

Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing: Uma Abordagem Geral

Igor Vicente Adorno*

Patrick Moura Ribeiro**

Mateus Moura Barretto***

RESUMO

Com o avanço tecnológico na construção civil outras modalidades de construção foram ganhando espaço no mercado nacional, uma que apresenta bastante destaque é o Sistema Light Steel Framing. Por meio de pesquisas e leituras em materiais de cunho científico, concluiu-se que apesar de estar em constante crescimento, esse processo construtivo ainda é bastante desconhecido no território brasileiro e seu custo ainda dificulta sua implantação em larga escala, mostrando que o método precisa ser melhor difundido, visto que, representa uma boa alternativa sustentável para suprir o problema de déficit habitacional existente no país.

Palavras-chave: Light Steel Framing. Alvenaria Convencional. Déficit habitacional.

ABSTRACT

With the technological advance, other construction modalities were presented in the national market, with great emphasis being the construction of the Light Steel Framing System. Through difficult research and readings in training materials, it was concluded that even today it is in constant growth, this constructive process is still quite unknown in Brazilian territory and its cost is still its large-scale implementation, the method needs to be better spread, since it represents a good sustainable alternative to supply the problem of housing deficit in the country.

Keywords: Light Steel Framing. Conventional Masonry. Housing deficit.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de construção civil é um dos grandes responsáveis pela geração de danos ao meio ambiente, desde o seu processo de fundação até o acabamento. A produção de resíduos exacerbada (além do seu descarte inadequado), a emissão

* Graduando do curso de Engenharia Civil da Universidade Salvador – UNIFACS. E-mail: igoradorno1@hotmail.com.

** Graduando do curso de Engenharia Civil da Universidade Salvador – UNIFACS. E-mail: patrickmribeiro@hotmail.com.

*** Professor Orientador do curso de Engenharia Civil da Universidade Salvador – UNIFACS. E-mail: eng.mbarretto@hotmail.com.

de gases poluentes ao meio ambiente, o consumo de água e materiais não renováveis em abundância representam alguns dos problemas que devem ser minimizados através da busca de boas práticas construtivas aliadas a uma responsabilidade ambiental.

No Brasil, o modelo construtivo mais utilizado é o de alvenaria com blocos cerâmicos, que acaba gerando um grande consumo de concreto e argamassa, contribuindo para emissão de gases CO₂, responsáveis pelo efeito estufa, além disso, esse sistema produz uma grande quantidade de resíduos de obra, grandes desperdícios de materiais e baixa produtividade. (MOURA, 2019).

Tendo em vista o cenário mundial onde há a necessidade de desenvolvimento de práticas mais sustentáveis, faz-se urgente o surgimento de um processo de conscientização e difusão de métodos construtivos eficientes com menor agressividade ambiental, o que está se tornando possível graças ao avanço tecnológico que vem tornando cada vez mais a construção em um processo industrializado e racionalizado. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

O Light Steel Frame é um método construtivo que possui como seu principal componente um material reciclável, o aço galvanizado, é considerado um modelo de construção “a seco”, que usa pouca água na sua execução e gera poucos resíduos, além disso, por ser um método industrializado, tem a capacidade de otimizar a produção no sentido de um menor desperdício de materiais, velocidade de construção, maior precisão em orçamentos, utilização de peças pré-fabricadas já no seu devido tamanho, evitando muitos erros de execução, representando portanto um método a favor da sustentabilidade, rápido e limpo. (PEREIRA, 2018).

Segundo estudos da Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias (ABRAINCO), o território brasileiro vem enfrentando forte déficit habitacional, esse déficit alcançou o número de 7,8 milhões de moradias em 2019, os estudos demonstraram também que será necessário que entre 2020 e 2030, sejam construídas mais de 11 milhões de casas para cobrir a demanda das famílias brasileiras, e de acordo com o Centro da Construção em Aço (CBCA), por ser considerado um método industrializado, de rápida execução e baixa geração de resíduos, o Light Steel Framing pode ser capaz de contribuir significativamente para a solução desse problema do déficit habitacional brasileiro.

Apesar de ser bastante utilizado no mundo, no Brasil, o Light Steel Frame ainda é uma prática construtiva em crescimento no mercado, com poucos

profissionais capacitados para sua execução, nos últimos anos sua demanda tem aumentado por muitas empresas estarem enxergando uma potencial lacuna de difusão no país, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo e goza dessa matéria prima abundantemente, havendo essa disparidade entre a disponibilidade do material e sua utilização no país. (CRASTO, 2005).

Analisando todos esses atributos, o seguinte artigo teve como objetivo esclarecer a seguinte questão norteadora: O que é o Light Steel Framing e qual a sua viabilidade como alternativa construtiva dentro do Brasil? Deste modo, será feita uma apresentação do método construtivo Light Steel Frame, mostrando seu processo, vantagens e desvantagens, estabelecendo comparativos com a alvenaria convencional, inclusive de custos, buscando entender também a viabilidade da sua implantação em maior escala no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico do Light Steel Framing

O surgimento do Steel Frame deriva de uma evolução do sistema construtivo Wood Framing, método de construção baseado em estruturas de madeira que surgiu nos Estados Unidos no século XIX, momento onde existia um grande crescimento da população e um déficit habitacional, o que exigia maneiras de construir mais rápidas e baratas para sanar tal problema, como havia madeira disponível em abundância, o Wood Frame era bem aceito como uma solução.

