



## SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME *versus* ALVENARIA CONVENCIONAL – ESTUDO COMPARATIVO DO CUSTO-BENEFÍCIO

**DIOGO FRANCO DURAN<sup>1</sup>**  
**DEMÉTRIO BERTOLA SOARES<sup>1</sup>**  
**Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> RENATA LIMA MORETTO<sup>2</sup>**  
Universidade São Francisco  
**[diogofduran@yahoo.com.br](mailto:diogofduran@yahoo.com.br)**

<sup>1</sup>Aluno do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

<sup>2</sup>Professora Orientadora no Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

### **Resumo**

Buscar alternativas construtivas mais eficientes, sustentáveis e rápidas de modo a aumentar a produtividade e atender a demanda crescente do mercado tem sido um dos grandes desafios para a construção civil. Para atender esta demanda, um novo método de construção, conhecido como *Light Steel Framing* (LSF), vem sendo uma ótima alternativa e, embora seja mais conhecido em países mais desenvolvidos, no Brasil sua prática vem sendo difundida e utilizada ganhando mais espaço no setor da construção, proporcionando uma execução de projeto rápida e com qualidade. Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre o sistema *Light Steel Framing* e Alvenaria Convencional através de um projeto residencial de um pavimento, apresentando um comparativo econômico em função do tempo de execução, gerando um indicador de produtividade entre os métodos, considerando residências de mesmo porte. Os resultados mostraram que o sistema LSF, como um sistema industrializado, apresentou maior produtividade, possuindo uma construção limpa, seca, e sustentável, além de apresentar baixo peso. Porém, em relação ao custo da obra, o estudo apresentou o sistema LSF como menos vantajoso financeiramente, quando comparado à alvenaria convencional, apresentando ser, aproximadamente, 18% mais caro que o sistema convencional.

**Palavras-chave:** *Light Steel Frame*. Alvenaria convencional. Produtividade. Custo-benefício.

### **1. INTRODUÇÃO**

O mercado de construção civil brasileiro encontra-se em presença de um cenário de crescimento e bastante competitivo. Devido à falta de recursos renováveis e a constante racionalização de água em consequência ao elevado índice de desperdício, tem obrigado construtores e empresas a buscarem outros métodos construtivos mais práticos e produtivos,



que facilitem a etapas de obras, e que ajude na durabilidade das construções e estruturas metálicas (SALOMÃO, 2019).

No Brasil um dos principais sistemas construtivos é a alvenaria convencional onde a carga atuante é absorvida pela estrutura de laje, vigas, pilares e transmitida à fundação. As paredes não possuem nenhuma função estrutural servindo somente como fechamento externo e separação de ambiente, formadas em blocos cerâmicos (tijolo), que usa recursos não renováveis para sua construção.

O método de construção em algumas regiões é bastante artesanal, tendo baixa produtividade com alto índice de desperdício e geração de entulho e a não necessidade da utilização de mão de obra qualificada. Sendo assim, é necessário evoluir as técnicas em algumas partes do país, aderindo maneiras mais sustentáveis e rápidas de se construir, de forma a obter qualidade e economia na obra.

Em busca de proporcionar maior produtividade reduzindo perdas e entulhos gerados na construção, um novo método de construção conhecido como *Light Steel Framing* (LSF), vem sendo uma ótima alternativa, embora seja mais conhecido em países mais desenvolvidos, no Brasil, sua prática vem sendo difundida e utilizada ganhando ainda mais espaço no setor, proporcionando uma construção rápida e com qualidade.

Lourenzo et al. (2015), define este método construtivo como painelizado que tem sua estrutura formada em (perfis) de aço leve, galvanizado formado a frio, tendo seu fechamento externo em placas cimentícias, Oriented Strand Board (OSB), siding vinílico, entre outros.

A racionalização de material, geração de resíduos mínima, qualidade e rapidez na construção são algumas das características deste sistema construtivo industrializado que mais se destaca e chama atenção para quem busca novas tecnologias para edificar sua obra.

Sendo assim, como objetivo principal, neste artigo serão abordadas algumas características dos métodos construtivos *Light Steel Frame* e alvenaria convencional, para a construção de uma residência de um pavimento, localizada na cidade de Atibaia, interior de São Paulo, avaliando ambos os métodos e efetuando um comparativo orçamentário e de produtividade para a realização do projeto em análise.

## 2. MÉTODOS CONSTRUTIVOS

### 2.1 Light Steel Frame

O *Light Steel Framing* (LSF), sendo considerada uma técnica construtiva nova, teve início nos Estados Unidos durante evolução das indústrias de aço após a segunda revolução industrial, quando o método de construção dos perfis metálicos e sua utilização passaram a ser empregado em grande escala pelos americanos (BERTOLINI, 2013).

Segundo Bertolini (2013), após a Segunda Guerra Mundial, os perfis metálicos começaram a ser utilizados com mais frequência, por serem mais leves e resistentes podendo vencer grandes vãos tendo uma vantagem em comparação ao “*Wood Framing*” que era o método padrão de construção a partir da madeira serrada e utilizado no país desde século XIX. O uso dos perfis também se tornou comum no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, uma vez em que o país foi completamente bombardeado e necessitava reconstruir cerca de quatro milhões de moradias.

