

Estudo comparativo entre o sistema Light Steel Framing e o sistema construtivo convencional

*Caio Vitor Miranda
Lucas Rodrigues Pilar de Oliveira
Deysiane Antunes Barroso Damasceno
Tairine Cristine Bertola Cruz
Fernando Henrique Fagundes Gomes
Emanuel Bomtempo Matos
Suymara Toledo Miranda
Israel Iasbik
Romulo Stefani Filho*

DOI: 10.47573/aya.5379.2.70.4

RESUMO

O crescimento do setor da construção civil leva à busca por novos métodos e tecnologias construtivas que proporcionem redução de prazos, custos e impactos ambientais ao mesmo tempo em que aumentam a produtividade da obra, produzindo uma edificação confortável e segura. O sistema construtivo Light Steel Framing (LSF) se destaca nesses aspectos quando comparado à alvenaria convencional. O LSF é um sistema construtivo que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural e o fechamento dos painéis de aço pode ser feito com placas de materiais cimentícios, PVC e OSB. O LSF caracteriza-se por sua leveza, versatilidade e facilidade de execução. O presente trabalho apresenta as principais características do LSF e o compara ao sistema convencional em termos de custos, produtividade e sustentabilidade segundo a perspectiva de diversos autores. O objetivo deste trabalho é ampliar o conhecimento da comunidade acadêmica e dos profissionais da construção civil sobre esse sistema, destacando suas particularidades de forma exploratória.

Palavras-chave: Light Steel Framing. sistema construtivo. sustentabilidade. construção civil.

ABSTRACT

The growth of the civil construction sector leads to the search for new construction methods and technologies that provide reduction of deadlines, costs and environmental impacts while increasing the productivity of the work, producing a comfortable and safe building. The Light Steel Framing (LSF) constructive system stands out in these aspects when compared to conventional masonry. LSF is a construction system that uses galvanized steel as the main structural element and the closing of the steel panels can be done with plates of cementitious materials, PVC and OSB. The LSF is characterized by its lightness, versatility and ease of execution. The present work presents the main characteristics of the LSF and compares it to the conventional system in terms of costs, productivity and sustainability according to the perspective of several authors. The objective of this work is to expand the knowledge of the academic community and civil construction professionals about this system, highlighting its particularities in an exploratory way.

Keywords: Light Steel Framing. constructive system. sustainability. construction industry.

INTRODUÇÃO

Os dois principais sistemas construtivos convencionalmente utilizados na construção civil são: o sistema reticulado, onde as lajes, vigas e pilares transportam as cargas até a fundação e a alvenaria só é utilizada como vedação, podendo, nesse caso, ser em blocos cerâmicos ou de concreto e; o sistema autoportante, onde a alvenaria tem função estrutural, sendo ela a responsável por transportar as cargas até a fundação.

Um sistema construtivo alternativo, mais moderno e que vem ganhando espaço no setor é Light Steel Framing (LSF), que compreende uma estrutura cujo principal elemento estrutural é o aço galvanizado. É um sistema construtivo criado na década de 1930, nos Estados Unidos, baseado no sistema de madeiras conhecido como Wood Frame, comum na Europa e Ásia. No Brasil, o LSF surgiu na década de 1990. O LSF é um sistema cuja estrutura é feita em perfis

de aço leve e galvanizados formados a frio, que em conjunto com os elementos de isolamento, vedação, fundação e instalação dão forma a edificação. Os produtos para esse conjunto de estrutura são industrializados e, portanto, fabricados com alto rigor de controle, proporcionando pequena possibilidade de falha em sua fabricação (POMARO, 2015 *apud* LAGOA *et al.*, 2021).

Por se tratar de um sistema construtivo leve e de rápida execução, o LSF pode se tornar tendência nas construções. Além disso, o sistema é essencialmente sustentável, pois permite a racionalização da obra e é responsável por gerar pequena quantidade de resíduos no canteiro de obras. Assim, esses aspectos promovem o setor da construção, uma vez que associam técnica, boa relação custo-benefício e sustentabilidade, parâmetros essenciais para o progresso da sociedade (NICOLETTI *et al.*, 2019).

