

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS**

**Rubens Euripedes Dias da Silva Junior**

**VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL***  
***FRAME*: VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**ITUVERAVA**

**2023**

**RUBENS EURÍPEDES DIAS DA SILVA JUNIOR**

**VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL*  
*FRAME*: VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.  
Fundação Educacional de Ituverava para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.**

**Orientador: Prof. Esp. Willow Borges Caliman  
de Souza Costa**

**ITUVERAVA**

**2023**

**RUBENS EURIPEDES DIAS DA SILVA JUNIOR**

**VIABILIDADE TÉCNICA DO SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL*  
*FRAME*: VANTAGENS E DESVANTAGENS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.  
Fundação Educacional de Ituverava para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.**

Ituverava, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

Orientador(a): \_\_\_\_\_  
**Prof. Esp. Willow Borges Caliman de Souza Costa**

Examinador(a): \_\_\_\_\_  
**Prof. Esp. Murilo Lourenço Rizieri**

Examinador(a): \_\_\_\_\_  
**Prof. Esp. Amanda Paula Caretta Teixeira**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, dos quais me orgulho e a todos que me alicerçaram até aqui, dedico também este trabalho aos meus amigos que nesse período estiveram do meu lado. Também a Minha eterna mentora Tainara Cristina Ávila.

## **AGRADECIMENTOS**

Muito obrigado, ao professor. Esp. Willow Borges Caliman de Souza Costa pela competência, paciência, dedicação e sabedoria. À Deus, pela minha existência e Fé.

**“Assim como a Planta é o Projeto de uma Construção Civil, o Sonho é um Projeto de Construção da vida”. (Wendel Henrique Ferreira)**

## RESUMO

O presente estudo apresentou um sistema construtivo opcional no Brasil, o *Light Steel Frame*, originário do avanço tecnológico incentivado pela necessidade da construção civil em criar, aperfeiçoar, minimizar o desperdício, o impacto ambiental e, sobretudo o prazo do processo construtivo. Atualmente, o método mais aplicado no Brasil é a construção com tijolos ou blocos de concreto, método este que acaba por incidir em grande desperdício de materiais e ainda diminuição na produtividade. O *Light Steel Frame* se faz num processo construtivo em aço galvanizado, com fases industrializadas que minimizam os resíduos no período de execução da obra. Com estrutura leve, a fundação acaba por não sofrer muita sobrecarga, minimizando no custo do aço. O presente estudo identificou tanto os pontos positivos quanto os pontos negativos para emprego desse tipo de construção no custo final da obra. Conclui-se, portanto que o uso do *Light Steel Frame* (LSF) é recomendado para suprir a procura de construção no Brasil. Pode-se verificar também que em determinados casos o custo do projeto é um pouco mais alto em se comparando aos sistemas convencionais de alvenaria ou concreto armado, contudo, a celeridade da execução concede que o lucro seja retornado com maior rapidez tornando-se, portanto mais executável.

**Palavras Chave:** Sistemas construtivos inovadores. *Light Steel Frame*. construção industrializada.

## SUMMARY

The present study presented an optional construction system in Brazil, the *Light Steel Frame*, originating from the technological advance encouraged by the need for civil construction to create, perfect, minimize waste, environmental impact and, above all, the term of the construction process. Currently, the most applied method in Brazil is the construction with bricks or concrete blocks, a method that ends up focusing on a great waste of materials and also a decrease in productivity. The *Light Steel Frame* is made in a constructive process in galvanized steel, with industrialized phases that minimize the residues during the construction period. With a light structure, the foundation ends up not suffering much overload, minimizing the cost of steel. The present study identified both the positive and negative points for using this type of construction in the final cost of the work. It is concluded, therefore, that the use of the *Light Steel Frame* (LSF) is recommended to supply the demand for construction in Brazil. It can also be seen that in certain cases the cost of the project is a little higher when compared to conventional masonry or reinforced concrete systems, however, the speed of execution allows the profit to be returned more quickly becoming, therefore more executable.

**Keywords:** Innovative construction systems. *Light Steel Frame*. industrialized construction.



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: BLOQUEADOR</b> .....	15
<b>FIGURA 2: CANTONEIRA EM L</b> .....	15
<b>FIGURA 3:FITA DE AÇO GALVANIZADO</b> .....	16
<b>FIGURA 4:PERFIL AÇO <i>STEEL FRAME</i> GUIA 3000 X 90 (MM)</b> .....	16
<b>FIGURA 5:PERFIL MONTANTE 90 PARA <i>STEEL FRAME</i></b> .....	17
<b>FIGURA 6:RADIER</b> .....	28
<b>FIGURA 7:ESTRUTURA EM <i>STEEL FRAME</i> SENDO MONTADA</b> .....	30
<b>FIGURA 8:FECHAMENTO EM PLACA CIMENTICIA</b> .....	31

## LISTA DE SIGLAS

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas.

LSF – *Light Steel Frame*

M- Metros

M<sup>2</sup>- Metros quadrados

NBR- Norma Brasileira

OSB - *Oriented Start Board*

SINAT- Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais

SPDA- Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Definição de <i>Light Steel Frame</i> .....	14
2.1.1 <u>Principais Elementos Utilizados no LSF -Definição:</u> .....	15
2.2 Histórico do LSF .....	17
3 PERFIS ESTRUTURAIS METÁLICOS .....	18
3.1 Painéis .....	19
3.2 Painéis OSB .....	19
3.3 Placas Cimentícias e de Gesso Acartonado .....	19
3.4 Métodos de Montagem .....	21
4. VANTAGENS DO LIGHT STEEL FRAMING .....	21
4.1 Características Construtivas .....	22
4.1.1 <u>Flexibilidade Construtiva</u> .....	22
4.2 Durabilidade e Desempenho da Estrutura.....	23
4.3 Manutenção e Instalações.....	23
4.4 Características de Desempenho.....	23
4.5 Otimização dos Recursos Naturais e Desempenho da Construção .....	24
5 DESVANTAGENS DO <i>LIGHT STEEL FRAME</i> .....	25
5.1 Cultura da Construção Civil Brasileira .....	25
5.2 Mão de Obra Especializada.....	26
5.3 Custo de Execução.....	26
6 OBRA EM <i>LIGHT STEEL FRAME</i> .....	27
6.1 Fundação .....	27
6.1.1 <u>Fundação dos dormitórios</u> .....	28
6.1.2 <u>Fundação da área social</u> .....	29
6.2 Matérias.....	29
6.3 Montagem da Estrutura .....	29
6.4 Fechamento .....	31
6.5 Interfaces entre instalações prediais .....	32
6.6 Impermeabilização .....	32

<b>7</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho é composto em apresentar as vantagens e desvantagens do *Steel Frame* em comparação com as obras convencionais feitas hoje no Brasil, e será utilizado como exemplo uma residência unifamiliar que foi construída no município de Miguelópolis-SP. Este trabalho também irá apresentar e demonstrar como é feito o desenvolvimento, especificar suas fases, a construção e montagem de uma residência em *Light Steel Frame*.

A indústria da construção civil busca frequentemente inovações tecnológicas, ou ainda, a adequação e adoção das já existentes, em locais que antes não eram aceitas.

Geralmente os métodos construtivos costumam seguir a cultura local, buscando viabilizar o fácil acesso aos materiais, bem como a mão-de-obra especializada e, ainda, os gastos para a execução da obra.

O método construtivo denominado “*Light Steel Framing*” (LSF), por ora abordado neste estudo, se faz numa dessas inovações que ocorrem rotineiramente neste ramo.

Assim, empregar tecnologias construtivas que privilegiem o desenvolvimento sustentável, conforto termo-acústico, arquitetura diversificada e ainda rapidez de efetivação da obra, como o *Light Steel Framing*, se fazem de extrema relevância num mundo no qual a expansão populacional não acompanha de fato as etapas de modernização dos materiais utilizados na construção civil, e ainda os choques que a referida indústria causa ao ecossistema.

Desta forma, justifica-se o quanto a utilização do método construtivo *Light Steel Framing* sintetiza para o consumidor final, ou ainda para o ecossistema, no que se relaciona ao custo x benefício e ao desenvolvimento sustentável, considerando também as possibilidades e adversidades do construtor durante a construção, acrescentando entendimento teórico para a sociedade e comunidade científica.