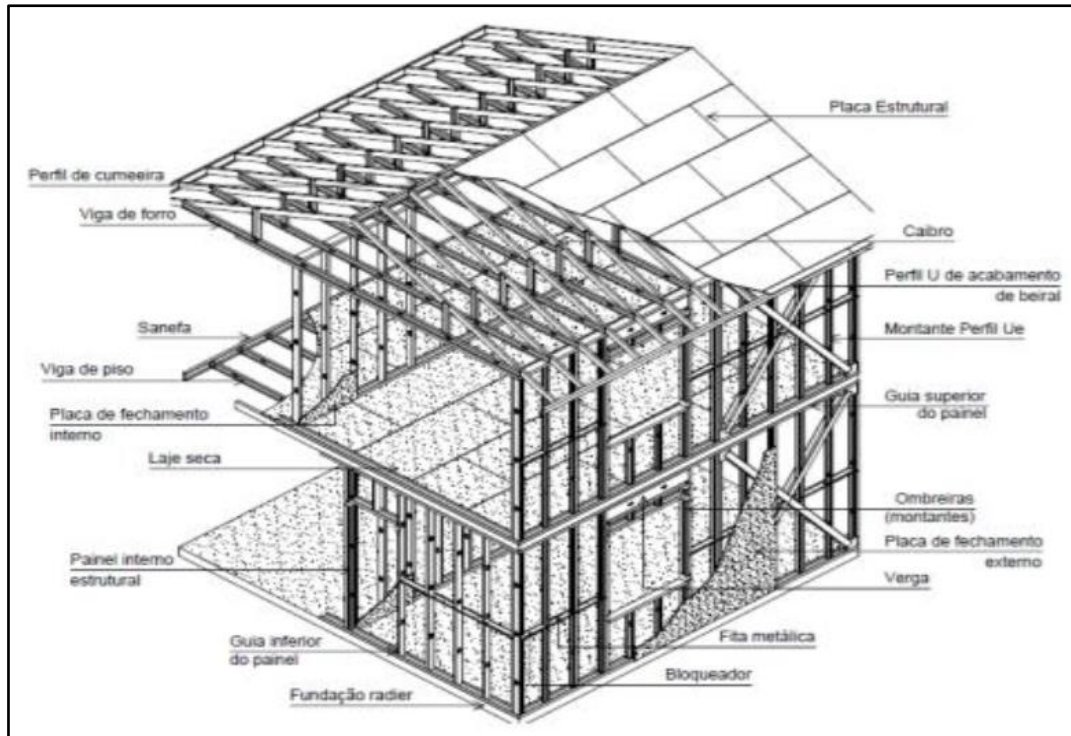
Em meados de 1980 e início de 1990, o LSF teve um grande impulso, devido a proibição de exploração às florestas mais antigas o que gerou o declínio da qualidade da madeira usada na construção, levando os construtores e empresas a optarem pelo aço (SANTIAGO; et al., 2012).

Conforme descrito anteriormente, as primeiras construções no Brasil neste método construtivo começaram em 1998, ainda com produtos importados principalmente na região sul, sendo empregadas em edificações de médio e alto padrão. Devido à rapidez e o baixo custo final apresentado, o método foi aplicado na construção de habitações populares, mas somente depois dos anos 2000 a indústria nacional passou a produzir os componentes para esse sistema.

Assim em 2005 foi apresentada a norma NBR 15253:2005 denominada “Perfis de aço formados a frio, para painéis reticulados em edificações”, tendo-a as dimensões, massa e propriedades geométricas dos perfis de aço comerciais mais utilizados no LSF, que são os perfis “U” simples para guia e os em “UE” enrijecido para montante (ABNT,2005).

O *Light Steel Frame* é um método construtivo de concepção racional, industrializado, que proporciona uma construção seca e leve, contendo em seu esqueleto estrutural perfis de aço galvanizados que são 100% recicláveis, formando painéis auto portantes, entre outros componentes, que formam uma edificação (SANTIAGO et al., 2012).

Seus principais componentes estão ilustrados na figura 1 e apresentam um sistema que se une a diversos subsistemas com dimensões padronizadas, sem nenhuma restrição arquitetônica, proporcionando um projeto eficiente, diminuindo o desperdício e o custo na construção.



**Figura 1** - Principais componentes do *Steel Framing*

Fonte: Daltro, et al., (2015)

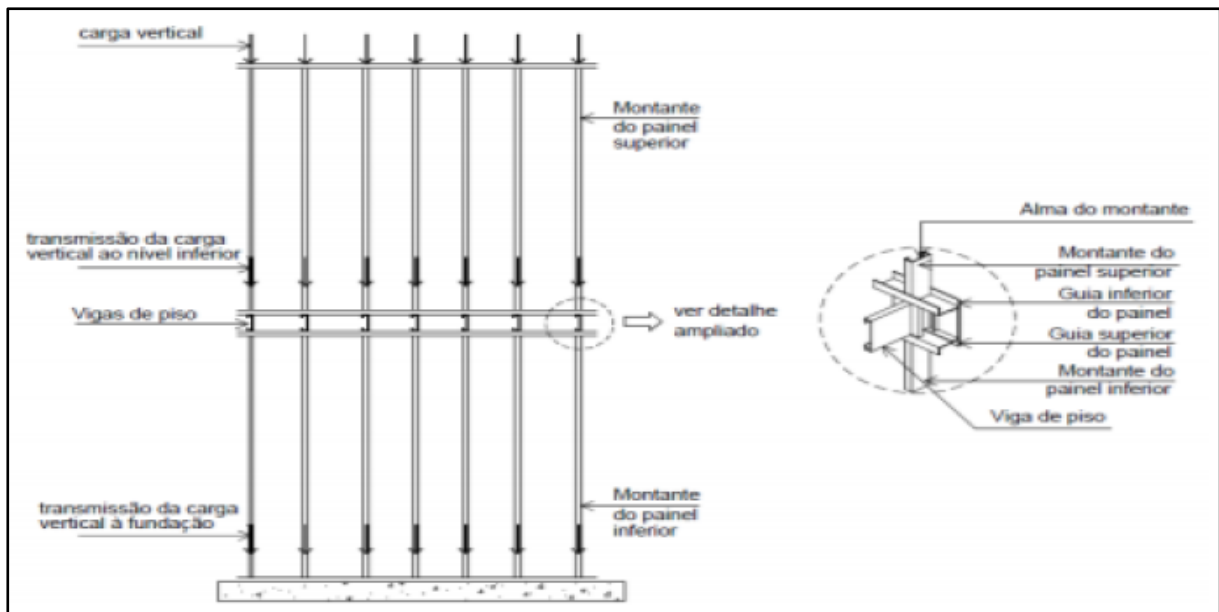
### 2.1.1 Método de Construção com o LSF