No início da década de 1990 a madeira chegou a enfrentar uma inflação altíssima, chegando a quase 100% de aumento de acordo com Shull e Zager (1994), além disso, a forte produção de aço derivada do momento pós Segunda Guerra Mundial e o desmatamento ocasionado pelo Wood Frame produziram um cenário favorável para o surgimento do Steel Frame, oferecendo construções através do aço galvanizado, mais leves e baratas.

O light steel framing chegou ao Brasil na década de 1990 e hoje representa menos de 3% das edificações do país, percentual considerado muito baixo tendo em vista o potencial de produção de aço do Brasil (um dos maiores produtores do mundo), um dos grandes motivos é o fato de ainda existir certa resistência cultural devido ao desconhecimento da população sobre tal sistema, apesar disso, segundo pesquisas

do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) e da Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), esse sistema segue em crescimento, mesmo em momentos de crise.

2.2 Definição do Light Steel Framing

O Sistema Light Steel Frame (LSF) é um método construtivo que possibilita um modelo de construção rápida e sustentável, por ser considerado industrializado, tem qualidade garantida e grande agilidade no seu processo executivo. O principal material da sua composição é o aço galvanizado formado a frio, que forma os perfis responsáveis pela construção do esqueleto estrutural do sistema, esses perfis podem dar origem a componentes estruturais como lajes, vigas, paredes com função estrutural, paredes de vedação e estruturas de cobertura. (KAMINSKI, 2006).

Além do esqueleto principal de aço galvanizado, o conjunto estrutural do Light Steel Framing também é composto de estruturas complementares responsáveis pelo isolamento termoacústico, vedação apropriada para área interna e externa, fundação, componentes com função estrutural, além da parte da tubulação hidráulica e elétrica. (CONSUL STEEL, 2002).

2.3 PROCESSOS CONSTRUTIVOS DO LIGHT STEEL FRAMING

2.3.1 Fundação do sistema LSF

O LSF tem como uma de suas vantagens o fato de ser uma estrutura leve e que transmite pouca carga à sua fundação, por conta disso, as fundações mais indicadas para sua execução são o radier e a sapata corrida.

No caso do radier, que é a fundação mais utilizada, a passagem dos sistemas hidráulicos e elétricos já começa a ser feita antes do início da concretagem e sua continuidade ocorre posteriormente após a fixação dos perfis no concreto.

Posterior à execução da fundação, precisa ser realizada a locação do esqueleto da estrutura conforme projeto e a devida ancoragem entre esses perfis de aço e a fundação, procedimento fundamental para garantir estabilidade ao conjunto estrutural. Uma maneira eficiente de fazer essa ancoragem é através de chumbadores mecânicos expansivos denominados parabolts. (CASTRO, 2005).

2.3.2 Tipos de perfis de aço

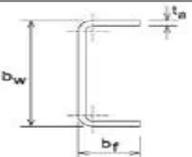
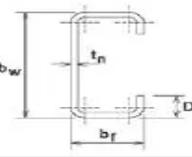
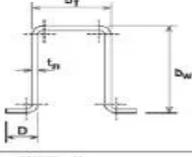
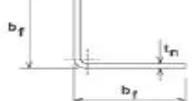
Os perfis de aço galvanizado mais utilizados nesse tipo de modelo construtivo são classificados como “U”, “U enrijecido (ou Ue)”, “Cartola” e “Cantoneira” (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012), todos eles devem seguir a regulamentação das normas ABNT NBR 15253:2014, ABNT NBR 6355:2012 e ABNT NBR 14762:2010.

Perfis em formato “U” são utilizados na forma horizontal, não possuem função estrutural, logo, não transmitem e absorvem esforços, tendo como função principal servir como guia para apoio e fixação das paredes, sendo utilizados, portanto, tanto na parte inferior dos painéis como na parte superior, pode ser utilizado também em vigas e vergas, já perfis Ue são denominados montantes, sendo utilizados principalmente na forma vertical no painel, funcionando como uma parede e possuindo função estrutural, logo, tem como responsabilidade a transmissão de cargas, podem ser usados também na confecção de vigas e tesouras.

O perfil denominado “Cartola” geralmente é utilizado para execução das estruturas de telhados, e o perfil “Cantoneira” utilizado nos cantos das estruturas, funciona como um reforço naquele ponto da em que está localizado.

Todos esses perfis podem ser visualizados no quadro 1 (ABNT NBR 15253:2014).

Quadro 1 - Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF

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

2.3.4 Painéis

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), há várias maneiras de execução da montagem dos painéis metálicos, o corte e montagem das peças podem ser feitos em obra, sendo classificado como método “Stick”, pode ocorrer do sistema já chegar à obra parcialmente pronto, com a pré-fabricação de algumas estruturas metálicas, adiantando parte do processo de montagem, chamado de montagem por painéis ou também existe a possibilidade das estruturas já chegarem à obra feitas por completo, denominada montagem “modular”.