No Brasil, o sistema construtivo mais empregado é a estrutura de concreto armado ligado a alvenaria de blocos cerâmicos. O referido sistema, além de artesanal, acaba por gerar grande desperdício de materiais, além de resíduos, originando problemas diversos, tais como prejuízos ao meio ambiente, fazendo-se necessárias inovações e ainda processos mais organizados a fim de criar sistemas construtivos mais eficazes e com menos resíduos.

Sabe-se que o Brasil é um dos grandes produtores de aço existentes no mundo, contudo essa potencialidade industrial não tem sido utilizada plenamente na construção civil, por causa da pouca informação sobre o produto (HASS; MARTINS, 2011).

Assim, o Sistema Construtivo *Light Steel Frame* (LSF), propicia melhor qualificação, agilidade na prática, além de orçamento sem esbanjamento de materiais e inflexibilidade no

prazo. O potencial de desenvolvimento sustentável se faz num dos quesitos em destaque já que a quantidade de resíduos sólidos é muito pequena.

O referido sistema foi inserido no Brasil no final dos anos 90, sendo aprovado pelo Ministério das Cidades como inovador.

De acordo com (SINAT 003/2010), o critério para avaliação técnica de produtos designa o sistema *Light Steel Frame* como estruturados em perfis leves de aço a frio com fechamentos em chapas longas.

Assim, o presente trabalho objetivo estudar o sistema construtivo LSF, a fim de evidenciar tanto as vantagens quanto as desvantagens de sua aplicabilidade, e ainda apresentar seu procedimento técnico construtivo, bem como estudar a qualidade do produto acabado.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Definição de *Light Steel Frame***

De acordo com Santiago; Freitas e Castro, (2012), Em português, o significado de *Light Steel Framing* é: *Light* = leve; *Steel* = aço e *Framing* que deriva da palavra *Frame* = esqueleto.

Assim, se faz numa armação de aço leve, por ser composto de perfis de aço a frio.

Segundo Jardim e Campos, (2009) os projetos de *Light Steel Frame* proporcionam individualidade para cada cliente, já que concede controle total dos gastos ainda nessa fase, e por ser um sistema de montagem, as peças são entregues na obra finalizadas, concedendo assim um melhor controle de perdas e gastos.

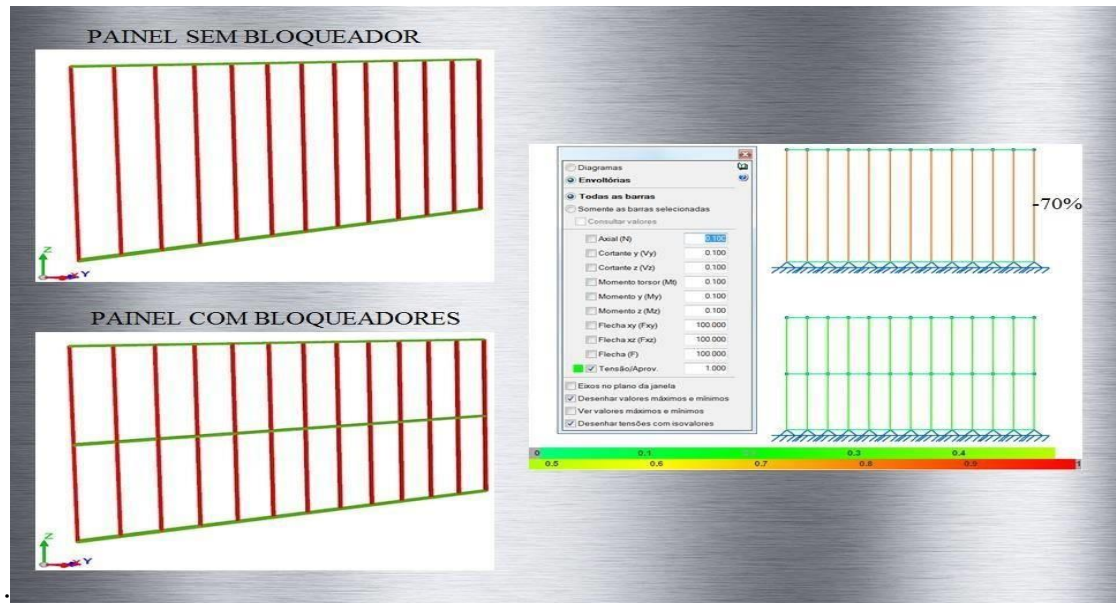
O LSF utiliza aço galvanizado leve, fabricado por processo a frio, utilizado com propósito estrutural, sustentando as cargas da edificação, e, simultaneamente são preparados, servindo como base para componentes de fechamento. (JARDIM e CAMPOS, 2009).

Segundo Bortoloto (2015), o referido termo vem da língua inglesa, sendo plenamente traduzido como Armação de Aço Leve. O *Steel*, ou Aço, determina a matéria prima fundamental do sistema. Ser leve, se faz numa das principais peculiaridades do referido sistema construtivo, o que vem proporcionar flexibilidade, já que são empregados perfis de aço leve decorrentes de chapas de aço finas. O termo *Framing*, por sua vez, nomeia o Esqueleto, estruturado por demais elementos estruturais ou de vedação, que operam em conjunto para resistir aos trabalhos mecânicos do projeto a ser empreendido.

### 2.1.1 Principais Elementos Utilizados no LSF -Definição:

**Bloqueador:** Empregado como trava horizontal de montantes e também de vigas, para aumentar a resistência do painel em forma de travamento, o material utilizado é o aço galvanizado.

**Figura 1:** Bloqueador



Fonte: Pozinelli Engenharia, 2023.

**Cantoneira:** Empregado na conexão de componentes, para auxiliar o travamento dos painéis, utilizado para fixação de parafusos.

**Figura 2:** Cantoneira em L.



Fonte :Leroy Merlin, 2023.

**Fita de aço Galvanizado:** Sistema de ligação entre elementos principais de uma estrutura para aumentar a rigidez tanto de paredes, quanto de pisos e cobertura, e ainda, como trava horizontal de vigas, piso ou cobertura, que quando planeada com os bloqueadores e empregadas na horizontal, minimizam a altura de flambagem dos montantes;

**Figura 3:**Fita de aço galvanizado



**Fonte:** Mercado livre, 2023.

**Guia:** Empregada como apoio que fixa os montantes de *Steel Frame* concebendo os painéis, elementos utilizados nos cantos das paredes, pisos e tetos, e são fixados por dentro da guia de forma vertical.

**Figura 4:**Perfil Aço *Steel Frame* Guia 3000 X 90 (mm)



**Fonte:** Mercado livre, 2023.



**Montante:** É Perfil de aço galvanizado que tem formato no tipo “C”, que é empregado na posição vertical da estruturação das paredes, que é utilizado na construção a seco para a montagem dos painéis de *Steel Frame*.

**Figura 5:** Perfil Montante 90 Para *Steel Frame*



**Fonte:** Mercado livre, 2023.

## 2.2 Histórico do LSF

Yamashiro, (2011,p.16) assim explica a origem do referido Método Construtivo, que concerne ao século XIX, por volta de 1810, aonde os Estados Unidos iniciaram o domínio do território americano e ainda em 1860, quando imigrantes chegam á Costa Oeste. Seu anunciador era *Wood Framing*, que emprega perfis de madeira contrariamente ao aço.

Fatores diversos colaboraram para a expansão da utilização de aço na construção civil, dentre eles:

“O primeiro fator se refere ao período pós-Segunda Guerra Mundial, no qual os Estados Unidos se estabelecia como grande produtor de aço e o segundo visava proteger os recursos florestais e ainda evitar construções inflamáveis, e para tanto, o governo acabou por delimitar a utilização de madeira nas construções”, o que favoreceu a procura e a evolução de residências edificadas com o referido material (BORTOLOTO,2015,p.28)”.