Assim, o objetivo deste estudo é apresentar as principais características do sistema construtivo em Light Steel Framing e compará-lo com as construções convencionais, levando-se em conta parâmetros como: economia, produtividade, sustentabilidade, eficácia, funcionalidade da edificação, além das etapas construtivas e patologias relacionadas aos sistemas. Com isso, pretende-se ampliar o conhecimento da comunidade acadêmica e dos profissionais do setor da construção civil munindo-os de informações fundamentadas em estudos de diversos autores da área a fim de que eles possam, assim, escolher o sistema construtivo que melhor se adeque a cada cenário.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema de construção convencional

As construções convencionais são aquelas que utilizam vigas e pilares em concreto e a vedação é feita por blocos de cerâmica ou cimento, que são assentados com uso de argamassa. No Brasil esse é o sistema mais utilizado para construções residenciais, pois se emprega materiais simples como cimento, água e agregados, o método é de fácil execução e existe uma ampla disponibilidade de mão-de-obra capaz de executá-lo. Porém, sua execução é lenta e existe a necessidade de um elevado número de colaboradores no canteiro de obras (CASSAR, 2018).

A estrutura do sistema convencional é composta por pilares, vigas e lajes de concreto armado, que transmitem as cargas até às fundações. Na construção das vigas e pilares são utilizados aço estrutural e formas. Esse método construtivo é considerado por baixa produtividade e alto índice de desperdício (CRUZ, 2021).

As fundações no sistema convencional dependem do tipo solo, da construção e respectiva carga da mesma, porém, como os elementos estruturais do sistema convencional têm um elevado peso próprio, suas fundações, em geral, são mais robustas se comparadas àquelas utilizadas no sistema LSF.

Como já mencionado, o fechamento do sistema construtivo convencional é feito por blocos cerâmicos, sendo necessário revestir a parede, geralmente por uma camada de chapisco, emboço e reboco para proteger a estrutura e seu interior de intempéries. Esse processo é demorado e necessita de um grande volume de materiais (YAZIGI, 2002 *apud* GRUBLER, 2021).

A Instalação elétrica desse sistema é feita por meio de eletrodutos que passam pelas pa-

redes ou no interior das lajes, vigas e colunas, nesse caso, os eletrodutos são lançados antes da concretagem desses elementos. As instalações hidráulicas e sanitárias no sistema convencional são semelhantes às instalações elétricas, exceto pelo fato de que elas não podem ser embutidas nas vigas e nos pilares. Em todos os casos, ao passar essas instalações pelas paredes é necessário fazer cortes gerando grande volume de entulhos (CRUZ, 2021).

De acordo com a NBR 6118:2003 as lajes dos sistemas convencionais, podem ser maciças ou pré-moldadas, sendo as lajes maciças executadas em concreto armado e as lajes pré-moldadas por vigotas de concreto pré-moldadas e lajotas de concreto ou cerâmica. O custo com esses tipos de lajes pode ser grande, devido à elevada utilização de concreto e aço na sua construção.

Nas coberturas das construções convencionais, a madeira é o material mais utilizado nas estruturas, para realização das treliças, cantoneiras, escoras e entre outros componentes que dão suporte as telhas, sendo as mais utilizadas as telhas cerâmicas e fibrocimento (CASAR, 2018).

Sistema Light Steel Frame (LSF)

Painéis estruturais

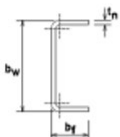
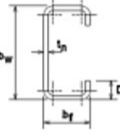
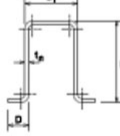

O esqueleto da estrutura em LSF é composto, basicamente, por perfis metálicos formados a frio do tipo U simples, U enrijecido (Ue), cartola e cantoneiras de abas desiguais, conforme Figuras 1 e 2, e de elementos para o fechamento externo e interno da construção, em geral formados por placas de gesso, fibrocimento e madeira. Os perfis Ue são utilizados como montantes (barras verticais) e os perfis U como guias (barras horizontais). Os montantes são geralmente espaçados de 400 ou 600 mm formando os painéis modulados.

