apresenta vantagens significativas, como maior área útil, prazos de execução mais curtos, compatibilidade com outros materiais, racionalização da mão de obra, alívio de carga nas fundações, organização no canteiro de obras e a reciclabilidade.

Entre as poucas desvantagens do *LSF* pode-se citar o custo, uma vez que ele ainda é um pouco superior, quando comparados aos métodos construtivos tradicionais e em razão do local em que as obras são realizadas. Contudo, a redução do tempo de construção pode colaborar para a queda do custo global. O tradicionalismo das pessoas também é um empecilho para a adoção do sistema. Por fim, há carência de profissionais qualificados no *LSF* (MASTERWALL, 2016). Em grandes escalas e em construções geminadas, o *LSF* pode ter um custo unitário menor, havendo um ganho de cerca de 15% em cada 10 unidades habitacionais construídas (CBCA, 2014).

### **1.3 Viabilidade financeira e técnica do sistema *Light Steel Framing***

O estudo demonstra a viabilidade, tanto financeira quanto técnica, do sistema. As pesquisas apontam que o sistema *LSF* os seguintes diferenciais, além do menor custo:

- qualidade do produto;
- tranquilidade do cliente;
- durabilidade e confiabilidade da obra;
- celeridade da construção.

Em contrapartida, há ainda uma certa insegurança do público em geral com relação ao sistema construtivo, mas percebe-se que as pessoas vêm buscando informações, como forma de evitarem os diversos problemas causados nas construções pelo sistema convencional.

Segundo Sanches e Sato (2009), as etapas mais relevantes para a construção de uma unidade habitacional em *LSF* são as de fechamento, revestimento e estrutura. Portanto, demandam mais trabalho, material, tempo e, conseqüentemente, mais recursos financeiros para sua execução. Em conjunto, essas etapas são responsáveis por mais de 44% do valor do imóvel. Sobre a velocidade construtiva no sistema, há uma considerável diminuição no tempo de utilização de mão de obra. As construções podem ser montadas todas nos canteiros de obra, como podem ser pré-fabricadas, somente com a estrutura ou com os subsistemas já instalados e embutidos (SANCHES; SATO, 2009).

### **1.4 Objetivo geral**

Apresentar o sistema construtivo *Light Steel Framing* no campo da construção civil como meio mais produtivo, eficiente, sustentável, econômico e ao mesmo tempo que promova menos desgastes e desacertos comuns nas construções tradicionais.

## 1.5 Objetivos específicos

- Realizar estudos sobre o sistema construtivo *Light Steel Framing* demonstrando a viabilidade financeira em comparação de custos com o sistema construtivo tradicional.
- Demonstrar as vantagens e desvantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* com relação a outros sistemas construtivos tradicionais.
- Apresentar informações técnicas pertinentes ao processo construtivo e a tecnologia aplicada.

## 2 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se por uma pesquisa exploratória, envolvendo as informações e características necessárias ao sistema construtivo *Light Steel Framing*, buscando entender se este sistema é realmente viável para realidade brasileira e se baseia principalmente em materiais bibliográficos publicados como livros e artigos científicos. Um estudo de caso comparativo será realizado entre os sistemas construtivos mais comumente utilizados, alvenaria, a fim de confrontar a partir de análises aprofundadas sobre o método construtivo *Light Steel Framing*. Fará um estudo com levantamento da viabilidade da utilização do *LSF* no município de Campos dos Goytacazes RJ.

## 3 ESTUDO DE CASO:

### 3.1 Comparativo entre a alvenaria convencional e *Light Steel Framing*

Obviamente, todo sistema construtivo tem suas particularidades e pode destacar suas vantagens ou desvantagens. Na alvenaria tradicional, o custo de fundação está em torno de 15% do valor total da edificação, enquanto no *Light Steel Framing* o valor é reduzido para 7%. Isso é possível devido à distribuição de carga uma vez que na alvenaria tradicional essa distribuição é pontual fazendo com que a fundação seja mais solicitada. O *Light Steel Framing* permite uma execução mais precisa de paredes e portas e atinge uma precisão milimétrica. Para alvenaria, a

medição é em centímetros, o que pode causar irregularidades no projeto no futuro. Por ser considerado um sistema de construção "seco", o *Light Stell Framing* oferece um canteiro de obras limpo e organizado. Quanto à alvenaria, é necessária muita água durante o processo de construção, além de refletir em um canteiro de obras sujo, de difícil limpeza (OLIVEIRA, 2012).