Os painéis que formam a estrutura do sistema Light Steel Framing podem ter função apenas de vedação ou serem estruturais, de acordo com projeto, e quando estes atendem pela função estrutural, devem ter a capacidade de resistir a esforços horizontais e verticais.

O esqueleto estrutural por si só formado por guias e montantes não consegue dar conta de suportar todas as cargas de projeto, por isso, em muitas ocasiões é necessário a utilização de estruturas de reforço como contraventamentos, vergas, ombreiras e bloqueadores horizontais.

As paredes que possuem função estrutural necessitam de um reforço para atingir as suas capacidades de resistir aos esforços horizontais como ventos, sendo necessário, portanto o uso de contraventamentos, sendo o mais usual o uso de uma fita de aço posicionada de forma diagonal no painel formando um “X”, “K” ou “V”, o mais utilizado é o “X”, e apenas quando não for possível ser usado dessa maneira, deve-se buscar a alternativa de usar em “K”. (CRASTO, 2005).

Os bloqueadores horizontais contam como função principal conferir ao painel metálico maior rigidez e exercer travamento entre os montantes e as guias, as vergas e ombreiras auxiliam na distribuição das cargas nas janelas e portas.

2.3.5 Fechamento

O fechamento do painel de aço galvanizado é composto de alguns elementos como osb, placas cimentícias, gesso acartonado, isolantes termoacústicos, membranas hidrófugas e acabamentos.

O osb pode ser usado para vedação tanto internamente quanto externamente, por ser um material estrutural, sua presença é de extrema importância para auxiliar

no combate à ação dos ventos, além de funcionar como um elemento isolante térmico, também é comum ser utilizado para execução de lajes e pisos.

As placas cimentícias são utilizadas principalmente para fechamento externo, apesar disso, pode ser usada internamente para áreas molhadas, para o seu acabamento utiliza-se um material denominado base coat.

As placas de gesso acartonado são utilizadas apenas para vedação das áreas internas, para dar um acabamento melhor em sua superfície, faz-se a aplicação de massa niveladora.

Uma importante etapa da montagem do painel é a introdução de materiais que conferem ao sistema um isolamento termoacústico, as opções mais utilizadas são a lã de pet, lã de vidro, lã de rocha ou poliuretano.

As membranas hidrófugas são aplicadas em paredes externas, sua principal função é facilitar a "respiração" da estrutura, formando uma barreira que impede a entrada de água, mas permite que a água escorra, evitando a difusão da umidade e, assim, o aparecimento de mofo, o que aumenta a vida útil do edifício.

Conforme Santiago (2008), os conjuntos de vedação do sistema Light Steel Framing devem atender alguns requisitos como garantia de bom funcionamento, sendo alguns deles o conforto termoacústico, estanqueidade à água, bom desempenho no quesito estrutural e resistência ao fogo.

Os elementos de vedação estruturalmente funcionais são dimensionados para resistir a condições adversas, como ventos fortes e terremotos. Além do material envolvido ser aço galvanizado, que protege a estrutura contra corrosão, a unidade foi projetada para não ser afetada por fungos e cupins.

Quando se trata de revestimentos, não há a necessidade de utilização de materiais especiais, sendo assim, pode ser aplicada a pintura, pisos e revestimentos cerâmicos, apenas tendo o devido cuidado na execução para utilização dos materiais que contribuam para obter a correta aderência do revestimento escolhido.

2.3.6 Instalações

A passagem das tubulações elétricas e hidráulicas é feita através de furos nos perfis metálicos, os materiais utilizados para as tubulações podem ser os mesmos já conhecidos na execução de uma construção com alvenaria convencional, como tubos e eletrodutos em pvc, cobre, dentre outros. A grande diferença é que nesse sistema a

tubulação é montada toda dentro do painel antes de ser fechado e tanto sua instalação como sua manutenção são feitas de forma fácil e sem a geração de grandes resíduos e o tradicional “quebra-quebra” que normalmente ocorre nas construções.

2.3.7 Cobertura

O esqueleto da estrutura de cobertura de uma obra em Light Steel Framing é igual ao convencional, a grande diferença é que a estrutura é formada por barras de aço galvanizado que dão origem às tradicionais estruturas que seriam feitas comumente de madeira, como treliças, tesouras, ripas e caibros. Algumas das telhas utilizadas são as cerâmicas, metálicas e asfálticas, assim como também é importante à aplicação de mantas impermeáveis que melhorem a vedação do sistema.

Uma das alternativas também é a telha Shingle, que tem sua utilização muito comum nos Estados Unidos e na Europa e ainda vem se popularizando no Brasil, tem como diferencial ser uma telha impermeável, devido à sua composição, já que, na sua fabricação o material é composto por manta asfáltica, rocha vulcânica e fibra de vidro.

2.3.8 Lajes

As lajes são feitas basicamente com esqueleto metálico similar ao das paredes com função de estruturas autoportantes, são formadas por vigas de aço galvanizado para suportar os carregamentos, posicionadas no lado com menor vão entre os apoios, além disso, são compostas por estruturas de vedação e isolamento termoacústico. Existem três tipos de laje que podem ser encontradas nesse sistema construtivo, a laje úmida, laje mista e a laje seca.