No Brasil, teve uma chegada mais lenta, por volta dos anos 90, sendo utilizadas exclusivamente em construções de médio e alto padrões. Com o passar dos anos, o referido método construtivo se tornou mais atingível, uma vez que empresas têm aplicado na produção destes materiais e ainda no treinamento de trabalho especializado tanto para montar quanto para conduzir tais edificações (YAMASHIRO, 2011).

Após a percepção de que o aço estruturado a frio era valorizado, o mesmo passou a comutar as construções em madeira, por causa da fabricação controlada e a não correlação com a natureza para obtenção de matéria prima.

### 3 PERFIS ESTRUTURAIS METÁLICOS

O *Light Steel Frame* é organizado a partir da criação de painéis, constituídos por perfis montados conjuntamente e afixados nas extremidades por outros perfis.

A utilização de perfis leves na construção civil brasileira é bastante recente. Atualmente não se faz necessário que o engenheiro projetista busque normas internacionais, já que foram elaboradas normas brasileiras de dimensionamento de perfis conformados a frio sendo: NBR 14762:2001 e a NBR 6355:2003 (COELHO, 2014).

Yu (2000) menciona a associação resistência-peso e a viabilidade de se processar uma chapa na própria obra, minimizando, pois gastos com transporte, além de e facilitar o manejo como vantagens de perfis formados a frio.

A facilidade do processo de fabricação de um perfil formado a frio, seguida da sua aptidão de inserção construtiva à obra, acabaram por estabelecer corriqueiramente o uso de algumas formas específicas de perfis.

Comumente, são usadas seções do tipo U simples (U) para bloqueadores e guias e U rígido (Ue ou C) para complemento de alma, montantes, vigas, vergas e ainda de ombreiras.

A norma que estabelece tanto as seções, quanto a espessura e características geométricas de perfis em LSF é a NBR 15253 e NBR 6355 (ABNT, 2014). Assim, o perfil a ser empregado é alterável, devendo, pois, obedecer às condições especificadas no planejamento básico. A NBR 15253 requisitos Gerais mostra as seções e suas aplicabilidades mais empregadas:

A dessemelhança do perfil guia (U) do perfil montante (Ue) está na falta de borda (D) no primeiro, o que concede adequada junção dos perfis. As guias por sua vez, não precisam conduzir e captar o peso da estrutura, função que os montantes, vigas e pilares devem cumprir. Assim, o máximo de vazão dos perfis de aço empregados na estrutura do LSF, deve ser maior ou igual a 230 MPA (BORTOLOTTI, 2015).

### 3.1 Painéis

De acordo com Maso,(2017);

“Os painéis do método construtivo LSF apresentam função dupla; a função estrutural e a função suporte para vedação. Quando apresentam a função estrutural, os mesmos transportam os esforços horizontais que são os ventos e sismos e ainda os verticais que incluem o peso do próprio sistema e carga de uso, de maneira direta para a fundação. Assim, o perfilamento dos montantes dos painéis é de grande relevância para precaver extravagâncias das cargas, no caso de mais de um andar diferente. Estando a estrutura em completo alinhamento, os esforços são concedido sem posição perpendicular ao chão, pela união entre a base dos perfis, onde efetivamente deve acontecer este evento (MASO, 2017, p.28).”

Sabe-se que os montantes podem resistir de forma adequada aos esforços verticais ativos na estrutura, contudo, se distantes, não aguentam esforços horizontais gerados pelo vento, por exemplo.

Assim, a fim de adicionar estabilidade estrutural, faz-se necessário utilizar elementos que possam contribuir para esse fim. É o caso dos sistemas de ligação entre os elementos básicos da estrutura, a fim de aumentar a firmeza da construção, ou seja, um sistema de contraventamento, sendo o mais comumente usado em modelo de X (MASO, 2017)”.

### 3.2 Painéis OSB

Segundo Yamashiro ; os painéis OSB podem ser utilizados na aplicação de forros , elementos de fechamento como paredes e divisões, ou ainda em decks, plataformas etc. Na hipótese da laje ser úmida, o referido painel ganha uma placa cimentícia que lhe concederá propriedades capazes de suportar a umidade.

“O painel de faixas de madeira comprimidas - OSB (*Oriented Strand Board*) exerce duplo propósito: estrutural, para a fabricação de campas utilizadas no LSF, e vedação, empregadas no remate de painéis de perfis metálicos. E de acordo com Yamashiro, a estrutura dos referidos painéis são compostas por camadas, que concede além de alta resistência mecânica, também rigidez. É gerado a partir de “strands” -partículas dispostas em três camadas perpendiculares (YAMASHIRO,2011, p.19)”

### 3.3 Placas Cimentícias e de Gesso Acartonado

Placas cimentícias e de gesso acartonado são produzidas a partir da junção de cimento *Portland* associados e ainda fibras de celulose ou sintéticas, possibilitando diferenças na composição das existentes no mercado tais como: a adição de fibras de plástico, vidro ou

celulose, na estruturação geral da placa ou em suas faces, conforme o fabricante (SOUZA, 2014).

Quanto às aplicabilidades, de acordo com Bortolotto, (2017), os elementos de vedação se fazem os mais adequados para a execução do *Light Steel Framing*, podendo ser utilizados tanto na parte exterior quanto interior.

É a categoria de vedação sugerida para locais úmidos ou submetidos a intempéries, devido sua constituição física e química. Porventura sejam usadas em pisos de lajes, é necessário o uso de chapas de madeira transformada ou placas OSB, já que as mesmas não satisfazem o acometimento de esforços de cargas no alicerce (BORTOLOTTI, 2015).

As referidas placas são vendidas com a largura padrão de 1,20 metros, tendo espessura variante conforme a aplicabilidade da mesma. O comprimento também pode variar, segundo indicações do projeto; sendo dispostas com parafusos fixadores específicos para o material.

De acordo com Maso, (2017); No que se refere à aplicabilidade em acabamentos, as referidas placas cimentícias são adaptáveis com os revestimentos usados no mercado, sendo indicada a aplicação de uma camada de selador acrílico em paredes exteriores e ainda em áreas úmidas.

Ainda de acordo com Maso, (2017), chapas de gesso comprimido são utilizadas frequentemente na execução do remate de alicerces de LSF, devendo ser aplicadas apenas em ambientes internos. Os referidos componentes são leves e a ordem de montagem é similar a do Drywall, fazendo uso dos perfis U e Ue e parafusos próprios para montagem.

Placas cimentícias são produzidas de forma industrial por uma combinação de gesso, água e complementos, sendo ainda recobertas nos dois lados com chapas de carvão que propiciam tanto robustez a tração quanto a pressão em sua armação. As normas que regem a sua fabricação são: NBR 14715, NBR 14716 e NBR 14717 (BORTOLOTTI, 2015).

As placas acima citadas são disponibilizadas para comercialização no mercado na medida de 1,20 metros de largura, e comprimento diversificado entre 1,80 m a 3,60 m, com espessuras variantes de 9,5 mm, 15,5 mm e 15 mm, considerando sempre previamente o fabricante e o intervalo entre os montantes. Tais elementos apresentam variações na sua composição, de acordo com a precisão de resistência à aquosidade e ainda ao fogo (BORTOLOTTI, 2015).

Os tipos de placas de gesso acartonado mais encontradas no mercado são;

“Placas Standard (ST)- para áreas secas. Com utilização em paredes internas, contudo sem finalidade básica e não expostas a mau tempo; Placas Resistentes à Umidade (RU): ou placa verde, com base hidrofugante, ideais para áreas úmidas, ou seja, lavanderias, banheiros e cozinhas; Placas Resistentes ao Fogo (RF): podem resistir ao fogo por até 2 horas. São indicadas para a aplicação em paredes corta- fogo e servindo de proteção inapetente contra o fogo em armações metálicas (BORTOLOTTI, 2015, p.65).