Em uma obra construída em alvenaria, a estrutura da edificação é executada com concreto armado, e a qualidade de sua execução depende de fatores externos como mão de obra qualificada, umidade do ar e temperatura. A estrutura do *Light Stell Framing* é composta por aço galvanizado, e o produto segue um rigoroso conceito de qualidade durante o processo de fabricação. Ambos os sistemas estruturais são duráveis e podem ser usados por mais de 100 anos com manutenção adequada. A estrutura de alvenaria não pode proporcionar um bom isolamento térmico, o que acarretará em custos de manutenção da temperatura. Por outro lado, o sistema construtivo *Light Stell Framing* fornece forte isolamento térmico devido à lã de vidro (CARMO e JÚNIOR, 2015).

Entende-se que a alvenaria convencional é amplamente utilizada no Brasil, afinal é um método construtivo, os materiais e insumos utilizados são "baratos", as ferramentas e equipamentos utilizados são de fácil obtenção e possuem grande demanda de trabalho, mesmo que não seja qualificado. O edifício, em geral, tem bom desempenho, alta resistência, custo de manutenção relativamente baixo e longa vida útil. Porém, esse método construtivo segue um processo caracterizado pelo artesão, sendo difícil o controle da qualidade da obra, resultando em baixa produtividade, limitações construtivas, patologia, perda de material e alto índice de geração de resíduos. (CASSAR, 2018).

Como a estrutura *Light Stell Framing* é construída pelo método a seco, sua estrutura é em aço galvanizado e montada por mão de obra qualificada. Os materiais utilizados são de alta qualidade e já industrializados. Sua estrutura é simplificada e flexível, conforme definido no projeto de construção. Possui alta produtividade e pode facilmente montar, manusear e transportar todos os materiais e equipamentos. A construção é racionalizada, a manutenção cômoda e o desperdício gerado é menor. O *Light Stell Framing* permite que diferentes tipos de materiais sejam combinados para acabamento e isolamento. No entanto, os materiais e a mão de obra necessários para realizar este método construtivo são

mais caros do que os necessários para realizar trabalhos em alvenaria tradicional (CASSAR, 2018).

### **3.2 Viabilidade de execução de projeto *Light Steel Framing***

De acordo com o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-HABITAT), moradias populares devem proporcionar aos residentes uma boa qualidade de vida, capacidade de arcar com as despesas básicas da vida, desfrutando de todos os direitos humanos básicos. A demanda por moradias de interesse social está diretamente relacionada ao aumento da demanda por moradias de baixo custo. Essas casas são adequadas para pessoas de baixa renda que não podem obter moradia e não podem obter os serviços necessários de profissionais relacionados à engenharia civil. No Brasil, o interesse do governo federal pela construção de moradias de assistência social foi acompanhado pela industrialização do País. Por volta da década de 1930, devido ao grande número de pessoas que vinham do campo para trabalhar e morar nas cidades, esse interesse foi despertado, que é chamado de êxodo rural (MOREIRA, 2020).

Ainda de acordo com Moreira (2020) em 2005, foi promulgada uma lei do Sistema Nacional de Habitação do Benefício Social (SNHIS) para democratizar o acesso à moradia para a população de baixa renda. Em 2008, foi constituída no Brasil a Lei nº 11.888 / 20083, que garante que famílias de baixa renda possam ter acesso gratuitamente trabalhos técnicos de profissionais da área de engenharia civil. Em 2015, pesquisa realizada pela Comissão Brasileira de Arquitetura e Urbanismo e Instituto Datafolha apontou que mais de 85% da população brasileira não utilizava assessoria profissional qualificada em suas edificações, devido à baixa aplicabilidade da legislação no Brasil. (CAU / BR e DATAFOLHA, 2015). Com o surgimento do plano habitacional, existem vários processos construtivos no mercado que podem ser utilizados para a construção dessas unidades familiares, mas o sistema que predomina no programa Minha Casa Minha Vida é a alvenaria.

Entretanto o sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa viável por se tratar de um sistema industrializado e racionalizado, podendo aumentar a produtividade e reduzir insumos e desperdício de tempo. Permite a produção em série, o que pode contribuir sobremaneira com as metas de planejamento dos órgãos governamentais, além disso o *Light Steel Framing* garante melhor controle da

qualidade da obra e proporciona melhores condições de trabalho aos profissionais da construção (SANTIAGO et al.2010).

### 3.3 Comparativo de custo

Para o estudo de caso, o objetivo foi demonstrar o custo e a viabilidade econômica do sistema *Light Steel Framing* na região de Campos dos Goytacazes – RJ, realizando assim uma análise comparativa dos valores de uma residência, levando em conta o método de construção em *Light Steel Framing* e a Alvenaria Convencional.