O grande diferencial entre os três tipos de laje é o material utilizado para o preenchimento da laje juntamente com a viga metálica de piso, no caso da laje seca, a laje é preenchida com placas de madeira estrutural (placas de osb ou de painel wall), e não precisa de contrapiso, sua execução é mais indicada para áreas secas, por sua simplicidade em sua composição, é a laje que precisa de menos tempo para ficar pronta além da vantagem de não precisar aguardar nenhum tipo de tempo de cura. (CRASTO, 2005).

A laje mista é composta também de placa de madeira com função estrutural com a aplicação de polietileno na placa para auxiliar na questão termoacústica, a diferença para laje seca é a necessidade de executar o contrapiso de concreto.

A laje úmida, conhecida também como steel deck, é composta por uma estrutura metálica que serve como base para concretagem e execução do contrapiso.

Para instalação de pisos, os materiais mais comuns são os pisos cimentícios, cerâmicos e de madeira, como por exemplo, o próprio osb, é importante ressaltar que para áreas molhadas faz-se necessário a aplicação de impermeabilização.

3. METODOLOGIA

O artigo foi desenvolvido através de uma revisão bibliográfica a partir de uma pesquisa quali-quantitativa com caráter descritivo utilizando trabalhos finais de graduação, monografias, dissertações e artigos através da ferramenta Google Acadêmico com a finalidade de obter informações sobre o modelo construtivo Light Steel Framing e realizar uma comparação com o método mais utilizado no Brasil, a alvenaria convencional.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Vantagens e desvantagens do Light Steel Framing

4.1.1 Vantagens

Do ponto de vista prático, segundo Freitas e Castro (2006 apud Farias 2013), os principais benefícios e vantagens no uso do sistema Light Steel Frame em construções são os seguintes:

- Devido à produção de todo material construtivo ser feito industrialmente com tecnologia de ponta, tudo que é utilizado na composição desse sistema de construção acaba passando por um efetivo controle de qualidade.
- Por conta da grande produção industrial de perfis formados a frio, esse material é encontrado facilmente.

- É uma estrutura extremamente leve, portanto seus componentes são fáceis de transportar e manusear, além disso, por conta dessa característica, acaba transmitindo menos carga à fundação.

- É considerada uma construção a seco, logo, por consequência gera um menor consumo de recursos da natureza, desperdícios de materiais e geração de resíduos.

- Instalação de fácil execução por dentro de painéis de gesso acartonado através de furos nos perfis de aço previamente feitos, sistema que também facilita futuras manutenções.

- Quando se utiliza os materiais de vedação e isolamento ideais para sua execução, alcança bons resultados em termos de desempenho termoacústicos.

- As peças metálicas são de fácil montagem e execução de ligações, o que também acarreta numa maior agilidade no processo construtivo.

- Permite a utilização de uma grande quantidade de variações construtivas no seu processo, possibilitando uma maior liberdade criativa ao projeto.

- Pensando no lado da sustentabilidade, o aço é um material que pode ser reciclável, logo, traz consigo um papel muito importante na redução dos danos da construção ao meio ambiente.

- Instalações elétricas e hidráulicas executadas sem a necessidade de quebrar nenhuma estrutura e gerar resíduos.

- O aço tem a característica de ser um material incombustível, então traz uma segurança maior para a estrutura contra a ocorrência de possíveis incêndios.

4.1.2 Desvantagens

O LSF apresenta algumas desvantagens para sua utilização, são elas:

- O sistema ainda enfrenta certo desconhecimento por grande parte das pessoas.

- Enfrenta baixa oferta de mão de obra qualificada para sua execução.

- Possui limitações na construção de edificações, permitindo até 5 pavimentos.

- Possui um custo mais alto se comparado com a alvenaria convencional.

4.2 Comparações diretas entre o Light Steel Framing e a Alvenaria Convencional

Quando comparado o Light Steel Framing (LSF) diretamente com a alvenaria convencional, algumas diferenças ficam evidentes, como por exemplo, a precisão no orçamento, visto que os materiais industrializados já tem um custo definido então já se tem uma real noção do que vai ser gasto, ao contrário da alvenaria onde muitas vezes ocorrem gastos muito acima do orçamento e elevados desperdícios de material. De acordo com Freitas e Castro (2006 apud Farias 2013), o sistema em aço galvanizado permite entregar uma obra gastando 1/3 a menos do tempo necessário para se realizar uma construção em alvenaria e por conta da leveza da sua estrutura, a fundação necessária para sua execução é 75% mais leve que da alvenaria convencional.

No quesito isolamento térmico, utilizando os materiais mais comuns para sua devida execução, como lã de vidro ou poliuretano, o LSF obtém resultados superiores aos da alvenaria. (Yamashiro, 2011).

Um dos grandes gargalos do sistema de alvenaria com blocos cerâmicos é o tempo chuvoso, evento que causa uma impossibilidade de execução de diversos serviços, podendo atuar apenas na área interna da construção, algo que não ocorre na montagem e execução do Steel Frame, o que significa mais celeridade no processo, representando um benefício de grande valor. (PEDROSO et al., 2014).

