

ANÁLISE E COMPORTAMENTO DA ESTRUTURA METÁLICA: *LIGHT STEEL FRAME*

Carlos Luan Oliveira Silva¹

Natália Alves de Oliveira²

Paulo Calviello Meira Ramos³

Marcos Antônio Costa Júnior⁴

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Este trabalho visa realizar um panorama geral sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF), um sistema de construção a seco, pouco convencional no Brasil, mas muito utilizado em países desenvolvidos com os EUA, além de descrever uma análise comparativa realizada com *Light Steel Frame* e outros métodos construtivos convencionais, apontando as vantagens bem como as desvantagens de sua utilização. Este estudo teve como base uma estratégia de pesquisa qualitativa de caráter descritivo. Foi observado que o modelo construtivo em LSF pode ser considerado vantajoso nos aspectos de desempenho, qualidade, resistência estrutural, manutenção, impacto ambiental na construção (consumo de água e geração de resíduos), produtividade e prazo. Porém, em termos de durabilidade, custo, disponibilidade de material e mão de obra, a alvenaria convencional se mostra superior. Contudo, é notório que o LSF está desenvolvendo, crescendo e ganhando espaço no mercado construtivo brasileiro, conforme aumenta a demanda por sustentabilidade, desempenho e racionalização, mas ainda precisa adaptar-se para utilização em larga escala.

PALAVRAS-CHAVE

Light Steel Frame – LSF. Sistema Construtivo. Sistema Estrutural. Comportamento Estrutural.

ANALYSIS AND BEHAVIOR OF THE METALLIC STRUCTURE: LIGHT STEEL FRAME

ABSTRACT

This work aims to provide an overview of the Light Steel Frame - LSF construction system, a dry construction system, unconventional in Brazil, but widely used in developed countries such as the USA, in addition to describing a comparative analysis carried out with Light Steel. Frame and other conventional construction methods, pointing out the advantages as well as the disadvantages of their use. This study was based on a descriptive qualitative research strategy. It was observed that the LSF constructive model can be considered advantageous in terms of performance, quality, structural strength, maintenance, environmental impact in construction (water consumption and waste generation), productivity and deadline. However, in terms of durability, cost, availability of material and labor, conventional masonry proves to be superior. However, it is clear that LSF is developing, growing and gaining space in the Brazilian construction market, as the demand for sustainability, performance and rationalization increases, but it still needs to adapt for large-scale use.

KEYWORDS

Light Steel Frame – LSF. Constructive System. Structural System. Structural Behavior.

1 INTRODUÇÃO

Em uma construção as estruturas têm a finalidade de proporcionar a sustentação da edificação, pois são elas que absorvem e transmitem os esforços, garantem a segurança e se tornam, desse modo, as partes mais resistentes da construção. Elas podem ser classificadas em alguns tipos, sendo eles os mais comuns: estruturas metálicas, concreto armado e madeira.

Quando se trata de estruturas metálicas, Pinheiro (2005), afirma que o seu surgimento no Brasil teve início a partir de 1812, mas foi apenas em 1946 com a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) que ocorreu a fabricação desta estrutura em larga escala.

A construção civil no Brasil ainda é considerada em sua grande parte artesanal, o que causa grandes desperdícios e uma baixa produtividade por se utilizar ainda de sistemas construtivos comuns, como alvenaria e concreto armado. Embora o país seja um dos maiores produtores de aço, a utilização dessa estrutura é avaliada como pequena em relação ao potencial do industrial brasileiro (HASS; MARTINS, 2011).

O emprego do *Light Steel Frame* (LSF) é considerado um sistema construtivo alternativo, que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural, e caracteriza uma estrutura de baixo peso. Outra característica é a limpeza no canteiro de obra, pois a não utilização da água nesse sistema, torna a construção seca e dispensa o uso do cimento e do concreto (TEXEIRA; SIMPLICIO, 2018).

Este artigo tem como objetivo descrever a estrutura metálica Light Steel Frame e caracterizar como se dá o seu comportamento e os seus aspectos construtivos, além de identificar as suas principais formas de utilização, enfatizando as vantagens e desvantagens do seu uso.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CARACTERIZAÇÃO E COMPORTAMENTO DA ESTRUTURA METÁLICA *LIGHT STEEL FRAME*

Conforme o Manual Engenharia entro brasileiro da construção em aço (CBCA) (RODRIGUES, 2016), o sistema LSF possui dois conceitos fundamentais: *Frame* é o esqueleto estrutural, responsável por sustentar e dar forma a edificação formado por componentes leves (PFF - Perfis formados a Frio) e o *Framing* é o processo de interligação entre os componentes.