A ABNT NBR 15253: 2014 estabelece os requisitos gerais para os perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações. Essa norma especifica a espessura nominal mínima de 0,8 mm e máxima de 3 mm para as bobinas que darão origem aos perfis. Segundo essa mesma norma, o aço deve receber uma camada de revestimento por imersão a quente de no mínimo 275 g/m², quando em zinco, ou de 150 g/m², para revestimento em liga de alumínio-zinco, protegendo o elemento contra corrosão (BARROS e CARDOSO, 2016).

Essa proteção acontece por meio do sacrifício (perda de massa) do zinco em relação ao aço base, a chamada proteção galvânica, que ocorre em função das características químicas do ferro e do zinco, o zinco oxida antes do ferro na presença de um eletrólito, por isso, a espessura da camada de zinco que recobre o aço está diretamente ligada à durabilidade e resistência da peça aos efeitos da corrosão (BARROS e CARDOSO, 2016; FREITAS e CRASTO, 2006).

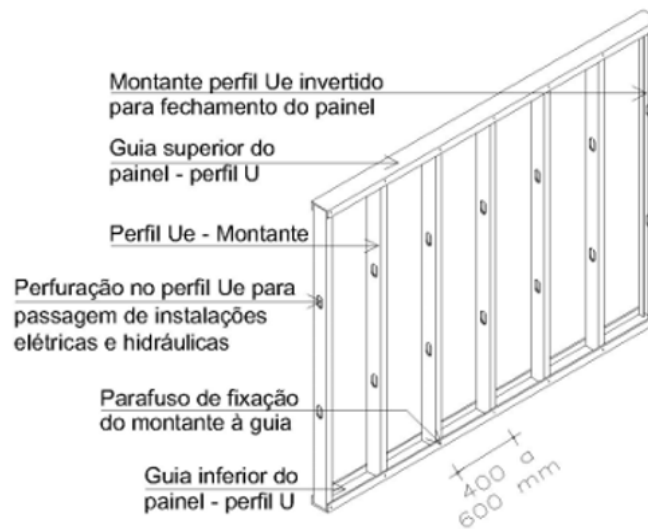
Os montantes não são capazes de resistir por si só às cargas horizontais, assim, os elementos de contraventamento da estrutura são de fundamental importância, pois garantem sua rigidez contra ações de ventos e sismos (LEÃO *et al.*, 2021). Para que a estrutura cumpra os requisitos de desempenho e função para a qual foi projetada é preciso que os subsistemas sejam compatíveis. Os subsistemas da estrutura são a fundação, a estrutura metálica que forma o esqueleto, os fechamentos internos e externos e o isolamento termoacústico (FREITAS e

Figura 1 - Perfis de aços e suas utilizações

Seção Transversal	Série Designação NBR 6355:2008	Utilização
	Perfil U simples U $b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	Perfil U enrijecido U $b_w \times b_f \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Perfil 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

Fonte: ABNT NBR 15.253 (2014)

Figura 2- Painel em Light Steel Framing

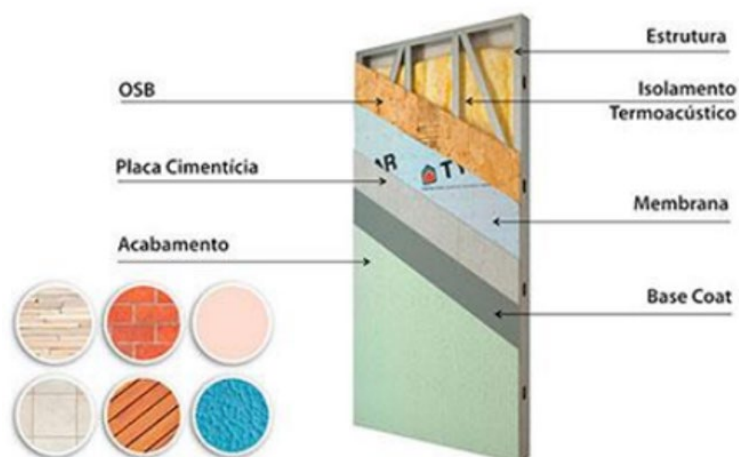


Fonte: CRASTO (2005)