Uma situação comum que ocorre no sistema de alvenaria convencional brasileiro é o desperdício de materiais e geração de resíduos, já que, sua execução ocorre de maneira artesanal, diferentemente do LSF, que é executado de forma industrializada, portanto, gera uma quantidade menor de desperdícios e resíduos.

Além disso, o quadro 2 resume e demonstra um comparativo entre os dois sistemas:

Quadro 2 - Comparativo entre Alvenaria Convencional e o Light Steel Framing

Alvenaria Convencional	Light Steel Framing
Processo Artesanal, gera inúmeros resíduos e desperdícios.	Processo Industrializado, ocorre com baixíssimo grau de geração de resíduos e desperdícios.
Parede não tem função estrutural, servindo apenas como vedação.	Parede além de exercer o papel de vedação pode ser também estrutural.
Consome uma grande quantidade de recursos naturais, através do cimento e concreto em grande quantidade, contribui com a geração de CO2 e gasta muita água.	Construção seca, gasta pouquíssima água no seu processo, além do seu principal material ser reciclável, é, portanto, um método mais sustentável.

Instalações elétricas e hidráulicas para serem instaladas ou fazer alguma manutenção precisam quebrar a parede.	Fácil instalação de eletrodutos e tubos sem a necessidade de retrabalho e resíduos.
Mão de obra fácil de encontrar, sem necessidade de grandes qualificações.	Precisa de mão de obra qualificada para execução, algo escasso no país.
Cronograma de obra mais suscetível a não ser preciso e ser demorado, devido a atrasos de obra e da maneira artesanal que o processo ocorre.	Cronograma de obra mais preciso, por ser um processo industrializado, possui uma execução mais rápida e não necessita paralisar a obra em tempos de chuva por exemplo (demora 1/3 menos tempo que a alvenaria convencional para ficar pronto).
Custo mais baixo se comparado com o Steel Frame.	Seu principal material é incombustível e com forte proteção contra corrosão devido ao processo de galvanização.
Sua estrutura tem durabilidade maior que o steel frame (mais de 300 anos).	Forte resistência contra ventos e terremotos.
Não permite a montagem da estrutura fora da obra.	Sistema pode ser montado fora do canteiro de obras, promovendo um canteiro mais limpo e organizado.
Material facilmente encontrado em lojas de material de construção, diferente do steel frame que ainda vem expandindo seu mercado e distribuição de materiais pelo país.	Limitação na quantidade de pavimentos (até 5).
Sistema possui maior aceitação do mercado que o LSF, que ainda possui certa resistência da população, muito por conta de desconhecimento.	Com a utilização de materiais isolantes como por exemplo lã de rocha, apresenta um desempenho melhor que a alvenaria convencional no quesito isolamento térmico.

Fonte: Autoria própria, 2022

4.3.1 Comparativo de custos

Salomão, Soares, Lorentz e Paula (2019), utilizam um projeto para construção de uma residência localizada na cidade de Teófilo Otoni (Minas Gerais) com 65,08 m² como instrumento para estabelecer os custos comparativos entre o Light Steel

Framing e a alvenaria convencional, para efeito de cálculo do orçamento, foram considerados apenas custos diretos.

Os valores obtidos em planilha foram apenas relacionados à estrutura e fechamento, visto que, os outros subsistemas construtivos possuem o mesmo custo para ambos os sistemas, conforme as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Orçamento em Light Steel Framing

ETAPA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ESTRUTURA	Guia 90 mm estrutural	PC	30	R\$ 76,38	R\$ 2.291,40
	montante 90 mm estrutural	PC	210	R\$ 43,75	R\$ 9.187,50
	banda acústica rolo 10m x 90mm	ROLO	7	R\$ 36,58	R\$ 256,06
	montante 140 mm estrutural c/ 6,00 m	PC	35	R\$ 80,21	R\$ 2.807,35
FECHAMENTO	Chapa OSB para Laje Seca 12000x2400mm	UN	25	R\$ 115,00	R\$ 2.875,00
	Chapa OSB para fechamento externo	UN	53	R\$ 63,90	R\$ 3.386,70
	Chapa cimentícia para fechamento externo	UN	53	R\$ 135,00	R\$ 7.155,00
	Placa de gesso acartonado para forro	UN	21	R\$ 34,19	R\$ 717,99
	placa de gesso acartonado fechamento	UN	69	R\$ 34,19	R\$ 2.359,11
	Lã de vidro 1.2x12,50mx50m	UN	14	R\$ 119,00	R\$ 1.666,00
	Membrana Tyek 0,91x30,5m	ROLO	8	R\$ 192,01	R\$ 1.536,08
				TOTAL	R\$ 34.238,19

Fonte: Adaptado de Salomão, Soares, Lorentz e Paula (2019)

No caso da alvenaria convencional também foi considerado o item revestimento, contendo valores de chapisco e reboco, como pode ser observado na Tabela 2, esse processo não é utilizado na execução do LSF.