### 3.4 Métodos de Montagem

De acordo com *Gatti*(2016) existem quatro métodos principais utilizados na montagem das estruturas em LSF, sendo eles:

“Método “Stick””: os elementos são divididos e elaborados na própria obra, não sendo necessário um local para a pré-fabricação do sistema, facilitando o transporte das peças e ainda a ligação entre os elementos. Método por painéis: Pré-fabricados fora do canteiro de obras minimizando o tempo de execução da construção e garantindo um rígido controle de qualidade, além da diminuição de trabalho na obra, e ainda maior precisão na execução do total do sistema construtivo. Construção modular: sistema completo, produzido fora do canteiro de obras, com execução total de acabamentos internos, tais como, louças, metais, sistema hidráulico e elétrico. Balloon Framing e Platform Framing: no método Balloon, a base do piso é presa nas laterais dos montantes e os painéis, fecham a altura de um pavimento. Na Plataforma, os painéis não tem incumbência contínua estrutural e os pisos e paredes são estruturados especificamente por pavimento (GATTI,2016,p.62-64)”.

Com embasamento nas pesquisas dos principais elementos que formam o método construtivo LSF, pode-se prosseguir na análise das suas vantagens e desvantagens, uma vez que tanto a composição estrutural destes elementos, quanto suas estruturações e a forma de organização acabam por favorecer a obtenção de tais informações, considerando a óptica de quem realiza a obra, e ainda de seu usuário final

## 4. VANTAGENS DO LIGHT STEEL FRAMING

Para melhor análise do método construtivo LSF, deve-se conhecer suas particularidades, já que as mesmas mostram vantagens e desvantagens do seu uso, comparando, quando preciso, a outros métodos construtivos populares e propagados no âmbito nacional, como por exemplo edificações em concreto armado e alvenarias de fechamento ou ainda estruturais de blocos cerâmicos ou cimentícios (SOUZA, 2014).

Ainda segundo Souza,(2014), as Vantagens peculiares do sistema *Light Steel Framing* se dividem em duas categorias: Características Construtivas e de Desempenho.

## 4.1 Características Construtivas

Segundo Souza (2014, p. 24), as especificidades construtivas decorrentes nos benefícios da utilização deste método construtivo são: a industrialização de materiais e controle de qualidade.

Os produtos no método LSF são determinados e gerados por austeros processos industriais, com a disponibilização de adequações apropriadas e ainda dependentes de controles de categoria exigidos pelas normas vigentes, o que acaba por tornar mais segura a realização, além de aumentar a longevidade do empreendimento.

Assim, vale ressaltar o que antes já fora comentado sobre os perfis de aço estruturados à frio, os painéis pré-fabricados, as placas OSB, cimentícias e de gesso acartonado, itens fabricados que seguem severas normas de produção que asseguram alto controle de qualidade, minimizando os erros de execução e esbanjamento de materiais.

O sistema construtivo *Light Steel Frame* possui a vantagem da compatibilidade e economia favoráveis, sendo todo o processo descomplicado, com facilidades na montagem, execução, manuseio e ainda no transporte de seus componentes. Por ser um sistema leve, minimizam-se as despesas com a edificação da obra. Tanto as placas de fechamento, quanto as cimentícias ou ainda as de gesso acartonado requerem pouca mão de obra para receber acabamento final.

Vale ressaltar que pode-se utilizar também o método de composição modular, no qual os elementos, em sua maioria já vêm montados de fábrica, agilizando a execução da obra.

### 4.1.1 Flexibilidade Construtiva

A facilidade de montagem dos painéis para execução da obra flexibiliza e melhora muito a construção em *steel* em comparação com métodos tracionais, por ser uma obra que se utiliza painéis prontos já montados de acordo com o projeto a ser executado.

Pode ser feito maiores vãos livres, pois seu material permite pela resistência do aço e sua menor taxa de peso, o que viabiliza este tipo de adaptação no projeto.

Este método de construção facilita também na montagem das estruturas hidráulicas e elétricas possibilitando uma melhor execução no protejo, evitando o famoso faz e desfaz das obras convencionais e acelerando cada vez mais o andamento da obra.

De acordo com pesquisas este método possibilita diversas perspectivas estéticas e propensões de mercado no que se refere à flexibilidade construtiva, todavia, o número máximo de pavimentos usualmente é de 4 a 6.

## **4.2 Durabilidade e Desempenho da Estrutura**

A robustez do aço é mais que reconhecida, existe um controle de qualidade em sua produção, que visa propiciar um material mais uniforme em sua estrutura, permitindo assim, posicionamentos mais assertivos, inserindo maior segurança no seu uso. Os perfis de aço são subordinados ao método de zincagem que adiciona em sua natureza conservação e durabilidade. Vale ressaltar que em locais náuticos, a estrutura de aço necessitará de cuidados aos 40 anos, e no campo, aos 70 anos.

## **4.3 Manutenção e Instalações**

Tanto a execução quanto as instalações hidráulicas e elétricas são facilitadas, já que as paredes de fechamento são constituídas por perfis que podem ser furados com antecedência, o que favorece o acesso de tubulações e canalização elétricas. Consegue-se também incluir *shafts* em pontos estratégicos com o propósito de facilitar manutenções posteriores.

## **4.4 Características de Desempenho**

Souza (2014, p. 24,25) trata sobre as particularidades do método de desempenho e uso do LSF de acordo com a execução, tendo como mediadora a NBR 15575 – Edificações habitacionais.

Desempenho - algo primordial e necessário na indústria da edificação civil tanto no presente, quanto futuramente. Quanto a segurança, o sistema construtivo LSF dispõe de elementos com grande padrão de atuação de robustez ao fogo, e ainda os que não propagam chamas, tornando-os seguros neste quesito. Assim, por dispor de materiais de pequeno ônus de incêndio, como o metal, gesso acartonado (RF) e materiais cimentícios, o *Light Steel Frame* oferece e ainda atende os requisitos determinados pelos bombeiros no que se refere ao programa contra combustão e fobia (SOUZA, 2014).

#### 4.5 Otimização dos Recursos Naturais e Desempenho da Construção

O *Light Steel Framing* é um sistema majoritariamente de construção a seco, vindo a minimizar o desperdício de água completamente. Sua movimentação termo-acústico é notável, por causa da compatibilidade dos elementos de arremate e isolamento. Utilizando-se do aço, matéria – prima reutilizável por diversas vezes, entra no rol dos sistemas construtivos que menos acometem ao meio ambiente, classificando-se como construção sustentável (SOUZA, 2014).

De acordo com (Gatti, 2016, apud Freitas; Castro, 2006), na questão do desempenho acústico, que objetiva possibilitar a combinação de condições que assegurem bem-estar e excelência para o usuário, o emprego de materiais com grande massa ou consistência se fazem as melhores escolhas para certificar o bom isolamento do ambiente.

Assim, o método LSF, que tem a versatilidade como um dos principais atributos, concede que combinações sejam efetuadas, para que sejam atingidos resultados máximos.

Lã mineral ou lã de vidro podem ser combinadas entre as placas de gesso acartonado, o que vem minimizar o aumento de ruídos em certos ambientes, o que é chamado de Perda de Transmissão (PT).

Ainda de acordo com (Gatti, 2016, apud Freitas; Castro, 2006), sobre a atuação da resistência térmica, a fim de limitar a eliminação e/ ou aumento de calor, nas estações variáveis como no verão e também no inverno. No sistema construtivo LSF é relevante examinar as características dos elementos, dentre eles extensões e indicações, propriedade e faculdade térmica, absorvência, subjetividade e emissividade.

Mesmo assegurando o privilégio do conforto, no Brasil é inexistente ainda um estudo minucioso que possa analisar os requisitos e os equipamentos que poderiam ser utilizados e relacionados uns aos outros neste quesito.

Facilmente o consumidor pode vir a optar pelo sistema construtivo *Light Steel Framing*, devido às diversas características benéficas que o sistema oferece, sendo versátil e com atrativos de desempenho pouco identificados nos demais sistemas de construção, além de atender as solicitações ecológicas de proteção do ecossistema, já que sua aplicação é a seco, e com o mínimo de esbanjamento de materiais (GATTI, 2016, apud FREITAS; CASTRO, 2006).



## 5 DESVANTAGENS DO *LIGHT STEEL FRAME*

O *Light Steel Framing (Frame)*, se faz num método construtivo abundante em benefícios, peculiaridades que o diferenciam de outros presentes na tecnologia da edificação civil. Contudo, como ressaltado anteriormente, é pouco utilizado no Brasil, mesmo sendo uma tecnologia não muito atual, e já há bastante tempo utilizado em países diversos como Estados Unidos, França, Canadá, Espanha entre outros.