Fechamentos externo e interno do LSF

Já o fechamento externo do sistema LSF, por sua vez, conforme Figura 3, pode ser feito com placas de OSB (Oriented Strand Board), cimentícias ou de fibrocimento e siding que podem ser de PVC, madeira ou material cimentício. As chapas de OSB são formadas por partículas de madeira orientadas e prensadas e são instaladas entre o perfil de aço e o revestimento, essas placas podem ser utilizadas tanto internamente quanto externamente, porém, quando utilizadas para o fechamento externo devem ser protegidas da umidade, para isso utilizam-se membranas impermeáveis ou o siding vinílico como revestimento, por exemplo.

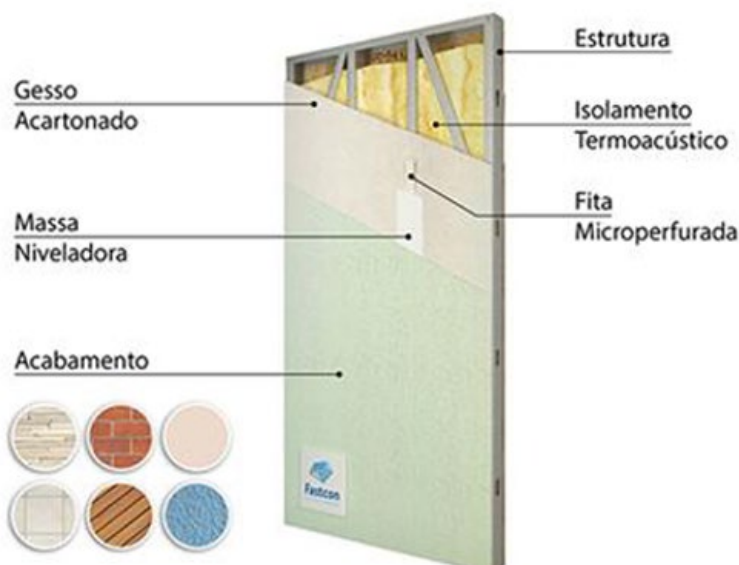
Figura 3 - Estrutura esquemática do fechamento externo



Fonte: FASTCON (2018) apud MIRANDA (2018)

Já o fechamento interno pode ser feito por placas OSB revestidas ou por placas de gesso acartonado (Figura 4) com espessuras variando entre 6,5 mm, 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm.

Figura 4 - Estrutura esquemática do fechamento interno



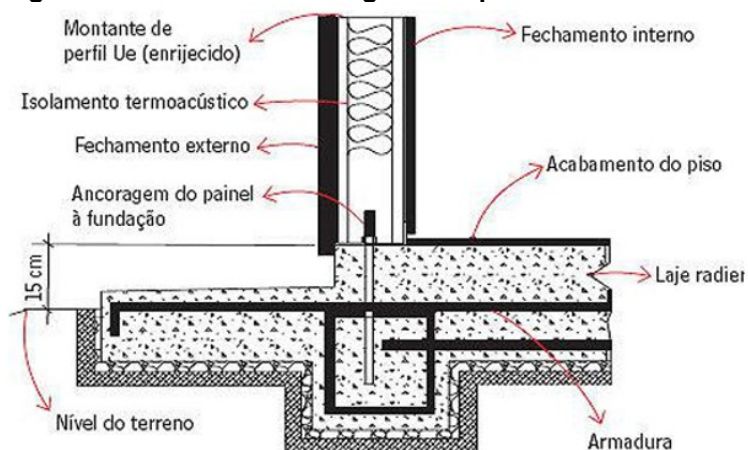
Fonte: FASTCON (2018) apud MIRANDA (2018)

Os espaços entre as placas de fechamento são preenchidos por mantas isolantes, geralmente de lã de vidro, rocha ou PET, que promovem o isolamento térmico e acústico.