Segundo Santiago (2012) há três métodos de construção que é utilizado no *Light Steel Framing*:

- *Construção tradicional (Stick-built)*: Este método de construção consiste na montagem dos elementos estruturais no local da obra. Os perfis são cortados, montados e aparafusados no chão ou em cavaletes e só depois erguidos e colocados em sua posição final.
- *Construção em painéis (panelized)*: Este método é onde todos os painéis são pré-fabricados em galpões fora da obra, transportados e somente montados no local. Alguns painéis de fechamento também podem ser empregados na pré-fabricação para diminuir o tempo de serviço na edificação para construções em que há um curto prazo de entrega, pois, a montagem é rápida.
- *Construção modular*: São unidades pré-fabricadas entregues no local da obra com todos os acabamentos internos, tais como, revestimentos, louças sanitárias, bancadas, imobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas.

### 2.1.2 Painéis

Os painéis em LSF são estruturas de sustentação, com a função de transferir as cargas solicitantes para a fundação, conforme esquema apresentado na figura 2, além de formarem paredes e elementos de vedação. Sendo formado por perfis galvanizado do tipo U enrijecido com medidas de alma variando de 90 a 300 mm, podendo ser instalados na vertical, ou na horizontal, como viga de piso (Santiago, Freitas e Castro 2012).

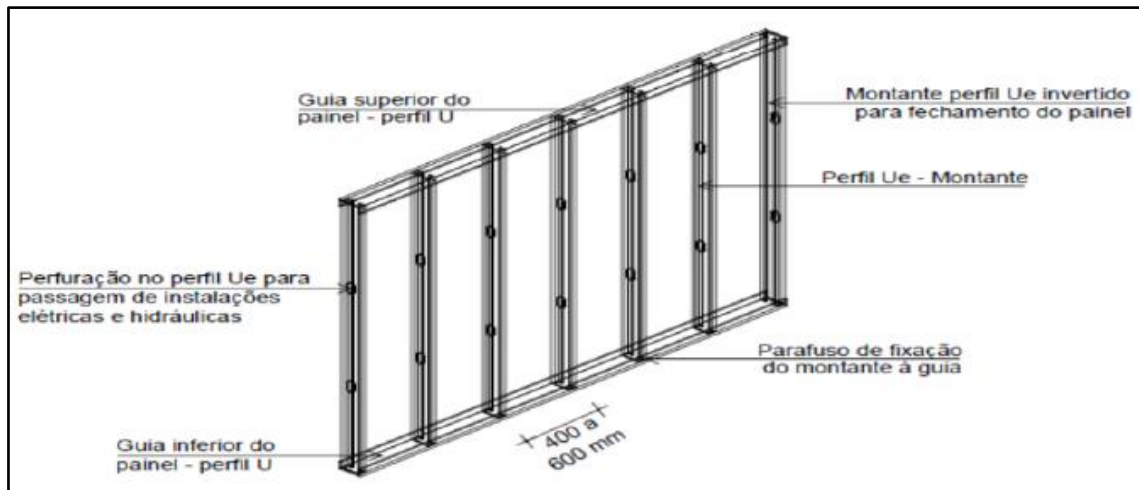


**Figura 2** - Esquema de Transferência de Cargas à Fundação.

**Fonte:** Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

Os painéis verticais, na sua maioria, são portantes tendo a função estrutural da edificação, com espaçamento entre montantes de 400 a 600 mm de eixo a eixo e dependendo da solicitação pode ser de até 200 mm, recebendo as cargas atuantes e dando estabilidade ao conjunto (Prudêncio, 2013).

Os painéis sem função estrutural podem formar divisórias, tanto em área interna como externa, tendo apenas a função de resistir a seu próprio peso. A figura 3 apresenta uma imagem do painel estrutural LSF.



**Figura 3** - Painel estrutural LSF

Fonte: Prudêncio (2013)

### 2.1.3 Fechamentos Verticais

A vedação vertical é um elemento fundamental nas edificações, pois, auxilia na proteção de agentes externos bem como pode ser utilizada para a criação de divisórias em ambiente. Os painéis de fechamento são componentes industrializados modulados, sendo eles as placas de OSB, e as placas cimentícias posicionados e fixados na parte externa da estrutura, e também as chapas de gesso acartonado (Drywall) no caso de fechamentos internos.

- *Oriented Strand Board (OSB)*: O OSB é um material derivado da madeira, composto por pequenas lascas em camadas cruzadas aglomeradas por resinas e prensadas, seguindo uma determinada direção, que lhe conferem alta resistência e rigidez. O painel é tratado para resistir a intempéries e ataque de insetos como cupins, por exemplo, possuindo diversas aplicações como, piso, telhados e fechamento de paredes externas e internas (FACCO, 2014).
- *Placas Cimentícias*: As placas cimentícias são produzidas em fibrocimento a partir do Cimento Portland e agregadas naturais reforçadas com fio sintético, podendo ser utilizada tanto em áreas secas, quanto em molhadas, em estruturas externas (fachadas) e em ambientes internos (cozinhas e banheiros) fazendo o fechamento da estrutura e compondo as paredes da construção. Devido sua característica mais resistente à umidade sua aplicação é apropriada para áreas úmidas e que sofrem a ação de intempéries (BRASILIT, 2008).