Nesta perspectiva, apresenta-se neste trabalho um projeto de uma residência PIS (Padrão Interesse Social) localizada em Campos dos Goytacazes – RJ, com área a ser construída igual à 66,45 m<sup>2</sup>, contendo 01 sala, 02 quartos, 01 cozinha, 01 banheiro, área de serviço e circulação, cuja planta baixa está ilustrada na Figura 35.

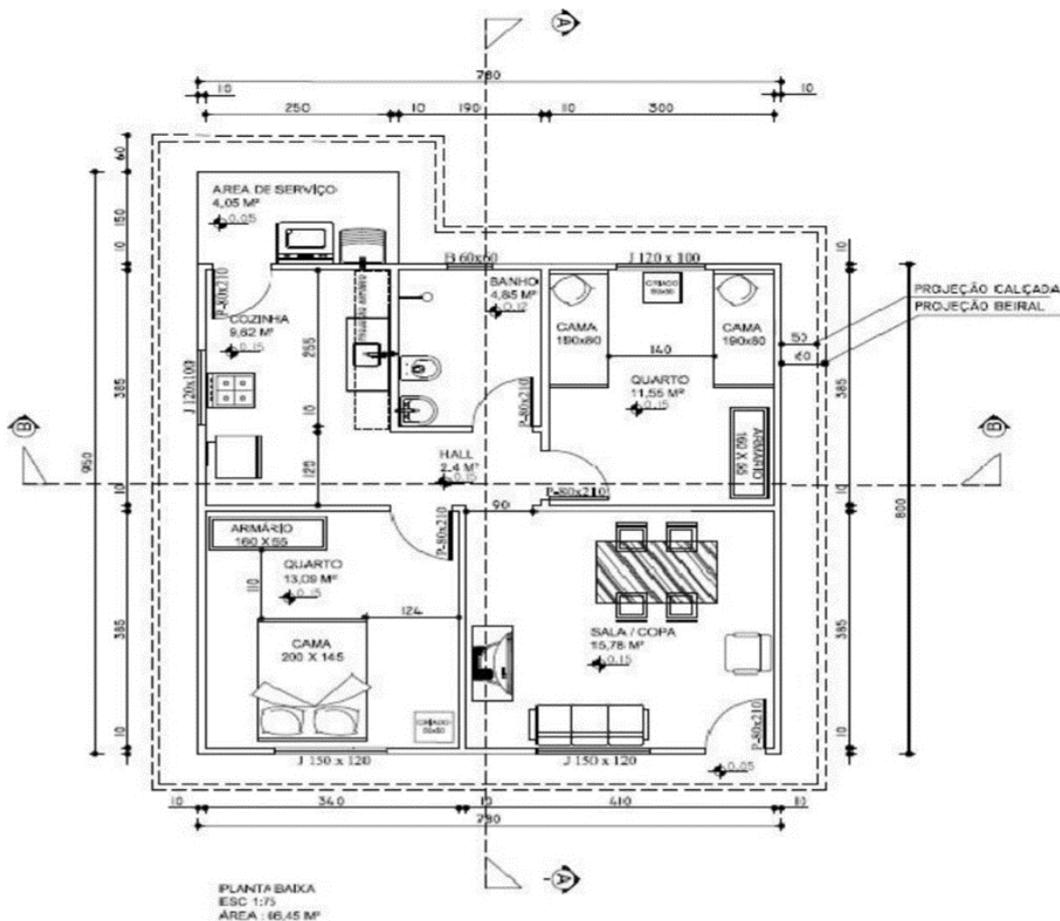


Figura 35: Projeto – Planta Baixa.  
Fonte: Cortesia de Thales Soares.

Foi realizado contato via telefone e e-mail com algumas empresas, solicitando orçamentos relativos ao método em *Light Steel Framing* para a construção da planta supracitada.

Neste sentido, a empresa TR CONSTRUÇÕES LTDA de Campos dos Goytacazes - RJ nos forneceu um orçamento para a construção em *LSF*.

Para a Construção Convencional adota-se o valor do CUB publicado pelo SINDUSCON / RJ em outubro de 2021, para a faixa PIS (Padrão Interesse Social).

O CUB/m<sup>2</sup> é o Custo Unitário Básico de Construção, “calculado de acordo com a Lei Fed. nº 4.591, de 16/12/64 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT).

A seguir (Tabela 01), apresenta-se a comparação de custo por m<sup>2</sup> e de custo final para a construção dessa residência utilizando o método em *Light Steel Framing* e o método em Alvenaria Convencional.