Tabela 2 - Orçamento em Alvenaria Convencional

ETAPA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
ESTRUTURA	Concreto estrutural fck 20mpa. Virado em obra	M ³	5,64	R\$ 390,01	R\$ 2.199,66
	Forma e desforma de tabua de pinho	M ²	101,58	R\$ 38,84	R\$ 3.945,37

	(aproveitamento 5x)				
	Armação de aço 50A Vide projeto estrutural	Kg	242,36	R\$ 7,41	R\$ 1.795,89
	Laje pré-fabricada	M ²	67,12	R\$ 60,74	R\$ 4.076,87
FECHAMENTO	Alvenaria de tijolo cerâmico furado e=15cm a revestir	M ²	186	R\$ 29,87	R\$ 5.555,82
REVESTIMENTO	Chapisco de aderência a colher	M ²	420,25	R\$ 5,57	R\$ 2.340,79
	Reboco argamassa cimento/cal e areia 1:2:8	M ²	420,25	R\$ 21,60	R\$ 9.077,40
TOTAL					R\$ 28.991,79

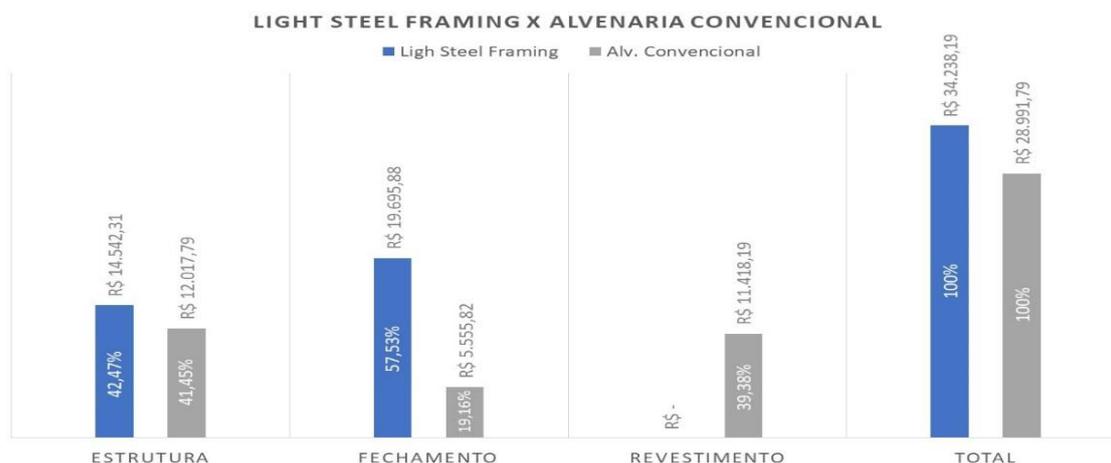
Fonte: Adaptado de Salomão, Soares, Lorentz e Paula (2019)

Para determinação dos valores de custo dos materiais do projeto em alvenaria convencional foi utilizada a Tabela da Secretaria de Estado de Transporte e obras públicas de Minas Gerais de 2019 e para o sistema Light Steel Framing foi realizado um orçamento de materiais em duas empresas privadas na cidade de Ipatinga (Minas Gerais), local mais próximo com disponibilidade desses materiais para sua execução.

A partir da análise dos orçamentos, foi possível perceber que o processo construtivo em LSF é mais caro em 18,1 % quando comparado com a alvenaria convencional.

Quando comparados os sistemas separadamente através da figura 1, é possível observar que para obra em steel frame o item mais custoso é o fechamento, representando 57,5% do orçamento, enquanto para alvenaria convencional a estrutura é o item que representa a maior parcela, com 41,4%.

Figura 1 – Light Steel Framing x Alvenaria Convencional



Fonte: Autoria Própria (2022)

Tomando como base os dois itens que são comuns aos orçamentos, estrutura e fechamento, o que se destaca é a grande diferença entre o valor gasto com fechamento, enquanto no LSF se gasta R\$ 19.695,88 (dezenove mil seiscentos e noventa e cinco reais e oitenta e oito centavos) na alvenaria convencional se tem um gasto de R\$ 5.555,82 (cinco mil quinhentos e cinquenta e cinco reais e oitenta e dois centavos), logo, o método de aço galvanizado é R\$ 14.140,00 (quatorze mil e cento e quarenta reais) mais caro nesse item, algo que pode ser justificado pelo caráter industrializado dos materiais empregados, visto que passam por processos rigorosos de controle de qualidade.

Observando os custos, é possível perceber também que no caso da alvenaria convencional, o custo com revestimento, representado pelo chapisco e reboco, representa um valor considerável, R\$ 11.418,19 (onze mil quatrocentos e dezoito reais e dezenove centavos), sendo o segundo item mais custoso para o método convencional, enquanto o Light Steel Frame não tem esse custo por não precisar de tal procedimento.

Outro fator a se considerar é que para realização do orçamento em steel frame foi necessário recorrer à uma empresa em outra cidade, já que, na região onde o projeto foi dimensionado para ser construído não existia empresa que fornecesse esses materiais, evidenciando a dificuldade de obtenção dos materiais para o método, em contrapartida, o bloco cerâmico é encontrado com muita facilidade em lojas de material de construção, e a disponibilidade de mão de obra é farta, diferente do LSF, que precisa de mão de obra especializada.