- *Placas de gesso acartonado*: O gesso acartonado, ou *drywall*, é uma chapa de gesso com papel cartão muito usada em projetos de arquitetura e “design” de interiores, principalmente por sua versatilidade e praticidade, porém, devido suas características físicas, são somente utilizados para fechamento de ambientes internos (FACCO, 2014).

#### **2.1.4 Isolamento termoacústico**

O isolamento térmico-acústico tem a função de controlar a qualidade de um ambiente interno de maneira a lhe dar conforto, impedindo que as condições externas influenciem no interior do ambiente, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas (ou aumento) de calor, sendo essa uma das principais vantagens deste sistema construtivo (SANTIAGO et al., 2012).

Existem vários materiais de isolamento térmico usados nas estruturas de LSF pelo mundo todo, tendo como exemplo a lã de vidro, lã de rocha, lã de polietileno (garrafas pet) entre outros.

Estes materiais citados são formados por um material fibroso com boa absorção acústica e, além disso, possuem boa resistência térmica devido ao confinamento de ar em suas tramas dificultando a transferência de calor entre os ambientes (Facco ,2014).

#### **2.1.5 Cobertura**

A cobertura de uma residência em *Light Steel Framing* pode ser projetada de diversas maneiras, seguindo o mesmo princípio dos telhados em madeira. Sua estrutura é executada com perfis de aço galvanizado, criando treliças ou tesouras convencionais de telhado com caibros, terças, podendo ser planos e inclinados, etc.

Pode-se utilizar diversos modelos de telhas, desde as cerâmicas (as mais utilizadas em habitações) até as metálicas e asfálticas. O telhado asfáltico é o mais indicado em função do seu baixo peso, que é, em torno de, quatro vezes menor que as telhas cerâmicas, e são comercialmente conhecidas como shingle (Campos, 2014).

#### **2.1.6 Vantagens do LSF**

Um das suas vantagens de segundo Facco (2014), é que este tipo de construção pode ser considerado como sustentável, pois, requer baixo consumo de água e energia, além de proporcionar redução da utilização de recursos naturais redução de desperdícios na obra e a

baixa geração de entulho. É uma Construção rápida, com um prazo de execução de, aproximadamente, 30% menor, quando comparado aos métodos tradicionais.

Seus elementos proporcionam facilidades nas instalações elétrica e hidráulica pois, os perfis são perfurados e, além disso, sua leveza facilita a montagem e por ter menor peso de construção, sua fundação pode gerar uma economia de até 75% quando comparado com o método construtivo convencional (Farias 2013).

Para Klein e Maronezi (2013), quando se constroem um grande número de edificações o custo final para a construção é um fator vantajoso, como, por exemplo, conjuntos habitacionais ou prédios multifamiliares.

Segundo Facco (2014) quando avaliado o orçamento individual de uma residência unifamiliar de cerca de 40m<sup>2</sup>, houve uma diferença de preço de 10% mais caro em comparado a alvenaria convencional, ficando o LSF em desvantagem.

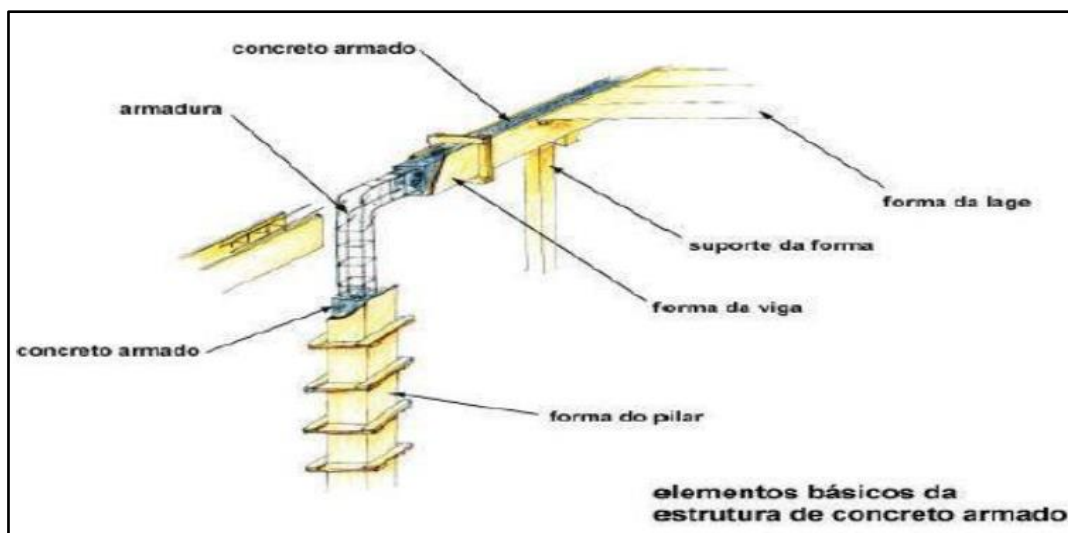
## **2.2 Alvenaria Convencional**

Segundo Azevedo (1997), a alvenaria convencional, também conhecida como alvenaria de vedação, é o método mais utilizado em construções no país. Isso porque essa técnica construtiva está enraizada na cultura Brasileira e também pode ser utilizada em diversos tipos de projetos, principalmente edificações muito altas.