Tabela 01: Comparação de custo por m<sup>2</sup> e custo total entre o *LSF* e a Alvenaria Convencional.

Método:	<i>Light Steel Framing</i>	Alvenaria Convencional
Custo p/ m <sup>2</sup> :	R\$ 1.400,00	R\$ 1.317,98
Custo Total:	R\$ 93.030,00	R\$ 87.579,77

Fonte: Autores do estudo.

Nesse sentido, o resultado da comparação entre o valor fornecido pela empresa e o valor do CUB publicado pelo SINDUSCON / RJ de outubro de 2021, mostra que o custo da construção dessa residência em *Light Steel Framing* é mais oneroso em comparação com o método convencional.

Ressalta-se que tanto o orçamento fornecido pela empresa TR CONSTRUÇÕES LTDA de Campos dos Goytacazes - RJ para a construção desta residência em *LSF*, assim como o orçamento baseado no CUB para a construção convencional (estruturas em concreto armado e alvenaria cerâmica de vedação) desconsideram o tempo de execução da obra.

Como um parâmetro na determinação dos custos do setor da construção civil, entretanto o CUB na composição desses custos não leva em consideração as fundações.

O valor do orçamento do *LSF*, leva em consideração toda a sua estrutura em aço galvanizado, incluindo também todo o seu acabamento, ou seja, as placas de fechamento vertical externas e internas, pintura, piso, instalações elétricas e hidráulicas, cobertura, esquadrias, ligações e montagem.

Através deste estudo, pode-se observar que os materiais estruturais do sistema *LSF* são mais caros do que os materiais necessários para a execução da alvenaria. Isso pode ocorrer porque esses sistemas ainda são produtos novos no mercado, portanto, são mais caros devido ao seu baixo grau de comercialização.

#### **4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Os orçamentos apresentados apontam para um maior custo da construção em *LSF* sobre a alvenaria tradicional. Com base apenas nesses valores, a priori pode-se dizer que economicamente seria viável a adoção deste método construtivo na região de Campos dos Goytacazes – RJ. Considerando outros fatores as vantagens observadas ao se definir o *LSF* como sistema de construção estão principalmente relacionadas ao tempo de execução da obra, que é muito menor do que as construções em alvenaria. a produtividade homem-hora para a construção em *LSF* é muito superior.

Levando em consideração o tempo de execução, pensando-se em produção em série, como por exemplo, a construção de moradias populares onde tem-se repetição e padronização, o *LSF* torna-se uma alternativa capaz de competir a altura com a alvenaria convencional, tendo por base também as vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos abordados neste trabalho.

Pela execução rápida, limpa e seca, o *LSF*, pode ser opção viável quando se tratar de edificações tanto para moradias, como para empreendimentos comerciais que demandam justamente um menor tempo de execução possível para um rápido funcionamento do estabelecimento.

O *LSF* vem crescendo no mercado brasileiro, e os estudos de caso apontam que a possibilidade de disseminação desse método pode ser bastante aumentada. No entanto, o cenário da construção no Brasil não é adequado para o uso em larga escala desse método construtivo, devido à falta de compreensão do sistema *LSF*, principalmente devido à falta de mão de obra qualificada. Além disso, a alvenaria é um método construtivo abrangente e, por questões culturais, o mercado brasileiro apresenta certa resistência à adoção de novas tecnologias.

## **5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através do embasamento teórico a respeito do sistema construtivo *LSF* apresentado neste trabalho, procurou-se compilar informações a respeito de suas particularidades, demonstrando uma visão ampla sobre as etapas construtivas e as vantagens e desvantagens de sua aplicação quando comparado ao sistema construtivo convencional em concreto armado com vedação em alvenaria de blocos cerâmicos.

Baseado nas questões de pesquisa fixadas neste trabalho, buscou-se chegar nos objetivos propostos. Um dos objetivos era avaliar se as tecnologias empregadas na construção do *LSF* apresentam vantagem sobre o método construtivo convencional, e por meio do estudo realizado, evidenciou-se que a construção em *LSF* oferece inúmeros benefícios técnicos, como a redução na sobrecarga estrutural associada a uma elevada resistência, a redução do cronograma, menor geração de resíduos, o alto grau de industrialização, além da durabilidade da estrutura, o que torna o método atrativo tanto para o construtor quanto para o cliente. Ainda, pode-se notar que o sistema construtivo convencional pode ser considerado pouco produtivo, uma vez que demanda de mais tempo para a realização das atividades, além de necessitar de um grande contingente de trabalhadores para a sua execução. Dessa forma, acredita-se que utilizar somente estas tecnologias artesanais não será capaz de suprir a demanda brasileira por construções e assim sanar seu gigantesco déficit habitacional.