Este sistema é considerado como um sistema autoportante de construção a seco. Este tipo de sistema demanda uma mão de obra qualificada, ou seja, capacitados para leitura e entendimento de projetos detalhados e integrados de modo que se minimize perdas e os prazos de construção (RODRIGUES, 2016).

Este tipo de sistema é dimensionado conforme as diretrizes definidas na normativa ABNT NBR 14762:2010 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento e pela ABNT NBR 15253:2014 – Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais.

Conforme a diretriz nº 3 do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SINAT, 2016), sistemas construtivos que utilizam a tecnologia *steel frame* são sistemas estruturados por perfis conformados a frio, de aço zincado, com revestimentos metálicos e que utilizam fechamentos em chapas delgadas. Esse sistema é composto pelos seguintes componentes: Quadros estruturais; Componentes de Fechamento; Componentes de contraventamento; Isolantes Térmicos; Materiais Acústicos; Barreiras Impermeáveis; Impermeabilizantes; Sistemas de Fixação (parafusos e chumbadores); Juntas entre chapas de vedação; Revestimentos ou Acabamentos e Subcoberturas.

O Manual Engenharia CBCA detalha os principais componentes estruturais para a tecnologia LSF com o intuito de auxiliar arquitetos e engenheiros no dimensionamento de um novo projeto. Estes elementos estruturais são: Bloqueadores, fitas, guias, montantes, montantes auxiliares, montante de composição, ombreira, perfil enrijecedor de alma, ripa, sanefa, terça, viga e verga (RODRIGUES, 2016).

Conforme a manual de engenharia da CBCA, o principal conceito para este tipo de estrutura, LSF, é dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais, desta maneira, cada elemento resiste a uma pequena parcela da força total

aplicada. Resultando assim a utilização de perfis mais esbeltos e painéis mais leves e fáceis de manipular (RODRIGUES, 2016).

Ainda conforme a manual de engenharia da CBCA, este sistema estrutural pode ser dividido em dois grupos de subsistemas, os verticais e os horizontais. Desta forma, os sistemas horizontais precisam suportar os verticais e vice-versa. Desta forma, esses subsistemas transmitem as forças aplicadas até as fundações (RODRIGUES, 2016).

A estabilidade global de uma edificação normalmente é de responsabilidade do contraventamento em fitas ou perfis em U nas diagonais, dentro dos painéis estruturais, resistindo as forças de tração e compressão já a estabilidade vertical da edificação depende da eficiência da transferência das forças atuantes por meio dos pisos, vigas e montantes verticais até a respectiva fundação (RODRIGUES, 2016).

2.2 ASPECTOS DO PROCESSO CONSTRUTIVO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME*

2.2.1 Fundação

Como esse sistema é mais utilizado em residências unifamiliares, normalmente, são utilizadas fundações rasas como radier, sapata corrida ou viga baldrame, as quais são feitas em concreto armado. É empregado *parabóls* expansíveis para a ancoragem dos painéis estruturais na fundação, pois a supra estrutura LSF não é ligada a fundação (CASTRO, 2005).

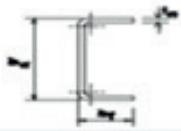
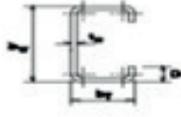
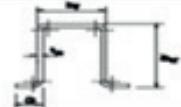
Segundo Castro (2005), para isso, é necessário furar a estrutura da fundação nos locais determinados em projeto para aplicação, o *parabólt* se expande quando rosqueado e, dessa forma, liga-se a estrutura, conseqüentemente, possui alta resistência a arranque.

2.2.2 Estrutura

2.2.2.1 Perfis

Os perfis do tipo "C" ou "U" enrijecido (U_e) são os mais comuns e utilizados para montantes e vigas (TABELA 1). A alma dos perfis U_e no Brasil, em geral, são vendidas nas dimensões de 90, 140 e 200 mm, já as mesas variam entre 35 a 40 mm, também utiliza-se cantoneiras, tiras e cartolas (CASTRO, 2005).