Ainda segundo o autor, a alvenaria convencional, é um método construtivo onde sua estrutura é formada por laje, viga, pilar e fundação, em concreto armado, moldados em loco tendo a função de concentrar as cargas atuantes geradas pela edificação e transmiti-la para o solo, conforme apresentado na figura 4.

As paredes não possuem nenhuma função estrutural e servindo somente como vedação e separação de ambiente, formadas através dos blocos cerâmicos (tijolo), que usa recursos não renováveis para sua construção.

Para a execução utiliza-se argamassa no assentamento dos tijolos e chapisco na parte interna e externa, para a fixação do emboço e reboco.



**Figura 4** - Elementos de Estrutura da Alvenaria convencional

**Fonte:** Klein e Maronezi (2013)

Conforme Araújo, Freitas e Rodrigues (2006), o concreto armado é formado por uma associação entre concreto e aço, aproveitando de forma vantajosa às qualidades de ambos, tendo em vista que o concreto tem uma resistência elevada aos esforços de compressão, mas, no entanto, a resistência aos esforços de tração é relativamente baixa.

Desta forma, unir o aço ao concreto é uma forma de suprir a falta dos esforços de tração, dando reforço a sua resistência à compressão. Assim, o aço tem a função de absorver os esforços de tração e de cisalhamento que possam surgir nos elementos de concreto.

Prudêncio (2013) faz menção que este método de construção é completamente artesanal em algumas regiões, tendo como principais características a baixa produtividade e um desperdício elevado de materiais, isso acontecendo porque suas etapas de construção são *in loco*, tendo uma morosidade na execução do projeto. Vale lembrar que, boa parte da mão de obra ainda é despreparada, ocasionando o desperdício excessivo e o retrabalho constante.

Alves (2015) cita que este método de construção tem sua velocidade comprometida devido ao baixo nível de industrialização, além da demanda de tempo e de espera serem elevados devido aos materiais utilizados, como o concreto e argamassa, que necessitam de tempo para secagem e cura. Outro fator é a dependência entre a finalização de uma etapa e o início da outra, ocasionando alto tempo de espera.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

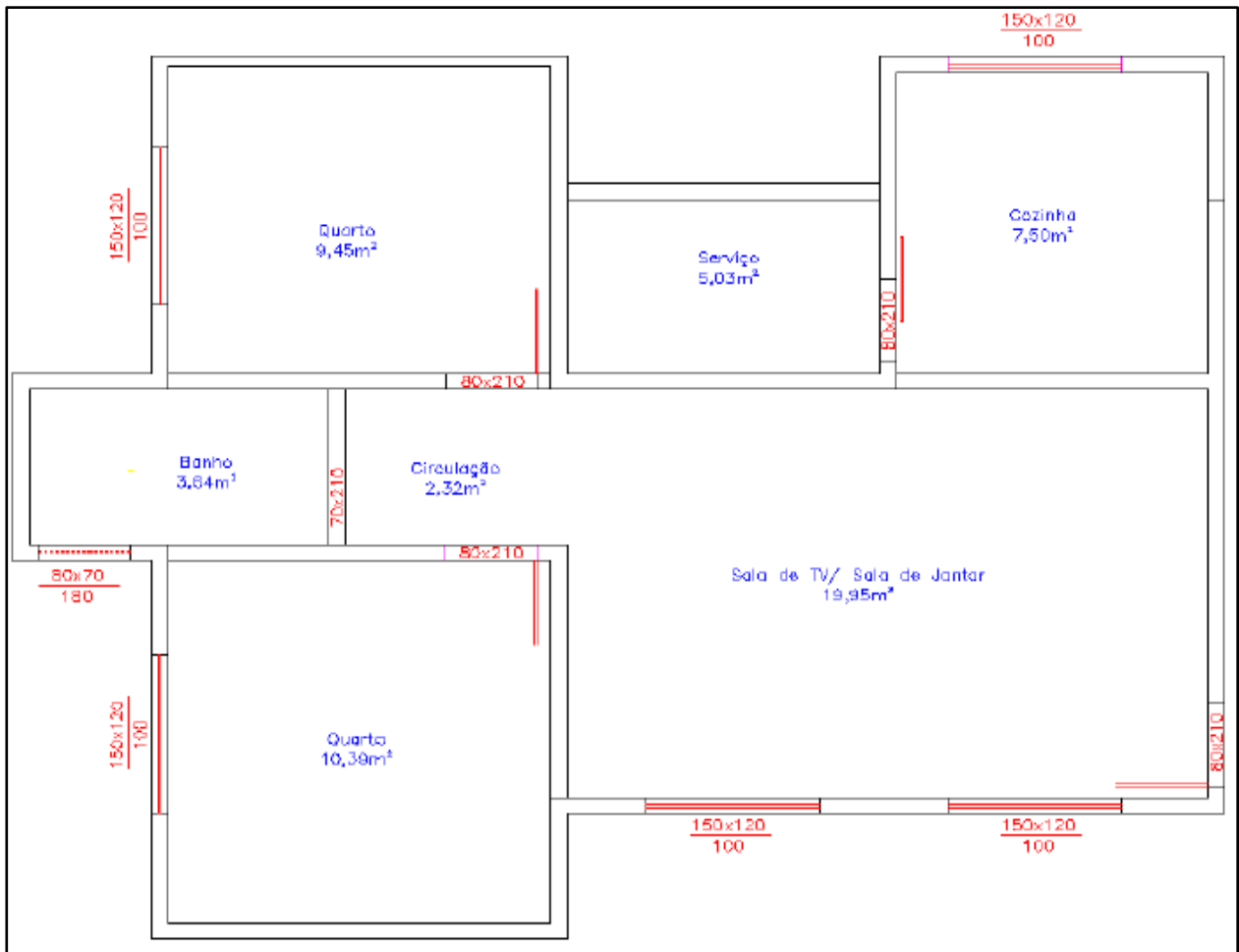
Esse estudo é baseado na análise comparativa do custo x benefício entre obras de mesmo porte, considerando a construção em *Light Steel Frame* e alvenaria convencional. Para tanto, buscou-se na literatura específica o embasamento teórico para se traçar esse comparativo, juntamente com a vivência prática diária de gestão de obras de portes similares.