Assim sendo, cabem as seguintes indagações: o que torna esta tecnologia construtiva não tão interessante para comercialização no Brasil? Quais as inconveniências que favorecem o referido quadro de rejeição? (FARIAS, 2016)

Ainda de acordo com Farias, (2016), para se tratar de tais indagações, faz-se necessário analisar aspectos como a cultura da edificação civil brasileira, operários necessários para a execução da construção e as custas da aplicação do sistema. A partir destes três pontos relevantes, pode-se delinear a possibilidade da utilização do referido método construtivo, avaliando finalmente o que pode ser favorável para o consumidor final, empreiteiro e ainda para o engenheiro incumbido por sua realização.

### 5.1 Cultura da Construção Civil Brasileira

A falta conhecimento desse método de construção no Brasil faz com que a inserção no mercado ainda seja baixa nos últimos anos, os métodos tradicionais ainda dominam o cenário brasileiro.

Os métodos construtivos padronizados utilizados no Brasil, isto é, construções em concreto armado, estrutura de cimento e de fechamento com blocos cerâmicos e cimentícios, constituíram vínculos na cultura popular brasileira. Assim, acaba por existir certa incredulidade por parte dos clientes pela realização de seus projetos com uma técnica pouco conhecida, e para o construtor, o que interessa é reduzir os custos das obras e assim, acabam por não apostar em novas técnicas construtivas por medo de obter prejuízos e não lucros (FARIAS,2016,p.54).

Yamashiro (2011, p. 28) reforça o pensamento acima referenciado, mencionando que a acomodação por parte de construtores e consumidores acaba por impedir a aceitação de novas tecnologias. Pode-se compreender o referido fato, pela falta de conhecimento e especialização dos mesmos, uma vez que inovação é sinônimo de mudanças, e, muitos não se arriscam em explorar a novidade.

Assim, concernirá aos novos e futuros engenheiros, apreensivos com o meio ambiente, desenvolvimento sustentável e ainda com as normas de desempenho e conforto, questões atuais de grande relevância, a função de disseminar o que não é mais inovação no mundo da construção civil, ou seja, o LSF.

## 5.2 Mão de Obra Especializada

O LSF é uma técnica construtiva que por ser industrializado, necessita tanto de elaboração quanto de execução diversificadas dos demais métodos utilizados no país. Para a sua produção é necessária mão de obra especializada que não é simples de se encontrada em nosso mercado nacional, a produção é feita com montadores especializados para montagens de painéis, tesoura e treliça de aço galvanizado.

De acordo com Yamashiro (2011, p. 29), a escassez de conhecimento técnico, exemplificada na carência da produção de planos para a estrutura, execução e treinamento de operários para a efetivação da obra pelo referido método, se faz numa desvantagem ainda presente no LSF.

## 5.3 Custo de Execução

Uma obra de *Steel Frame* tem seu custo de execução um pouco elevado por conta da escassez de mão de obra, o que pode elevar o custo em relação a outros métodos convencionais.

Para melhor análise do custo de execução, devem-se realizar correlações com demais métodos de construção.

Maso (2017) faz uma análise significativa ao confrontar o LSF com a estrutura de cimento, baseando-se na execução de uma edificação com as particularidades abaixo descritas:

Residência geminada com 2 unidades individuais, com área útil de 38,74 m<sup>2</sup> cada, perfazendo um total de 44,71 m<sup>2</sup> de área construída, constituídas por dois dormitórios, banheiro, sala e cozinha conjugadas. A partir da referida análise, percebe-se enorme desigualdade quanto a estrutura dos dois sistemas construtivos. Principalmente pelo alto gasto com mão de obra qualificada na execução do LSF no tocante a alvenaria estrutural e o alto gasto com materiais utilizados na etapa, tais como: perfis de aço zincado, placas cimentícias e de gesso acartonado, dentre outros; o gasto com o telhado entre os dois métodos é quase o mesmo, enquanto o custo do reboco gasto na alvenaria estrutural é bem maior que o do LSF, já que os materiais utilizados

no referido sistema construtivo tem excelente acabamento; e o custo da pintura por sua vez é de até 49% menor no *Light Steel Frame*.

Prudêncio (2013) por sua vez analisou o gasto na construção de uma residência de 100 m<sup>2</sup> em média, constituída por garagem, sala, copa, cozinha, lavanderia, 02 dormitórios e ainda 01 suíte.

Observando a sua superestrutura, percebe-se que o referido item é ainda o grande vilão levando muitos clientes e construtores a não optarem pela utilização do LSF como sistema construtivo em seus empreendimentos, já que em tempos instabilidade na construção civil, toda e qualquer economia é ganho.

Com exceção de alguns elementos, ambos os orçamentos apresentam proporções de diferença equivalentes, todavia com a mesma produção.

## **6 OBRA EM *LIGHT STEEL FRAME***

O Exemplo a seguir é de uma residência que foi acompanhada em todos os processos de construção do *steel frame*. Esta residência está localizada no município de Miguelópolis- SP no bairro península dos nobres Quadra 7 lote 19.

Área total do terreno, 1272,27 m<sup>2</sup>, frente 16 m, fundo 14,64 m, lateral direita de 83,25 m, e esquerda 82,26 m. Foi construída uma residência unifamiliar com 292,22 m<sup>2</sup> toda de *steel frame*.

O Projeto foi executado de acordo com todas instruções da ABNT. NBR 16970 - *LIGHT STEEL FRAME*, e foi dividida em 3 partes: ABNT. NBR 16970- 1:2022 sobre o DESEMPENHO; ABNT. NBR 16970- 2:2022 sobre PROJETO ESTRUTURAL e ABNT. NBR 16970- 3:2022 sobre interface entre sistemas.

### **6.1 Fundação**

A obra foi dividida em duas etapas para otimização de tempo, primeiro foi feito a área dos dormitórios, em seguida a parte da social do imóvel - estes dois ambientes por serem em dois níveis diferentes devido o desnível do próprio terreno como podemos identificar na figura 6, não possibilitou que fosse feito em uma única estrutura de fundação.

**Figura 6:Radier**



**Fonte:** foto registrada pelo autor

### **6.1.1 Fundação dos dormitórios**

No nível inferior onde foram feitos os dormitórios, tivemos que fazer um muro de arrimo com altura máxima de 1,60 metros no final dele, esta altura veio se diluindo de acordo com o comprimento do terreno.

Foram utilizadas 26 brocas com diâmetro 30 centímetros m por aproximadamente 6 metros de profundidade, foram concretadas as brocas e o baldrame tudo de forma uniforme para conseguir manter uma maior qualidade da estrutura. No baldrame foi utilizado a concretagem contra barranco com uma medida 20 centímetros de largura por 30 centímetros de profundidade.

Este projeto contou com utilização de alvenaria convencional para construção do muro de arrimo, no ponto crítico foi feito a utilização de um dreno, para que toda água que percolasse entre este aterro não viesse colapsar o muro. Houve a realização da impermeabilização do baldrame antes da realização do aterramento.

Foi utilizado cerca de 21 m<sup>3</sup> de terra para o aterro deste pavimento para que o radier fosse executado. O radier em questão teve uma camada de 10 cm de profundidade utilizando aproximadamente 19 m<sup>3</sup> de concreto, pois o radier dos dormitórios não foi concretado a parte dos banheiros por questão de nível.

### **6.1.2 Fundação da área social**

No nível superior, para a execução da fundação da parte social foi utilizado um arrimo de 60 cm de altura na parte mais alta para que fosse colocado toda área em um único nível.

Foram utilizadas 12 brocas com diâmetro 30 cm por aproximadamente 5 m de profundidade, a concretagem das brocas e o baldrame foi realizada de forma conjunta para manter a qualidade da estrutura. No baldrame foi utilizado a concretagem contra barranco com uma medida 20 cm de largura por 30 cm de profundidade.

Houve a utilização de alvenaria convencional para construção deste muro de arrimo, houve a realização da impermeabilização do baldrame antes da realização do aterramento.