Tabela 1 – Perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas utilizações

| SEÇÃO TRANSVERSAL | SÉRIE Designação NBR6355:2003 ¹⁾ | Utilização |
|---|--|--|
|  | U simples $U \ b_w \times b_f \times t_w$ | Guia Ripa Bloqueador Sanefa |
|  | U enrijecido $U_e \ b_w \times b_f \times D \times t_w$ | Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga |
|  | Cartola $C_t \ b_w \times b_f \times D \times t_w$ | Ripa |
|  | Cantoneira de abas desiguais $L \ b_{f1} \times b_{f2} \times t_w$ | Cantoneira |

Fonte: NBR 15253 (2005).

As cantoneiras são utilizadas nas conexões onde o perfil U_e não é compatível, a cartola é aplicada como ripas do telhado e as tiras são empregadas para estabilização dos painéis e para fazer as ligações (GARNER, 1996).

Estrutura Vertical

2.2.2 Estrutura Vertical

a) Painéis autoportantes

Os montantes e as guias são utilizados na formação dos painéis, na disposição vertical, os montantes são empregados e formados por perfis do tipo U_e e seus espaçamentos devem estar de acordo com o projeto. As guias são compostas pelo tipo U dispostas nas extremidades dos montantes na horizontal. Quanto maior a carga sobre os painéis, menor são os espaçamentos e maior o número de montantes empregados, os espaçamentos são definidos entre 400 e 600 mm, mas podem ser menores no caso de grandes carregamentos. Para o suporte das esquadrias e aberturas, são utilizadas vergas metálicas que usualmente são formadas por dois perfis do tipo U_e , os quais se conectam entre si por meio dos perfis do tipo U (CASTRO, 2005).

Figura 1 – Componentes de um painel estrutural com abertura

Fonte: Manual de Arquitetura do CBCA.

b) Painéis não estruturais

Conforme Castro (2005), esses painéis também são compostos de montantes e guias, além de possuir o mesmo método de disposição dos painéis autoportantes e estrutura semelhante, porém são menos espessos, com paredes mais finas e servem para vedação da estrutura, ou seja, sem função de suportar carregamentos além do próprio peso.

c) Estrutura horizontal

Possui o mesmo método de montagem das estruturas verticais e emprega a mesma modulação para lajes, paredes e cobertura. São utilizados perfis tipo Ue para as vigas de piso, também é empregado nas extremidades da viga como enrijecedores de alma, assim como o perfil U (sanefa), com o intuito de evitar o esmagamento das vigas (CASTRO, 2005).

Outra informação importante é que, de acordo com Castro (2005), pode ser utilizado dois métodos para construção do assoalho: a laje úmida ou laje seca. Na execução da laje úmida utiliza-se *steel deck*, onde as formas metálicas onduladas são fixadas sobre as lajes e aplicado concreto armado com tela soldada sobre a forma. Já a laje seca, utiliza-se de *Oriented Strand Board* (OSB) ou placas cimentícias e são dispostas como na laje úmida, descrita anteriormente. Para melhorar o desempenho térmico e acústico, são empregadas lã de vidro envolta em plástico filme.

d) Escadas

De acordo com Castro (2005), as escadas são feitas a partir das combinações dos perfis do tipo U e Ue e para os pisos e espelhos são empregadas pranchas de madeira ou placas de OSB.

2.2.3 Fechamentos e Revestimentos

2.2.3.1 Isolamento

Segundo Castro (2005), a depender do nível desejado de conforto termo acústico, o qual é de extrema importância para o bom funcionamento da edificação, podem ser utilizados certos materiais como: lã de rocha, lã de vidro e EPS (Poliestireno Expandido).

Figura 2 – Aplicação de lã de vidro



Fonte: Acusterm (2018).

2.2.3.2 Vedação

a) Placas *Oriented Strand Board* (OSB)

Por apresentarem um bom desempenho estético e por possuírem funcionalidade, além de serem leves, facilitando a instalação, transporte e armazenamento, a placa OSB é muito empregada em áreas externas. No entanto, por não ser resistente a umidade, os revestimentos precisam ser impermeáveis para sua utilização como vedação externa (CASTRO, 2005).