Como ponto inicial de análise, efetuou-se os custos dos materiais utilizados no orçamento foram obtidos através de consulta a empresas de materiais de construção e materiais específicos de LSF, para efeito de aprovação da execução da obra, aprovação essa feita pelo proprietário.

Para o LSF a partir do projeto fez-se levantamento de preço junto às lojas que comercializam os materiais (no total de três orçamentos), todas na região de Atibaia e Grande São Paulo.

É necessário ressaltar que determinados subsistemas não foram considerados, pois, não há diferenças entre um processo construtivo em relação ao outro. Sendo os subsistemas desconsiderados como os serviços preliminares, a fundação, a cobertura, as instalações elétricas e hidráulicas, assim como os revestimentos de piso e parede, esquadrias e pinturas.

A residência estudada refere-se a uma casa térrea de dois dormitórios, sala de jantar e estar conjugada, cozinha, banheiro, área de serviço, e corredor de circulação, tendo 65,08 m<sup>2</sup> de construção, conforme indicado na Figura 5.



**Figura 5** – Planta baixa do pavimento térreo (figura esquemática)

**Fonte:** Os autores.

No sistema construtivo convencional, inicialmente, foi elaborado um projeto estrutural de forma a adquirir as dimensões de seus elementos estruturais e a classe de concreto e aço a serem utilizados nos pilares, vigas e laje uma vez que sua superestrutura é constituída em concreto armado.

O cálculo estrutural foi elaborado com auxílios de ‘softwares’ específicos e planilhas eletrônicas de gestão de projetos, específicas para a execução da obra.

Para esta edificação foram atribuídos:

- 17 pilares de 15 × 24 cm com 3,00 m de altura;
- 64,20 metros lineares de vigas 15 × 40 cm;
- 66,12 m<sup>2</sup> de laje pré-moldada de 10 cm de espessura.

A classe do concreto utilizada foi C20, produzido em obra, com armações de aço CA 50 e CA 60. Para o projeto estrutural do *Light Steel Framing* foram utilizadas informações obtidas



através de manuais e publicações relativas, tendo como base o Manual de Engenharia para LSF da CBCA (Centro Brasileiro de Construção em Aço), manual para dimensionamento de estruturas de LSF.

#### **4. RESULTADOS**

Após o dimensionamento, pôde-se obter dados sobre quais perfis, para a formação dos painéis estruturais, seriam utilizados. Os perfis são compostos de Aço zincado (ZAR) do tipo Guia e Montante. Para os montantes foram atribuídos 200 perfis do tipo U enrijecido de  $90 \times 40 \times 12 \times 0,95$  mm de 3 metros e para as guias posicionados horizontalmente na base e no topo dos painéis, foram 20 perfis do tipo U simples de  $92 \times 40 \times 0,95$  mm de 6 m.

Para a laje seca foram atribuídas 40 vigas de cobertura, espaçadas na horizontal, de perfil do tipo montante de  $140 \times 40 \times 12 \times 0,95$  mm com 6 metros de comprimento.

Para o fechamento no sistema convencional suas paredes externas e divisória internas foram usados blocos cerâmicos de  $14 \times 19 \times 29$  cm com revestimento de reboco de 2 mm, tanto na parte interna como externa.

Já para LSF foram usados produtos industrializados de aplicação rápida recomendada pelo manual da CBCA.

Em seus painéis externos, de acordo com o manual, utilizou-se membrana hidrófugas, chapa OSB com dimensões de  $120 \times 240 \times 1,1$  cm e placas cimentícias de  $120 \times 240 \times 0,8$  cm. O fechamento interno dos painéis se deu com a instalação de chapa de gesso acartonado com dimensões de  $120 \times 240 \times 1,1$  cm, e a lã de vidro com 9 cm de espessura entre as paredes com função térmico e acústico.

##### **4.1 Custos e produtividade dos sistemas de construção**

Os dados do sistema de construção convencional e do sistema LSF estão apresentados abaixo nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

**Tabela 1** – Orçamento do sistema construtivo Alvenaria Convencional.

**Fonte:** Os autores.

DESCRIÇÃO	Unidade	Quant.	Valor	
			Unitário (R\$)	Total (R\$)
<b>ESTRUTURA</b>				
Concreto estrutural Fck 20Mpa, virado em obra	m <sup>3</sup>	5,70	390,01	2.223,06
Forma e desforma de tábuas de pinus	m <sup>2</sup>	102,0	38,84	3.961,68
Armação em aço CA 50A	kg	242,4	7,41	1.796,18
Laje pré-fabricada	m <sup>2</sup>	67,12	60,74	4.076,87
<b>FECHAMENTO</b>				
Alvenaria de tijolo cerâmico a revestir	m <sup>2</sup>	186,0	29,87	5.555,82
<b>REVESTIMENTO</b>				
Chapisco de aderência a colher	m <sup>2</sup>	420,2	5,60	2.353,12
Reboco com argamassa cimento/cal/areia	m <sup>2</sup>	420,2	21,60	9.076,32
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 29.043,05</b>	