Fundação

A escolha do tipo de fundação depende tanto das características do solo quanto da carga da estrutura que ela suportará. Por se tratar de uma estrutura leve com distribuição de carga uniforme por meio de seus painéis, o sistema de fundação mais utilizado para o LSF é o radier que a ABNT NBR 6122:1996 define sendo um elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares ou carregamentos distribuídos. A estrutura do LSF é ancorada ao radier por meio de chumbadores, em geral, do tipo parabolts expansível (Figura 5). É importante que a fundação seja devidamente impermeabilizada a fim de evitar a umidade na edificação, recomenda-se ainda que o contrapiso seja executado a pelo menos 15 cm de distância em relação ao solo pelo mesmo motivo (SENA JÚNIOR e CARMO, 2015; CRASTO, 2005).

Figura 5 - Detalhe da ancoragem dos perfis do LSF ao radier



Fonte: Freitas e Crasto (2006)

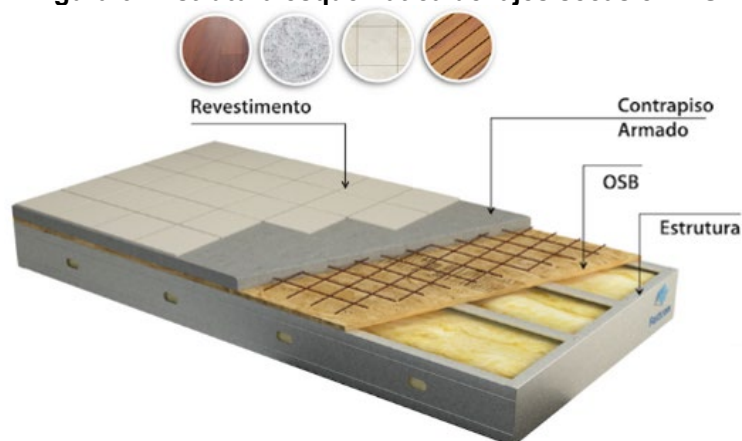
Instalações Elétricas e Hidráulicas

No sistema LSF, problemas como cortes da alvenaria e geração de entulho não acontecem, uma vez que as paredes são formadas por painéis ocós que permitem a passagem dos elementos de instalação sem acarretar tais inconvenientes. Além disso, a execução das instalações elétricas e hidráulicas é rápida e a manutenção é facilitada (GARCIA *et al.*, 2019).

Lajes e coberturas

As lajes do sistema LSF são classificadas em secas ou úmidas. As lajes secas são formadas por estruturas metálicas leves de fácil instalação, cobertas com as placas OSB ou cimentícias que recebem o contrapiso armado e o revestimento (Figura 6). As lajes úmidas são constituídas por telhas galvanizadas parafusadas às vigas servindo também de forma para receber uma camada de concreto. O concreto deve conter uma armadura em tela para evitar fissuras (Figura 7) (SANTOS e COSTA, 2018).

Figura 6 - Estrutura esquemática de lajes secas em LSF



Fonte: MIRANDA (2018)

Figura 7 - Estrutura esquemática de lajes úmidas em LSF



Fonte: imagem da internet

A NBR 15575 (ABNT, 2013) define as coberturas como conjunto de elementos construídas no topo das edificações com a função de proteger as edificações contra intempéries, fatores externos e contribuir para o conforto termoacústico. Nas coberturas do sistema LSF são usadas as mesmas peças em aço galvanizado utilizadas na superestrutura e as telhas utilizadas são as sanduiche, shingle, cerâmica e fibrocimento. As vantagens dessas estruturas em comparação com as coberturas convencionais são a leveza, a resistência contra parasitas e vencimento de grandes vãos (MIOLA, 2019).