Foi utilizado cerca de 14 m<sup>3</sup> de terra para o aterro deste pavimento para que o radier fosse executado. O radier em questão teve uma camada de 10 cm de profundidade utilizando aproximadamente 10 m<sup>3</sup> de concreto.

## **6.2 Matérias**

Para montagem dos painéis foram utilizados perfis (U) juntamente com montantes, as fixações dos perfis para a montagem dos painéis foram feitas com parafuso autobrochantes de acordo com a norma ABNT.NBR 16970-2:2022 e para montagem das treliças foi repetido o mesmo processo.

## **6.3 Montagem da Estrutura**

A montagem da estrutura por todos os painéis já vieram prontos para a obra – o que é o diferencial maior do *Light Steel Frame* das demais alvenarias convencionais utilizadas no Brasil. Os painéis foram montados com perfis U de acordo com as normas vigentes utilizando os métodos de travamento para que a estrutura atendesse todos seus pré-requisitos.

A realização da fixação dos primeiros painéis é o ponto mais crítico do *steel* pois como se utiliza uma precisão de milímetros, é tudo feito com todo cuidado em atenção. Depois de instalados os primeiros painéis, a fixação dele na estrutura é feita no radier por barras roscadas que são chamadas de chumbadores, esta barra pode ser fixada por adesivo químico. Posteriormente é fixada na estrutura de aço galvanizado. Para a fixação das paredes é sempre

conferida as medidas fixadas em projeto, já que nesta obra em *Steel Frame* o painel já vem montados e é necessário que atinja uma alta precisão para montagens da estrutura da obra.

Após a execução das paredes de fechamento da estrutura é feito a instalação das treliças do telhado, conforme mostra a figura 7 a seguir, ilustra a montagem da estrutura de vedação juntamente com estrutura do telhado. Seguindo o mesmo exemplo de que tudo já vem pronto, deve-se conferir as medidas para execução dos travamentos dos telhados, a fixação das treliças nos painéis foram todas feitas por parafusos autobrocantes.

Nesse Projeto foram utilizadas telhas sanduíche de zinco galvanizado, como é feito no processo do *Steel Frame* as telhas já vêm cortadas e todas nas medidas exatas para execução do projeto.

Em relação a montagem da obra por todos os painéis, treliças e telhas já vierem com a medida exata, diminui a taxa de perca e desperdício de matérias em relação a outros modos de construção. Assim possibilitando uma obra mais organizada e limpa.

**Figura 7:** Estrutura em *Steel frame* sendo montada



**Fonte:** foto registrada pelo autor.

## 6.4 Fechamento

O sistema utilizado para o fechamento da vedação externa, foram aplicadas o modelo de placas aparentes com chapas de OSB (*Orientd Start Board*) e chapas de fibrocimento, placas cimentícias de acordo com o cronograma e designer da obra, como demonstra a figura 8.

O fechamento da vedação interna utilizou-se as chapas de OSB, Chapas de gesso *Drywall Standart*, Placas de gesso branco para fechamento dos quartos e áreas secas, para o fechamento dos banheiros e áreas úmidas do projeto foram utilizadas chapas de gesso *Drywall RU*, Placas de gesso verdes - estas placas têm maior resistência à umidade do que as placas de gesso branco.

Para a utilização do isolamento térmico e acústico, empregou-se o uso da Lã de PET em todos os cômodos da residência.

**Figura 8:** Fechamento em placa cimentícia



**Fonte:** foto registrada pelo autor.

## 6.5 Interfaces entre instalações prediais

O Projeto em *Steel Frame* facilita muito a instalação de diversos tipos de sistemas, pois possibilita o engenheiro definir todas as etapas no projeto utilizando a várias ferramentas para um melhor desenvolvimento do projeto, assim podendo adequar melhor os sistemas de acordo com a estrutura. Tais como:

- Instalações elétricas
- Instalação de água fria, esgoto e pluviais.
- Instalação de ar-condicionado.
- Instalação de SPDA (sistema de Proteção contra descargas atmosféricas)

## 6.6 Impermeabilização

A impermeabilização em áreas molhadas e úmidas devem ser feitas de forma imprescindível, já que a estrutura do *steel* é feita totalmente de aço galvanizado, placas de OSB, placas de gesso e placas cimentícias.

Foi executada a impermeabilização de todas as bases em contato direto com o solo com manta asfáltica, e sendo utilizados impermeabilizantes em todas as áreas molhadas e úmidas da obra para garantir uma melhor qualidade e resistência dos materiais. Nas áreas dos banheiros foram utilizadas as impermeabilizantes para o preparo da superfície para ser executada a aplicação de revestimento.

## 7 METODOLOGIA

A metodologia baseou-se no método de pesquisa exploratória de uma residência localizada no município de Miguelópolis-SP, nesta pesquisa foram realizadas a coleta de dados durante nove meses em que a obra foi realizada. Houve a obtenção de resultados reais para melhor entendermos sobre a construção de uma obra *Light Steel Frame* e suas vantagens e desvantagens.

Portanto, a pesquisa possibilitou o entendimento de todos os métodos utilizados em cada etapa desse modelo de construção, assim facilitando o discernimento de todo trabalho proposto.



## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Método Construtivo LSF apresenta tanto vantagens técnicas quanto construtivas, dentre elas: leveza da armação, prazo menor na efetivação da obra por causa da mecanização dos materiais que são disponibilizados de acordo com o projeto, fidelidade orçamentária, redução de gasto de matéria prima na execução, redução de gastos com operários, disposição do canteiro de obra, redução no transporte de matéria prima, minimizando a ocorrência de acidentes na obra, não há restrições de acabamento interno ou externo, excelente desempenho térmico e acústico, facilidade na manutenção quando necessária, otimização de área útil, já que as paredes apresentam menores espessuras que as de alvenaria, diminuição de choque ambiental, já que reduz a geração de resíduos, versatilidade arquitetônica e ainda controle de qualidade mais eficiente, pois a produção dos elementos é realizada em uma fábrica. (FREITAS, CASTRO, 2006).

As inconveniências se fazem mais especificamente no que se refere ao pouco conhecimento do público sobre o sistema, falta de operários qualificados, falta de entendimento da técnica e limitação de construção que é geralmente de 4 a 6 pavimentos (RAMOS, 2015).

Desta forma, o LSF se faz num método inovador, o qual necessita de uma equipe com prévia compreensão tanto da montagem quanto dos materiais a serem usados para uma perfeita efetuação da obra, toda a equipe técnica, incluindo engenheiros e arquitetos devem estar capacitados para executarem construções neste sistema.

Daí, percebe-se a necessidade da aplicação de recursos em capacitação da equipe técnica para mais correta execução, alcançando desta forma todas as vantagens que o sistema disponibiliza.

## 9. CONCLUSÃO

O estudo mostrou o sistema construtivo *Light Steel Framing*, com uma teórica coesa e sintética, revelando suas particularidades e metodologia construtivas passando por seu desenvolvimento e evolução, organizando para o prosseguimento e aprofundamento na observação dos benefícios e inconveniências de sua utilização, não só para o construtor como também para o consumidor final, em se comparando a outros métodos construtivos presentes no mercado.

No que se refere às particularidades favoráveis do referido sistema, foi perceptível a gama de sofisticação nele existente, dentre elas: agilidade na execução da obra; considerável bem-estar térmico e acústico; diminuição do uso de água na obra, que o categoriza como construção enxuta; e ainda contenção nas despesas com a base da obra.

O surgimento do interesse pelo assunto abordado, se faz deu pela inovação da técnica, que é atual no Brasil, porém está amplamente divulgado em outros países; passando pelo obstáculo cultural prevalente na cultura da construção civil brasileira, que opta a dar crédito em técnicas convencionais de edificação a aplicar em novas tecnologias, o que dificulta a escolha do método construtivo LSF.

O método construtivo LSF se faz eficiente, rápido, leve e sustentável, tornando-se uma boa alternativa no comércio da construção, por considerar as especificações técnicas e também dos clientes.

Após estudos, percebe-se ainda a falta de profissionais experientes e as custas relativamente altas da construção confrontada, por exemplo, com a alvenaria estrutural, frente às desvantagens da aplicação do referido sistema construtivo para construtores e consumidores.