**Tabela 2** – Orçamento do sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF)

**Fonte:** Os autores

DESCRIÇÃO	Unidade	Quant.	Valor	
			Unitário (R\$)	Total (R\$)
<b>ESTRUTURA</b>				
Guia 90mm Estrutural #0.95 6,0m	pç	30	76,38	2.291,40
Montante 90mm Estrutural #0.95 6,0m	pç	210	43,75	9.187,50
Banda Acústica rolo de 10mx90mm	Rolo	7	36,58	256,06
Montante 140mm Estrutural #0.95 6,0m	pç	35	80,21	2.807,35
<b>FECHAMENTO</b>				
Chapa OSB para Laje Seca 1200x2400mm	Unid.	25	115,00	2.875,00
Chapa OSB para fechamento externo 1200x2400mm	Unid.	53	63,90	3.386,70

<b>Chapa Cimentícia fechamento externo 1200x2400mm</b>	Unid.	53	135,00	7.155,00
<b>Placa de gesso acartonada para forro 1200x2400mm</b>	Unid.	21	34,19	717,99
<b>Placa de gesso acartonada para fechamento interno 1200x2400mm</b>	Unid.	69	34,19	2.359,11
<b>Lã de vidro 1,2x2,5mx50mm</b>	Unid.	14	119,00	1.666,00
<b>Membrana Tyvek 0,91x30,5m</b>	Rolo	8	192,01	1.536,08
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 34.238,19</b>	

Comparando-se o valor total obtido de R\$29.043,05 para o sistema convencional e o valor total de R\$34.238,19 para o LSF, conforme tabelas 1 e 2 acima, pode-se obter a diferença percentual sobre o custo dos sistemas. Considerando o valor total do sistema convencional como base, o *Light Steel Framing* apresentou um custo 18% superior ao convencional. O custo unitário por metro quadrado de construção resultou em R\$453,80/m<sup>2</sup> (R\$29.043,05/64m<sup>2</sup>) para o sistema convencional e R\$534,97/m<sup>2</sup> (R\$34.238,19/64m<sup>2</sup>) para o LSF.

Conforme Domarascki e Fagiani (2009), para medir a rapidez produtiva entre os sistemas construtivos citados, usa-se o meio da produtividade individual de cada item do sistema, informados no trabalho. A Tabela 3 apresenta a produtividade obtida para o sistema LSF e a tabela 4 apresenta os resultados obtidos para o sistema convencional.

**Tabela 3** – Produtividade do sistema *Light Steel Frame* (LSF).

**Fonte:** Os autores

#### SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME* (LSF)

DESCRIÇÃO	h/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Horas totais
<b>Montar Painéis</b>	0,25	179,4	44,85
<b>Fechamento externo com placa cimentícia</b>	0,22	112,65	24,78
<b>Fechamento externo com OSB</b>	0,22	112,65	24,78
<b>Fechamento de forro</b>	0,22	58,31	12,83
<b>Fechamento interno com gesso acartonado</b>	0,22	197,64	43,48

<b>Isolação com Lã de vidro</b>	0,06	197,64	43,48
<b>Instalação de membrana hidrófuga</b>	0,06	112,65	6,76
<b>TOTAL DE HORAS</b>			<b>200,96h</b>
<b>ÁREA DO IMÓVEL</b>			<b>65m<sup>2</sup></b>
<b>PRODUTIVIDADE</b>			<b>3,09h/m<sup>2</sup></b>

Verifica-se que o montante de horas necessárias para as fases de estrutura e vedação do sistema LSF é 200,96 horas, atingindo uma produtividade do sistema correspondente a 3,09 horas/m<sup>2</sup>.

**Tabela 4** – Produtividade do sistema de alvenaria convencional.

**Fonte:** Os autores

**SISTEMA CONSTRUTIVO ALVENARIA CONVENCIONAL**

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>h/m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Horas totais</b>
<b>Montar Armadura (metro linear)</b>	0,40	112,32	44,93
<b>Forma</b>	0,042	101,58	4,27
<b>Fechamento com bloco cerâmico</b>	2,10	186,00	390,60
<b>Chapisco</b>	0,50	430,25	215,13
<b>Reboco</b>	1,71	430,25	735,73
<b>TOTAL DE HORAS</b>			<b>1390,66h</b>
<b>ÁREA DO IMÓVEL</b>			<b>65m<sup>2</sup></b>
<b>PRODUTIVIDADE</b>			<b>21,39h/m<sup>2</sup></b>

Para o sistema em alvenaria convencional observa-se na Tabela 4 que o total de horas necessárias foi de 1390,64 e a produtividade em 21,39 horas/m<sup>2</sup>.

Analisando os dados verifica-se, em termos de produtividade, que o sistema construtivo *Light Steel Frame* é, aproximadamente, 6,92 vezes mais produtivo, comparado ao sistema de construção convencional.

Para o cálculo de prazo de conclusão da obra utilizou-se uma equipe formada por um especialista em montagem ou pedreiro e mais dois ajudantes, sendo o total de horas disponíveis ao dia calculado conforme Tabela 5.

**Tabela 5** – Prazo de conclusão da obra.

**Fonte:** Os autores

**PRAZO DE CONCLUSÃO DA OBRA**

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE PESSOAS	HORAS - HOMEM/DIA	HORAS TOTAIS/DIA
EQUIPE	3	8,8	26,4

Verifica-se, pela Tabela 5, que o total de horas-homem, por dia trabalhado, é de 26,4 horas. Para o cálculo do total de dias necessários para a conclusão das etapas de cada um dos sistemas construtivos, utiliza-se o cálculo da Tabela 6.