Figura 3 – Aplicação de placas OSB



Fonte: Castro (2005).

b) Gesso acartonado

Conhecidas com *drywall*, as placas de Gesso acartonado são comuns para vedação interna, pois possuem a superfície regular, dessa forma, possibilitam um acabamento de aplicação fácil e sem uso de enormes quantidades de revestimento, ou seja, possui facilidade na execução e manutenção. Usualmente, são utilizadas junto com as placas isolantes (CASTRO, 2005).

Figura 4 – As placas podem ser diferenciadas através das cores. As que possuem coloração roxa ou branca são as Standard (ST), as verdes são resistentes à umidade (RU) e as placas rosas são resistentes ao fogo (RF)



Fonte: Labuto (2014).

c) Placa cimentícia

De acordo com Vivian (2011), a composição das placas cimentícias deriva de uma junção de agregados, Cimento Portland e celulose ou fibras sintéticas.

Por serem resistentes a umidade e ao fogo, alta resistência mecânica, compatível com grande parte dos revestimentos e facilmente cortadas por equipamentos, são consideradas muito versáteis. Diante disso, possibilitam o seu uso externamente e internamente, além de proporcionarem limpeza, velocidade e leveza durante a construção (CASTRO, 2005).

Figura 5 – Placas Cimentícias na estrutura de LSF



Fonte: Vivian (2011).

2.2.3.3 Revestimentos

Basicamente, podem receber todo tipo de revestimento convencionalmente utilizado na construção civil. Porém, as placas cimentícias e de OSB necessitam de uma camada de argamassa de revestimento com o auxílio de uma tela que fica parafusada na placa (SANTIAGO, 2008). Já o *drywall*, não necessita da aplicação de argamassa para receber o revestimento (VIVIAN, 2011).

2.2.4 Instalações elétricas e hidrossanitárias

Em relação as instalações elétricas e hidrossanitárias, são executadas, partindo do mesmo método utilizado nas construções convencionais, em relação aos projetos e normas necessários. No entanto, a instalação torna-se mais simples, pois podem ser passadas no interior dos painéis, diminui o desperdício de materiais e retrabalho, pois não é necessário rasgar a alvenaria depois de pronta, além de facilitar a manutenção posteriormente (SANTIAGO, 2008; VIVIAN, 2011).

2.2.5 Cobertura

De acordo com Castro (2005), para a execução de coberturas no sistema LSF, os perfis utilizados são do tipo U e Ue, os mesmos dos painéis estruturais. Os perfis que formam a treliça, tesoura e caibros se alinham com os montantes dos painéis estruturais. A cobertura pode ser feita com telhas cerâmicas, metálicas e de fibrocimento.

3 METODOLOGIA

Para a construção deste artigo científico foi realizada uma pesquisa bibliográfica e análise preliminar sobre o tema abordado. Foram coletadas informações em manuais, normas técnicas, artigos, revistas e trabalhos acadêmicos, esses últimos extraídos da base de dados Google Acadêmico, publicados entre 2005 e 2021. Para obter os dados desta pesquisa foram utilizados os seguintes descritores: estruturas metálicas, análise e comportamento de estrutura metálica, *steel frame*, análise e comportamento do *steel frame*. Este estudo teve como base uma estratégia de pesquisa qualitativa de caráter descritivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DO MÉTODO CONVENCIONAL E O SISTEMA LSF

Em relação a fundação, segundo Petersen (2012), a estrutura é mais simples e de menor custo em relação ao método de alvenaria convencional, pois não necessi-

ta de armadura densa. Isso acontece porque o sistema de construção convencional (alvenaria) possui cargas concentradas em pilares da obra, o que gera a necessidade de maior investimento nas fundações, já no sistema LSF, as espessuras são menores devido ao baixo peso da estrutura (cerca de 1/3 do método que utiliza alvenaria), outro fator é a uniformidade na distribuição das cargas, diminuindo os pontos de concentração, de forças e de tensões, visto que o perfil de aço galvanizado é muito leve e resistente, pois não se utiliza pontos de soldagem.

Ou seja, eliminam-se os pontos de ruptura, resulta em uma estrutura flexível com boa estabilidade, considerada bastante durável, além disso, não é atacado por cupins ou qualquer outro tipo de inseto, não combustível e é 100% reciclável. Outro fator que potencializa as vantagens estruturais do sistema LSF, é o uso das placas OSB, visto que é fundamental no contraventamento, travamento e capacidade de suporte da estrutura, nomeadas de placas/painéis estruturais ou painel de tiras orientadas, pois são resistentes aos esforços em todos os seus sentidos e resistentes a intempéries (PETERSEN, 2012).