Meneghel (2017) também realizou um comparativo de custos diretos entre os sistemas, tendo como parâmetro orçamentário uma edificação residencial multifamiliar de área total de 122,16 m², localizada no distrito de Estação Cocal, município de Morro da Fumaça - SC, o orçamento levantado apresentou um custo em alvenaria convencional de R\$ 147.766,06, e em LSF de R\$ 160.441,64, que representa um custo 8,57% mais caro do sistema LSF.

Em outro comparativo orçamentário entre o Light Steel Framing e a alvenaria convencional realizado por Kosinski, Camargo e Capraro (2016), para construção de uma residência de 117,03 m² na região de Curitiba-PR, considerando apenas custos diretos, foi obtido um custo total de R\$ 136.910,34 para a alvenaria convencional e R\$ 178.490,68 para o LSF, representando um custo 30,4% mais caro por parte do Light Steel Framing quando comparado com o sistema convencional.

No quesito mão de obra, dados obtidos por Kosinski, Camargo e Capraro (2016) mostraram um custo 4,5% menor por parte do steel frame, evidenciando que apesar da facilidade de montagem e rapidez, a mão de obra do Light Steel Framing não tem um custo tão barato, motivado pela necessidade de mão de obra especializada.

Apesar do seu alto custo, por ser um método industrializado e planejado milimetricamente, quando se constrói utilizando o Steel Frame, os gastos posteriores com materiais extras são praticamente nulos, o processo ocorre com os custos estabelecidos de maneira precisa e por isso não corre o risco de ter possíveis “sustos” no orçamento durante a execução como ocorre na alvenaria tradicional, causados muitas vezes por desperdícios de material.

Considerando o fator longo prazo, também podemos citar o conforto térmico e acústico que o LSF proporciona, pois também ajuda a reduzir os gastos com ar-condicionado e com aquecedores, colaborando tanto com a redução da conta de energia como com a questão da sustentabilidade.

4.3.2 Comparativo de prazos

Apesar de ser considerado mais caro que a alvenaria convencional, um dos principais benefícios encontrados em se construir com Light Steel Framing é a agilidade em que os processos ocorrem, justamente pela natureza industrializada do método, que se por um lado encarece os materiais, por outro, promove rapidez à execução, visto que a montagem ocorre de maneira extremamente fácil, essa diferença pode ser evidenciada conforme a Tabela 3 que mostra o prazo para execução da obra citada utilizando ambos os métodos, de acordo com Salomão, Soares, Lorentz e Paula (2019).

Tabela 3 – Tempo de execução do LSF e da alvenaria convencional

TEMPO PARA A CONCLUSÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME		
TOTAL DE HORAS NECESSÁRIAS	TOTAL DE HORAS DE PESSOAS/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
169,31	26,4	6,41

TEMPO PARA A CONCLUSÃO DO SISTEMA CONVENCIONAL		
TOTAL DE HORAS NECESSÁRIAS	TOTAL DE HORAS DE PESSOAS/DIA	QUANTIDADE DE DIAS
1390,64	26,4	52,67

Fonte: Adaptado de Salomão, Soares, Lorentz e Paula (2019)

Para o LSF, o cálculo inclui montagem dos painéis metálicos, instalação dos elementos de fechamento externo e interno, aplicação de isolamento com lã de vidro e da membrana hidrófuga.

No caso da alvenaria convencional, foram considerados os serviços de montagem das armaduras e das fôrmas, levante dos blocos cerâmicos, chapisco e reboco.

Levando em consideração que a equipe executiva utilizada para o cálculo do prazo da obra é composta por 2 ajudantes e 1 pedreiro, que no caso do Light Steel Framing é substituído por um profissional habilitado para montagem, foi concluído que são necessários cerca de 7 dias para finalizar a obra em steel frame, enquanto para o método de alvenaria convencional, aproximadamente 53 dias (tempos de cura do concreto não foram considerados).

O levante de alvenaria de bloco cerâmico, considerado um processo artesanal, é mais lento e dependente da produtividade da mão de obra, além disso, em caso de chuva, o processo precisa ser paralisado, também há a possibilidade de erros de execução e retrabalhos, fatores esses que podem contribuir para aumentar o prazo de obra e alterar o cronograma, situações que não ocorrem quando comparamos com a montagem da parede no Light Steel Framing, a grande diferença entre a velocidade executiva foi exibida na Tabela 3, que demonstrou que para o mesmo projeto, uma obra em alvenaria convencional demora cerca de 46 dias a mais que em Steel Frame.

5. CONCLUSÃO

Com a análise de todo conhecimento exposto sobre o sistema e os dados de pesquisa obtidos, foi possível concluir que o LSF é um método extremamente vantajoso quando se observa suas qualidades perante a alvenaria convencional, o fato de ser um processo industrializado é um dos grandes motivos pelas inúmeras características boas desse modelo, representando não só um benefício para o meio ambiente como também para sociedade por propor agilidade construtiva aliada à eficiência na construção.