Portanto, faz-se de interesse geral que mais estudos sejam produzidos discorrendo sobre o presente tema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), 2014. NBR 6118:

**Projeto de Estruturas de Concreto** - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT. NBR 6355/2003: **Perfis estruturais formados a frio**. 2003.

ABNT. NBR 14762/2001: **Dimensionamento de estruturas em aço constituídas por perfis formados a frio**.

ABNT. NBR 15217/2005: **Chapas de “Drywal”**. 2005.

ABNT. NBR 15235/2005: **Perfis de aço formados a frio**. 2005.

ABNT. NBR 16970/2022: **Light Steel Frame**. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades – Sistema Nacional de Avaliações Técnicas – SINAT (2010) revisão 1. Diretriz SINAT 003: **Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas** (Sistemas leves tipo “*Light Steel Framing*”). Brasília, Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat. 2012.

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. Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTO.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_ANA%20LARISSA%20KOREN%20BORTOLOTTO.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

CAMPOS, Alessandro de Souza. **O que é Light Steel Framing**. IBDA Fórum da Construção Civil. 2015.

COELHO, André Santos Ribeiro. *Light Steel Frame* – **Recomendações de projeto processo construtivo e detalhes orçamentários**. 2014. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário de Brasília, UniCeub, Brasília, 2014.

FARIAS, João Lopes. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo *Light Steel Framing* numa residência unifamiliar de baixa renda.** Engenharia Civil, Rio de Janeiro, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008166.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2020

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, Renata Cristina Moraes de. ***Steel Framing: Arquitetura***. CBCA, 2006. Guia do montador: Placa cimentícia. Brasilit, 2014

GATTI, Wagner. **Método Construtivo Steel Frame, Sustentabilidade e Economia na Construção Civil.** Engenharia Civil, Caçador, 2016. Disponível em: <<http://extranet.uniarp.edu.br/acervo/Biblioteca%20Digital%20PDF/Engenharia%20Civilaces> acesso em:02/02/2020.

HASS ,Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo *Steel Frame* como método construtivo para habitações sociais.** (Monografia). 2011.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro de Souza. ***Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da Construção civil.*** 2009.

LEROY MERLIN 2023, disponível em: < [https://www.leroymerlin.com.br/cantoneira-em-l-300cm-laco\\_89764885?utm\\_source=bing&utm\\_medium=cpc&msclkid=1d039df4d8fd1a42bab9f96fc16dc685&utm\\_campaign=ECOM\\_BS\\_SMART\\_Materiais&utm\\_term=4583864002868701&utm\\_content=Materiais\\_1P](https://www.leroymerlin.com.br/cantoneira-em-l-300cm-laco_89764885?utm_source=bing&utm_medium=cpc&msclkid=1d039df4d8fd1a42bab9f96fc16dc685&utm_campaign=ECOM_BS_SMART_Materiais&utm_term=4583864002868701&utm_content=Materiais_1P)>. Acesso em: 02 de junho de 2023.

LOJA DO MECÂNICO 2023, disponível em:<<https://www.lojadomecanico.com.br/produto/129198/37/490/fita-de-aco-perfurada-19-mm-x-040-mm-x-10-m-vonder-vonder-2808019010>> Acesso em 02 de junho de 2023

MASO, Júlio Berton. **Análise comparativa entre o sistema construtivo *Light Steel Framing* e Alvenaria estrutural.** Engenharia Civil, Santa Rosa, 2016. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3700/Monografia%20Julio%20Berton%20Maso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 fev. 2020

MERCADO LIVRE 2023, <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1105269316-montante-steel-frame-rollfor-90-3m-\\_JM?matt\\_tool=92309335&matt\\_word=&matt\\_source=bing&matt\\_campaign=MLB\\_ML\\_BING\\_AO\\_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL\\_X\\_PLA\\_ALLB\\_TXS\\_ALL&matt\\_campaign\\_id=382858298&matt\\_ad\\_group=HOME%20%26%20INDUSTRY&matt\\_match\\_type=e&matt\\_network=o&matt\\_device=c&matt\\_keyword=default&msslkid=a92d689befc1102b37dd0c00f11cb7d8&utm\\_source=bing&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=MLB\\_ML\\_BING\\_AO\\_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL\\_X\\_PLA\\_ALLB\\_TXS\\_ALL&utm\\_term=4579053617522482&utm\\_content=HOME%20%26%20INDUSTRY#&gid=1&pid=1](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1105269316-montante-steel-frame-rollfor-90-3m-_JM?matt_tool=92309335&matt_word=&matt_source=bing&matt_campaign=MLB_ML_BING_AO_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL_X_PLA_ALLB_TXS_ALL&matt_campaign_id=382858298&matt_ad_group=HOME%20%26%20INDUSTRY&matt_match_type=e&matt_network=o&matt_device=c&matt_keyword=default&msslkid=a92d689befc1102b37dd0c00f11cb7d8&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=MLB_ML_BING_AO_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL_X_PLA_ALLB_TXS_ALL&utm_term=4579053617522482&utm_content=HOME%20%26%20INDUSTRY#&gid=1&pid=1)>: Acesso em 02 de junho 2023.

MERCADO LIVRE 2023, <[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-903366597-fita-perfurada-aco-galvanizado-19-milimetros-30-metros-\\_JM?matt\\_tool=92309335&matt\\_word=&matt\\_source=bing&matt\\_campaign=MLB\\_ML\\_BING\\_AO\\_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL\\_X\\_PLA\\_ALLB\\_TXS\\_ALL&matt\\_campaign\\_id=382858298&matt\\_ad\\_group=HOME%20%26%20INDUSTRY&matt\\_match\\_type=e&matt\\_network=o&matt\\_device=c&matt\\_keyword=default&msslkid=0a481857b5a112aba6737c9a93a1a16e&utm\\_source=bing&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=MLB\\_ML\\_BING\\_AO\\_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL\\_X\\_PLA\\_ALLB\\_TXS\\_ALL&utm\\_term=4581252654962806&utm\\_content=HOME%20%26%20INDUSTRY](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-903366597-fita-perfurada-aco-galvanizado-19-milimetros-30-metros-_JM?matt_tool=92309335&matt_word=&matt_source=bing&matt_campaign=MLB_ML_BING_AO_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL_X_PLA_ALLB_TXS_ALL&matt_campaign_id=382858298&matt_ad_group=HOME%20%26%20INDUSTRY&matt_match_type=e&matt_network=o&matt_device=c&matt_keyword=default&msslkid=0a481857b5a112aba6737c9a93a1a16e&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=MLB_ML_BING_AO_HOME%20%26%20INDUSTRY-ALL-ALL_X_PLA_ALLB_TXS_ALL&utm_term=4581252654962806&utm_content=HOME%20%26%20INDUSTRY)>: Acesso em 02 de junho 2023.

POLIZIELLI ENGENHARIA 2023, <<https://poliziellieng.com.br/bloqueadoremsteel>> Acesso em 1 de junho 2023.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e *Light Steel Framing***. Engenharia Civil, Campo Mourão, set. 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1862/1/CM\\_COECI\\_2013\\_1\\_08.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1862/1/CM_COECI_2013_1_08.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2020. RAMOS, Renata. **Sem um único tijolo**. Revista Casa e Cia. 2015. Revista Técnica. *Steel Frame* - fechamento (parte 3). Ed 139. 2015.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, RenataCristina Moraes. **Manual de construção em aço Steel Framing**: Arquitetura. 2.ed. 2012.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção demoradias populares**. Construmetal – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica. São Paulo, Brasil, 2010.