Quando se trata de patologias como fissuras, recalque diferencial de fundação e mapeamento do revestimento, que, normalmente, acontecem devido ao peso ou à má execução da estrutura, são comuns no método convencional e muito pouco visto no método construtivo do LSF que pode ser resultado de uma má execução.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA EM RELAÇÃO AOS CUSTOS PARA EXECUÇÃO DA OBRA COM O MÉTODO CONVENCIONAL E COM O SISTEMA LSF

Meneghel & Dare (2017), utilizam a construção de uma edificação multifamiliar de 122,16m² para desenvolver um estudo comparativo de custos entre os sistemas LSF e alvenaria convencional, foram considerados apenas custos diretos e as planilhas orçamentárias não foram fornecidas.

As características dos métodos e os materiais utilizados no estudo citado acima se encontram exemplificados na Tabela 2, na qual é possível perceber a descrição das etapas construtivas que ocorrem com LSF e com bloco cerâmico.

Tabela 2 – Caracterização da obra conforme os sistemas construtivos

| ETAPAS | LIGHT STEEL FRAMING | BLOCO CERÂMICO |
|------------------|---|---|
| FUNDAÇÃO | Concreto Armado Tipo Sapatas | Concreto Armado Tipo Sapatas |
| PAVIMENTO PISO | Pavimento Piso em Laje Pré-moldada composta por Vigotes Treliçados e Tabelas cerâmicas | Pavimento Piso em Laje Pré-moldada composta por Vigotes Treliçados e Tabelas cerâmicas |
| PLANOS VERTICAIS | Estrutura: perfis metálicos em aço galvanizado; Paredes Internas: OSB + Gesso Acartonado Paredes Externas: OSB + Membrana Hidrófuga + Placa Cimentícia | Estrutura: Pilares e Vigas em Concreto Armado Blocos Cerâmicos + Chapisco + Emboço + Reboco (Paredes Internas e Externas) |
| COBERTURA | Estrutura Metálica + Telha de Fibrocimento | Estrutura Metálica + Telha de Fibrocimento |
| FORRO | Gesso Acartonado | Gesso Acartonado |
| ESQUADRIAS | Porta Social: Pivotante em Madeira Maciça com Pintura Verniz Portas Internas: Madeira Semi-oca Tratada com Pintura Acrílica Semi-brilho Demais Aberturas: Alumínio com Pintura Eletrolítica | Porta Social: Pivotante em Madeira Maciça com Pintura Verniz Portas Internas: Madeira Semi-oca Tratada com Pintura Acrílica Semi-brilho Demais Aberturas: Alumínio com Pintura Eletrolítica |
| REVESTIMENTOS | Internos: Tipo Grês Esmaltado - Formato 45x45cm Externos: Tipo Grês Esmaltado Superfície Antiderrapante - Formato 45x45cm | Internos: Tipo Grês Esmaltado - Formato 45x45cm Externos: Tipo Grês Esmaltado Superfície Antiderrapante - Formato 45x45cm |
| PINTURA | Tipo Acrílica Semi-brilho | Tipo Acrílica Semi-brilho |

Fonte: Meneghel & Dare (2017).

Na Tabela 3 são apresentados os custos diretos globais obtidos por Meneghel & Dare (2017), divididos por etapa construtiva.

Tabela 3 – Custos diretos globais

| ETAPA | LSF | | ALVENARIA CONVENCIONAL | |
|------------------|-----------------------|-------|------------------------|-------|
| | R\$ | % | R\$ | % |
| FUNDAÇÃO | R\$ 2.656,84 | 1,7% | R\$ 3.805,79 | 2,6% |
| PAVIMENTO PISO | R\$ 15.401,50 | 9,6% | R\$ 17.932,72 | 12,1% |
| PLANOS VERTICAIS | R\$ 82.675,49 | 51,5% | R\$ 66.319,73 | 44,9% |
| COBERTURA | R\$ 16.261,31 | 10,1% | R\$ 16.261,31 | 11,0% |
| FORRO | R\$ 5.586,06 | 3,5% | R\$ 5.586,06 | 3,8% |
| ESQUADRIA | R\$ 20.047,04 | 12,5% | R\$ 20.047,04 | 13,6% |
| REVESTIMENTO | R\$ 8.137,48 | 5,1% | R\$ 8.137,48 | 5,5% |
| PINTURA | R\$ 9.675,92 | 6,0% | R\$ 9.675,92 | 6,5% |
| TOTAL | R\$ 160.441,64 | | R\$ 147.766,05 | |

Fonte: Meneghel & Dare (2017).