O presente trabalho possibilitou ainda, analisar a grande vantagem técnica do Sistema *Light Steel Framig* como seu nível de industrialização na obra, rapidez na construção e facilidade na manutenção.

Observando os resultados de custos, o método *Light Steel Framing* mostrou-se mais oneroso em relação ao Sistema Convencional em nossa região.

Sendo assim, os aspectos positivos desse método é a viabilidade econômica e a sustentabilidade, pois os materiais usados são renováveis gerando pouco lixo e perdas, a manutenção e versatilidade da casa, essas manutenções são muito mais simples, rápidas e menos desgastantes.

Entretanto, mesmo o *LSF* apresentando várias vantagens em relação aos métodos convencionais de construção, o sistema não é bem difundido em nossa região, pois, é necessária a busca dos materiais e mão-de-obra especializada em outras cidades, tornando se método de construção inovadora que precisa ser apoiada e investida pela construção civil local, tendo em vista que o *Light Steel Framing* é uma alternativa, mais rápida e eficaz.

### CAPÍTULO III: REFERÊNCIAS

CAMPOS, Alessandro De Souza. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura.** 2021. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84> Acesso em: em 20 de novembro de 2021

DIAS, Luis Andrade de Mattos. **Aço e arquitetura: estudo de edificações no Brasil.** São Paulo: Zigurate Editora, 2001.171p.

SANTIAGO, Alexandre Kokke FREITAS, Arlene Maria Sarmonho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **'Steel Framing': Arquitetura.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço 2012. 151p

BEVILAQUA, Rosane. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e "Light Steel Framing".** 2005, 247 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

PIANHERI, José; SANTIAGO, Alexandre Kokke; TERNI, Antonio Wanderley. **Steel frame - fundações** - parte 1. Revista Técnica, São Paulo, edição 135, 2008.

Rodrigues, Francisco Carlos, CALDAS, Rodrigo Barreto, **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura.** 2. ed. 1.v. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço,2016.

PIT – Programa de Inovação Tecnológica. Portal Eletrônico. Disponível em: <<http://www.pit.org.br>>

HASS, Deleine Christina Gessi e MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais.** 2011, 76 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Produção Civil, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba.

ROSSI, Fabrício, **Steel Frame: Vantagens e Desvantagens. Aprenda Agora!** Disponível em: < <https://pedreiro.com.br/steel-frame-vantagens-e-desvantagens-passo-a-passo/>> Acesso em: 06 junho de 2018.

TELLES, Pedro Carlos da Silva, **História da Engenharia no Brasil: séculos XVI A XIX** Rio de Janeiro, Clavero, 1994.

RIBEIRO, Carmen Couto; Pinto, Joana Dark; STARLING, Tadeu. **Materiais de Construção Civil.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.

BORTOLOTTO, Ana Larissa Koren. **Análise de viabilidade econômica do método *Light Steel Framing* para construção de habitações no município de Santa Maria - RS.** Engenharia Civil, Santa Maria, jan. 2015.

MASO, Júlio Berton. **Análise comparativa entre o sistema construtivo *Light Steel Framing* e Alvenaria estrutural.** Engenharia Civil, Santa Rosa, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762: **Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Portal Eletrônico. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br>>

OLIVEIRA, Gustavo V. **Análise Comparativa Entre O Sistema Construtivo Em *Light Steel Framing* E O Sistema Construtivo Tradicionalmente Empregado No Nordeste Do Brasil Aplicados Na Construção De Casas Populares.** 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. 2012.

CASSAR, Bernardo Camargo. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x**

**light steel frame.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

SALES, U. C. **Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação.** Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001. 271p

LIMA, R. F. de. **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.

CARMO, Laila; JÚNIOR, Carlos. **Estudo comparativo em habitações sociais: alvenaria convencional x light steel frame.** Faculdade de Engenharia do Instituto DOCTUM de Educação e Tecnologia, Caratinga, MG, 2015.

REGO, D. J. M. **Estruturas de edifícios em Light Steel Framing.** 2011. 176 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves; OLIVEIRA, MS de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares.** CONSTRUMETAL. 4ª edição, 2010.

Santiago, A.K.; Freitas, A. M. S.; Crasto, R. C. M. de.: **Manual de Construção em Aço - Steel Framing.** Arquitetura.: 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2012. 1.v. 152 p.

Sites:

<https://www.sinduscon-rio.com.br/wp/wp-content/uploads/2021/01/Cub-outubro-de-2021.pdf>