A expansão do LSF segue em crescimento no Brasil e apesar de todos os benefícios, foi possível observar que o método apresenta algumas barreiras para sua implementação como um custo maior quando comparado com a alvenaria

convencional, dificuldade de obter materiais e mão de obra qualificada, além do desconhecimento da população brasileira.

É necessário que o Brasil como nação comece a olhar para o método com outros olhos assim como as nações mais desenvolvidas já fazem, e torne mais fácil o acesso ao Light Steel Frame com incentivos e treinamentos, além da difusão dos materiais com fomento da indústria brasileira, já que apesar de todas suas vantagens evidenciadas, atualmente, o modelo construtivo no território brasileiro ainda não apresenta um cenário atrativo para implantação em larga escala.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCEM. **CENÁRIOS DOS FABRICANTES.** Disponível em: <<https://www.abcem.org.br/site/estatisticas-cenarios-dos-fabricantes>>. Acesso em 27 de mai. de 2022.

ABM BRASIL. **Produção de estruturas de aço no Brasil cresce 24,9% em 2020.** Disponível em: <<https://www.abmbrasil.com.br/por/noticia/producao-de-estruturas-de-aço-no-brasil-cresce-24-9-em-2020>>. Acesso em 27 de mai. de 2022.

ABRAINCO. **ABRAINCO Explica: Uso de novas tecnologias na construção eleva produtividade e ajuda a reduzir o déficit habitacional.** Disponível em: <<https://www.abrainco.org.br/abrainco-explica/2021/06/07/uso-de-novas-tecnologias-na-construcao-eleva-productividade-e-ajuda-a-reduzir-o-deficit-habitacional/#:~:text=Estudo%20recente%20da%20ABRAINCO%20apontou,fam%C3%ADlias%20brasileiras%2C%20mostra%20o%20levantamento>>. Acesso em 28 de mai. de 2022.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253:2014 - Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações – Requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

BARROS, L.G.S. **Light Steel Frame: a industrialização da construção civil no Brasil.** Civilização Engenharia. Atualizado 14 de jul. de 2020. Disponível em: <<https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2020/07/14/light-steel-frame-a-industrializacao-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em 20 de mai. de 2022.

CASTRO, Betina Guimarães dos Santos. **Utilização de estruturas metálicas em edificações residenciais unifamiliares.** Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. 206p.

CASTRO, Eduardo Munhoz de Lima. **Light Steel Framing para uso em habitações.** Construção Metálica, Mato Grosso do Sul, p.22-26, 2007.

CBCA. **Produção de estruturas de aço cresce 24,9% em 2020.** Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/estatisticas.php>>. Acesso em 27 de mai. de 2022.

CBCA. **Moradia digna para todos.** Disponível em: <<https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticia/moradia-digna-para-todos>>. Acesso em 26 de mai. de 2022.

CONSUL STEEL. **Construcción con acero liviano: manual de procedimiento.** Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 127p.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing.** 255 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

FARIAS, João Lopes. **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.

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CASTRO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

KAMINSKI, João Junior. **Construções de light steel frame.** Revista Técnica, 2006.

KOSINSKI, Eleandro; CAMARGO, Lucas de; CAPRARO, Ana Paula Brandão. **Análise orçamentária comparativa entre dois métodos construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado.** 2016. 15 p. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade Educacional Araucária, [S. l.], 2016. Disponível em: <[http://revista.facear.edu.br/artigo/\\$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado](http://revista.facear.edu.br/artigo/$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado)>. Acesso em: 5 jun. 2022.

MOURA, Tiago Rodrigues Coelho. **Construção sustentável de casas 'populares: steel frame e wood frame.** Núcleo do Conhecimento. 2019. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/steel-frame>>. Acesso em: 01 de jun. de 2022.

MENEGHEL, Guilherme. **COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS LIGHT STEEL FRAMING E CONCRETO ARMADO COM VEDAÇÃO EM BLOCOS CERÂMICOS E EM BLOCOS DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO.** Orientador: Mônica Elizabeth Dare. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) - Engenharia Civil da

UNESC, [S. I.], 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/5897>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

PEDROSO, S. P. et al. In: **12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional**. [S.l.: s.n.], 2014. p. 5 – 7.

PEREIRA, Caio. **Steel Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 15 de mai de 2022.

POLI STEEL. **História do Steel Frame**. Disponível em: <<https://www.polisteel.com.br/historia-do-steel-frame>>. Acesso em 22 de mai. de 2022.

SALOMÃO, P. E. A.; SOARES, A. D. A.; LORENTZ, L. P. A.; PAULA, L. T. G. de. Conventional masonry and light steel framing comparative analysis: a case study in unifammary residence in Teófilo Otoni, MG. **Research, Society and Development**, [S. I.], v. 8, n. 9, p. e14891268, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i9.1268. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1268>>. Acesso em: 1 jun. 2022.

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

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. 168 f. Dissertação - Pós-graduação em Engenharia Civil. Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008.

SHULL, M.; ZAGER, L. Monthly Labor Review. **Factors affecting the international softwood lumber market, 1987-93**, February 1994. 21-29.

YAMASHIRO, W. L. **Execução de habitações populares com sistema construtivo light steel frame**. Monografia (Graduação). São Paulo, 54 p. 2011.