É possível perceber que no projeto apresentado, a etapa de planos verticais do LSF se torna mais cara do que a alvenaria convencional, uma vez que sua composição se dá por perfis de aço galvanizado e painéis autoportantes. Já nas fundações e pavimento piso a comparação se torna mais econômica, pelo fato da estrutura LSF ser mais leve, dispensando a utilização de uma grande quantidade de armações e concreto. Mas ainda assim o custo direto global da construção em LSF é 8,6% maior que o custo da alvenaria convencional.

4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS COMPARATIVAS ENTRE O MÉTODO CONVENCIONAL E O SISTEMA LSF

Tabela 4 - Vantagens e Desvantagens/Alvenaria Convencional x LSF

| | ALVENARIA CONVENCIONAL | | LIGHT STEEL FRAME | |
|--------------|---|---|---|--|
| | VANTAGENS | DESVANTAGENS | VANTAGENS | DESVANTAGENS |
| QUALIDADE | Ótima aceitação por parte dos usuários; Flexibilidade em reformar e alterar as edificações; Flexibilidade no projeto arquitetônico. | Controle de qualidade dificultado; Processos com característica artesanal; Muito retrabalho; Matéria prima de baixa qualidade. | Matéria prima de alta qualidade e passa por processo de industrialização; Estrutura racionalizada, com projetos bem definidos e detalhados; Flexibilidade do projeto arquitetônico; Utiliza mão de obra qualificada. | É pretendida em relação ao método de construção tradicional no Brasil; Limitação de pavimentos. |
| DESEMPENHO | Excelente desempenho em geral; Estruturas tem elevada resistência e permite grandes vãos. | Costuma apresentar patologias; Estrutura possui elevado peso próprio. | Excelente desempenho em geral; Níveis de desempenho podem ser regulados de acordo com a região onde for construído; Possibilidade da combinação de diferentes materiais e isolamento. | - |
| MANUTENÇÃO | Custo de manutenção é baixo em geral. | Manutenção difícil, com grande desperdício de materiais e despendimento de mão de obra. | Manutenção facilitada; Pouca geração de resíduos. | - |
| DURABILIDADE | Componentes tem alta durabilidade; Edificações duram muito tempo sem necessitar de manutenção. | - | Alta durabilidade e longevidade da estrutura. | Para manter a durabilidade precisa que o envoltório esteja intacto. |
| AMBIENTAIS | Resíduos podem ser reciclados; Vida útil longa. | Geração elevada de entulho; | Construção majoritariamente a seco; Desperdício mínimo de materiais; Vida útil longa; | - |
| PRAZO | - | Baixa produtividade; Limitações no método construtivo fazem com que os prazos sejam maiores; Difícil manuseio e transporte dos materiais. | Fácil montagem, manuseio e transporte; Fácil execução das instalações; Alta produtividade; Construção racionalizada; | - |
| CUSTO | Materiais e insumos são baratos; Mão de obra barata; Equipamentos e ferramentas utilizados são baratos. | Necessita de mão de obra em alta quantidade; Materiais são muito desperdiçados. | Grande disponibilidade de perfis no mercado; | Material mais caro do que o método convencional; Mão de obra mais cara; Custo de construção mais elevado (8,6% a 40% maior que alvenaria convencional). |

Fonte: Cassar (2018).

Com base nas informações levantadas por Cassar (2018), são apresentados objetivamente na Tabela 4 as vantagens e desvantagens dos métodos construtivos *Light Steel Frame* e alvenaria convencional, comparando os item de qualidade, desempenho, manutenção, durabilidade, impactos ambientais, prazo e custo.