**Tabela 6** – Cálculo do total de dias necessários para a conclusão da obra.

**Fonte:** Os autores

**TOTAL DE DIAS PARA A CONCLUSÃO DA OBRA – SISTEMA LSF**

TOTAL DE HORAS	HORAS-HOMEM/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
200,96 horas	26,4 horas-homem	7,61 dias

**TOTAL DE DIAS PARA A CONCLUSÃO DA OBRA – SISTEMA ALVENARIA**

TOTAL DE HORAS	HORAS-HOMEM/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
1390,66 horas	26,4 horas-homem	52,68 dias

Verifica-se, de acordo com a Tabela 6, que a quantidade de dias necessários para a execução da obra, utilizando-se do sistema de construção de alvenaria convencional é 6,92 vezes mais lento, comparado ao sistema *Light Steel Frame*, valor esse igual ao valor da Produtividade, obtido anteriormente, baseado nos valores obtidos na Tabela 3 e Tabela 4.

Para este estudo não foram considerados prazos de espera para cura da estrutura em concreto, no caso da construção em alvenaria convencional. Já no sistema LSF esses prazos não são necessários devido ao uso de componentes industrializados que já chegam pronto na obra, sendo necessário somente sua montagem.

## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se, baseado nos dados analisados, que o sistema *Light Steel Frame* apresenta um custo de, aproximadamente, 18% superior ao custo do sistema de alvenaria convencional. Mas, em contrapartida, a produtividade de construção apresenta um ganho na ordem de 6,92 vezes mais rápida que o sistema convencional, o que viabiliza totalmente uma obra ser edificada no sistema *Light Steel Frame*.

Isso posto, não se falou no mérito da obra, pelo Sistema *Light Steel Frame*, apresentar menor formação de resíduos e menor desperdícios de tempo e material pertinente às etapas da obra, comparado ao sistema tradicional.

O LSF, por ser um sistema caracterizado pelo baixo peso de sua estrutura, geralmente adota-se uma fundação mais econômica. Outra vantagem está na utilização materiais industrializados e padronizados. Por serem peças industrializadas, as mesmas possuem um controle tecnológico mais preciso, dispensando a verificação em obra, diferentemente da estrutura convencional, onde o controle qualidade é determinado através de testes realizados na obra, nem sempre por pessoas e meios qualificados.

Conclui-se, portanto, que, mesmo apresentando valor final de obra maior, o sistema *Light Steel Frame* apresenta ganhos superiores no aspecto agilidade de conclusão da obra, na geração total de resíduos e na qualidade da obra edificada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, L. P. (2015). **Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame**. Uberlândia, SP

ARAÚJO, Rodrigues & Freitas (2001). **Apostila de Concreto Armado**. UFFRJ, 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-1**: chapas de gesso acartonado – parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14715-2**: chapas de gesso acartonado – parte 2: chapas de gesso para —drywall. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações. Rio de Janeiro, 2005.



BERTOLINI, Hibrán Osvaldo Lima (2013). **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. 2013. Projeto de Graduação (Engenheiro Civil). Escola Politécnica. Rio De Janeiro.

CICHINELLI, Gisele. Revestimento em PVC (2012). **Revista Equipe de Obra**. 50. ed.

CONSUL STEEL. **Construcción con acero liviano: manual de procedimiento**. Buenos Aires: Consul Steel, 2002.

DALTRO, Adnauer Tarquínio; PAGIOLLI, Tales de Mileto; SINGULANE, Marcos Vinicius de Carvalho. **Tubulações para habitação de interesse social em Light Steel Framing**.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S (2009). **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Framing, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Barretos.

FARIAS, João Lopes (2013). **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Light Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. 2013. Projeto de Graduação (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

FACCO, Isabela Rossatto (2014). **Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FERREIRA, Vitor Pinheiro (2016). **Estudo comparativo entre sistemas construtivos: Alvenaria Convencional e Light Steel Framing**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Católica de Brasília. Brasília

GASPÁR, André Poças (2013). **Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing: Alternativa viável à construção tradicional**. 2013. Dissertação (Mestre em Arquitetura). Universidade Lusófona do Porto. Porto.

GOMES, Aínda Soares. **Contribuição para a caracterização da mão-de-obra do sistema Light Steel Framing: Um Estudo De Caso No Município De Criciúma– SC**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC. Criciúma. 2009.

HOME LUX ARQUITETURA (2017). **Construção sem tijolos: Steel Framing**.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6241: Performance standards in buildings - principles for their preparation**. London, 1984.

LOURENZO, Claydmar Hudson; et al. Análise Comparativa Dos Sistemas Construtivos: Light Steel Framing e Alvenaria Estrutural. **Revista Pensar Engenharia**, v.3, n. 1, Jan./2015.

MALAFAIA, M. Casa com Framing de madeira e paredes de OSB. **Téchne**, São Paulo, n. 69, p. 67–70, dez. 2002



MALHOTRA, Naresh. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **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. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012. POÇAS,

SANCHES, Conrado D.; SATO, Lucas F. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Framing, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Monografia (Engenharia Civil) 2009. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. 2009.

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

SANTIAGO A. K.; RODRIGUES M. N.; OLIVEIRA M. S. De. **Light Steel Framing Como Alternativa Para A Construção De Moradias Populares**. 2010. Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica. São Paulo. 31 de agosto de 2010.

SOUSA, A. M. J. de; MARTINS, N. T. B. S. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins. Palmas – TO. 2009.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Como construir steel framing: estrutura**. Revista Techné, 137. ed., v. 16, agos. 2008.