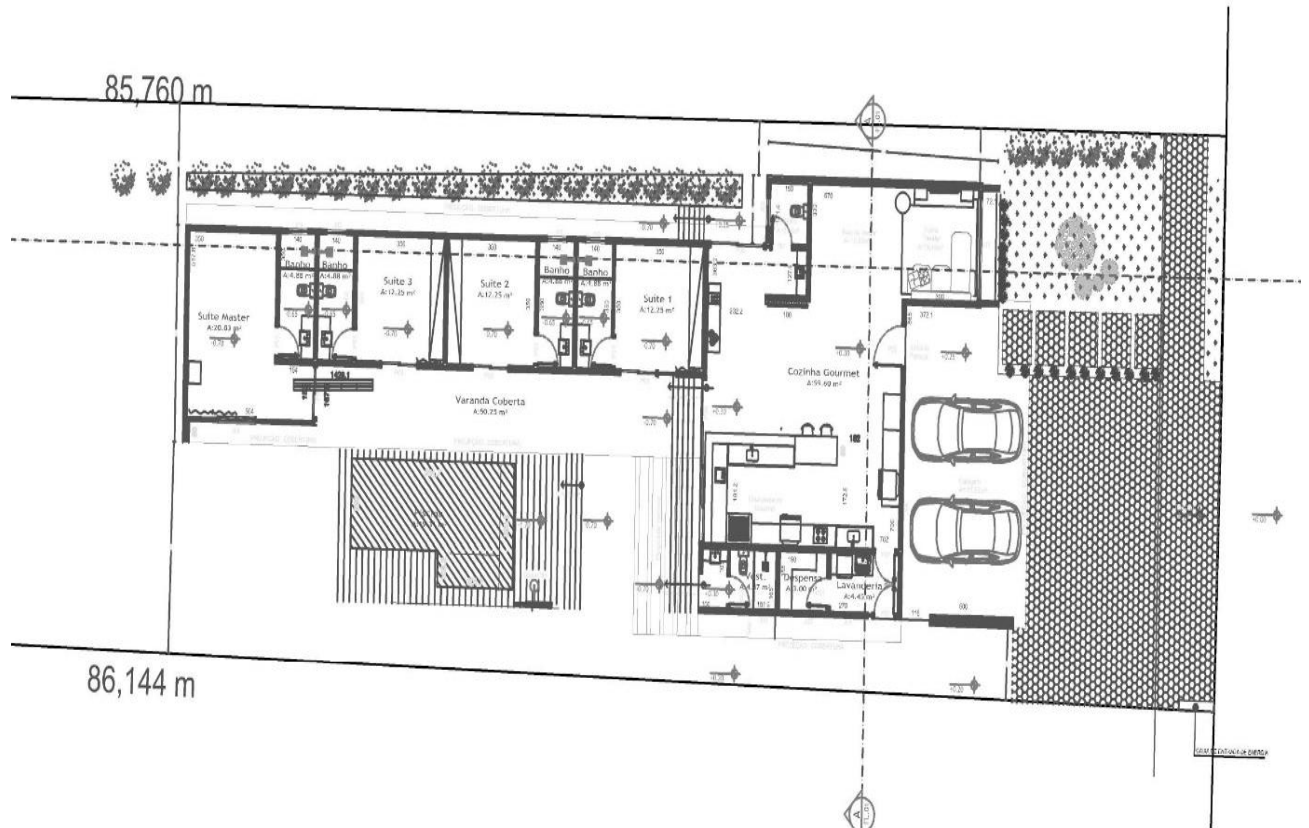
SOUZA, Eduardo Luciano de. **Construção Civil e tecnologia: Estudo do Sistema construtivo Light Steel Framing**. Construção Civil, Belo Horizonte, set. 2014. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/135.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2020

YAMASHIRO, Wagner Luis. **Execução de habitações populares com sistema construtivo *Light Steel Framing***. Engenharia Civil, São Carlos, 2011. Disponível em: <[http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa\\_files/TCC2011-Wagner.pdf](http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa_files/TCC2011-Wagner.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2020.

YU, W.W. **Cold-formed steel design**. New York, John Wiley & Sons, 2000.

## ANEXOS

## Anexo A – Planta Baixa.

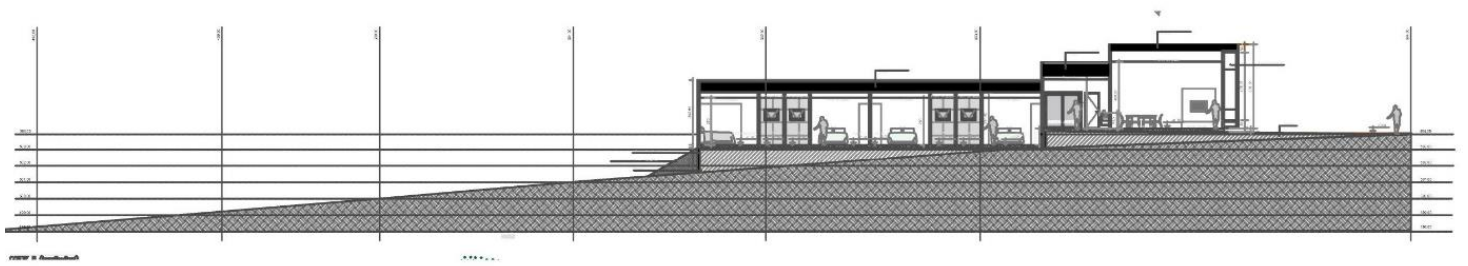


## Anexo B – Corte A

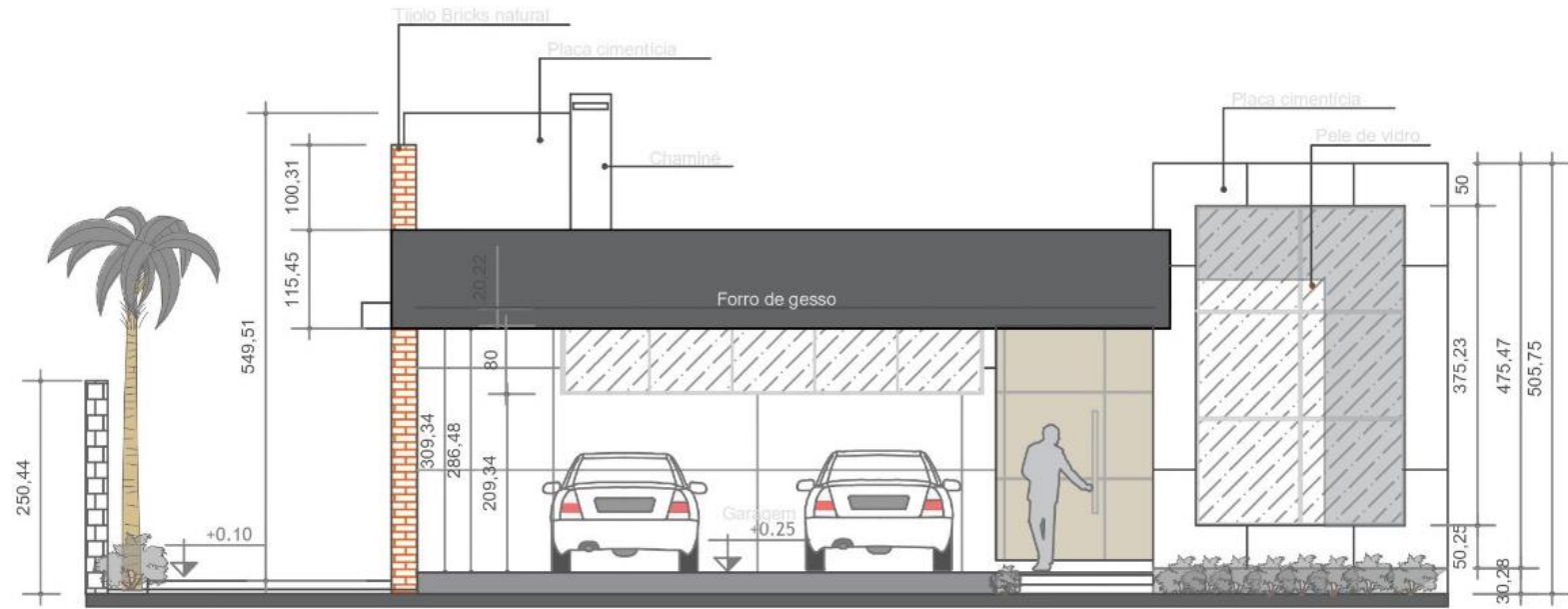


CORTE A (transversal)  
ESC. 1:100



**Anexo C – Corte B**

## Anexo D – Fachada



ELEVAÇÃO FACHADA  
ESC. 1:100

Anexo E – Planta Completa.