5 CONCLUSÃO

Baseado na pesquisa bibliográfica podemos concluir que o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) é um sistema estrutural que otimiza a distribuição das cargas e esforços por toda a sua estrutura, desta forma, a estrutura pode contar principalmente com *frames* (quadros estruturais) com perfis e guias mais esbeltos e assim, trazendo, principalmente, mais leveza para sua estrutura. Essa otimização dos esforços se dá devido à grande quantidade de guias e montantes, pertencente aos *frames*, presentes nos sistemas horizontais e verticais, transferindo assim e, dividindo esses esforços por toda estrutura até a sua fundação. Foi possível também constatar que o *LSF* pode ser bem utilizado em edificações que tenham vãos livres máximos, uma vez que esta estrutura permite um alcance de vigas maiores que as dos métodos convencionais.

Além disso, também, se observou que o modelo construtivo em *LSF* pode ser considerado vantajoso nos aspectos de desempenho, qualidade, resistência estrutural, manutenção, impacto ambiental na construção (consumo de água e geração de resíduos), produtividade e prazo. Porém, em termos de durabilidade, custo, disponibilidade de material e mão de obra, a alvenaria convencional se mostra superior. Porém, é notório que o *LSF* está desenvolvendo, crescendo e ganhando espaço no mercado construtivo brasileiro, conforme aumenta a demanda por sustentabilidade, desempenho e racionalização. No entanto, o método convencional se adaptou às condições econômicas e sociais, além de ser um método estável no mercado de construção por anos, ou seja, o sistema *LSF* ainda não está adaptado para utilização em larga escala.

REFERÊNCIAS

CASSAR, Bernardo Camargo. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x Light Steel Frame**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

CASTRO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light steel framing**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

FONSECA, Antonio Carlos da; PINHEIRO, Bragança. **Estruturas metálicas: cálculos, detalhes, exercícios e projetos**. 2.ed. rev. ampli. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 301 p.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de; SANTIAGO, A. K. Manual de Construção em Aço. Steel Framing: Arquitetura. **Centro brasileiro da construção em aço (CBCA)**, 2012.

GARNER, Chad J. Guia do construtor em steel framing. NW, Suite 601 Washington, DC STEEL Versão 1 01/07/2003 Tradução do original do AISI Builders Steel Stud Guide 1.

LABUTO, Leonardo Vinícius. **Parede seca**: sistema construtivo de fechamento em estrutura de drywall. 2014. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2014.

MARTINS, L. F.; HASS, D. C. G. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

MENEGHEL, G; DARE, M. E. **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**. UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2017.

MINISTÉRIO das cidades. **Diretriz SINAT nº 3**. Diretrizes para avaliação técnica de produtos. Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”). Brasília: Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, 2016.
NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2005.

OLIVEIRA, I. M.; PINTO, J. W. **Construção de habitações populares com estruturas de Light Steel Framing em Pernambuco**. Instituto Federal de Pernambuco. Pernambuco, 2018.

PETERSEN, Robson Lassen. **Sistema “Light Steel Framing”**: Comparativo de Execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços. 2012, 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Rio Grande do Sul, 2012.

ROCHA, Pabliny Paiva da. Steel Frame: tecnologia na construção civil. **Revista Científica FacMais**, v. VIII, n. 1, Ano 2017/1º Semestre. ISSN 2238-8427.

RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R. B. Manual de construção em aço. Steel Framing: Engenharia. **Centro brasileiro da construção em aço (CBCA)**, 2016.

SANTIAGO, A. K. O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SOUZA, M. F. S. M.; RODRIGUES, R. B. **Sistemas estruturais de edificações e exemplos**. Departamento de Estruturas – DES, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo – FEC, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

TEIXEIRA, Lucas Alves Silva; SIMPLICIO, Maria da Conceição Azevedo. A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame. **Boletim do Gerenciamento**, v. 2, n. 2, out. 2018. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/46>. Acesso em: 13 out. 2021.

VIVIAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing**. São Carlos: USCar, 2011.

Data do recebimento: 5 de Novembro de 2021

Data da avaliação: 9 de Dezembro 2021

Data de aceite: 9 de Dezembro de 2021

1 Acadêmico do curso de Engenharia Civil – UNIT. E-mail: cluan103@gmail.com

2 Acadêmica do curso de Engenharia Civil – UNIT. E-mail: oliveiraalves.natalia09@gmail.com

3 Acadêmico do curso de Engenharia Civil – UNIT. E-mail: paulocalviello@gmail.com

4 Professor do Curso de Engenharia Civil - UNIT, Graduado em Engenharia Química – UFAL e Mestre em Engenharia Química - UFAL. E-mail: marcos.ajunior@souunit.com.br