Revestimentos

Os revestimentos das paredes de alvenarias convencional é formulada a partir de argamassas para a sua aplicação, existem tipos distintos de argamassa utilizadas em funções específicas, sendo o chapisco utilizado como argamassa de aderência, o emboço utilizado com argamassa de regularização e reboco utilizado como argamassa de acabamento. Após esses processos a alvenaria poderá receber o revestimento final, como pintura, textura, gesso ou cerâmicas, levando em consideração o local das aplicações (CASSAR, 2018).

O LSF utiliza o Drywall como vedação interna, que assim como a alvenaria de tijolos ele pode receber qualquer tipo de revestimento, sendo pintura, cerâmica, papel de parede, porcelanato etc. A cerâmica pode ser aplicada diretamente sobre as placas utilizando argamassa colante, diminuindo assim as etapas de construção em comparação com a alvenaria convencional. O procedimento da pintura se torna possível após o lixamento das placas e depois de aplicados o preparador de pintura ou selador (LABUTO, 2014).

Vantagens e desvantagens do Light Steel Framing

Segundo a ABCEM (Associação Brasileira da Construção Metálica), o LSF caracteriza-se principalmente pela leveza da construção, durabilidade da estrutura em aço, que pode atingir uma idade de até 300 anos e pelas características citadas a seguir:

- a) Agilidade e alta produtividade: com elementos pré-moldados, o LSF reduz o número de etapas da construção, pois, as peças veem prontas para montagem e ligação. Além de apresentar facilidade nas instalações elétricas e hidrossanitárias. Isso por que a passagem dos eletrodutos e tubulações são feitas a partir de espaços visíveis nos montantes e guias metálicas, evitando rasgos fazer as instalações (ABCCEM, 2021);

b) Redução de Custos: comparado ao sistema convencional, o LSF permite redução de custos através da otimização do tempo de montagem da estrutura podendo executar diversas etapas concomitantemente e, por ser uma estrutura leve, o custo da infraestrutura varia de 20% a 30% a menos que a do sistema convencional (ABCCEM, 2021);

c) Obra limpa e sustentável: as construções feitas por esse método reduzem a produção de resíduo durante a execução. Por essa razão, o ambiente de trabalho permanece limpo, facilitando também outras etapas. Outro aspecto importante é a redução do uso de recursos naturais, como a água. Para a execução do LSF quase não é necessária, exceto para a fundação e na produção de argamassa (ABCCEM, 2021).

Segundo Olivieri *et al.* (2017), embora apresente inúmeras vantagens, o sistema de LSF é relativamente novo no mercado nacional, em função disso, as empresas e profissionais da área encontram algumas dificuldades para sua comercialização como segue:

a) Cultura: no Brasil, menos de 3% das edificações são construídas pelo sistema Steel Framing. O país ainda apresenta uma forte tradição com construções de alvenaria, mas apesar desse tradicionalismo brasileiro, o Steel Framing vem ganhando espaço;

b) Limite de Pavimentos: apesar dos perfis de aço galvanizado serem muito resistentes, existe um limite de andares para construções em Steel Framing. O aço é um material leve e, quando utilizado em edificações de elevada altura estão mais suscetíveis a ação do vento, que pode causar instabilidade da estrutura, além disso, os perfis podem sofrer flambagem, que é o fenômeno de curvatura que ocorre em peças esbeltas. Diante do exposto, não é indicado para construções com mais de cinco andares, apresentando fragilidade;

c) Escassez de mão de obra especializada: talvez essa seja a maior dificuldade desse mercado. A escassez de mão de obra especializada e a falta de um mercado competitivo provoca o aumento do custo desse sistema. Por ser uma opção inovadora no Brasil, os profissionais da área devem realizar treinamentos e capacitações específicas para oferecer todas as vantagens do Steel Framing.

Estudos comparativos entre o sistema convencional e o LSF

Os tópicos seguintes apresentam os resultados de estudos comparativos entre o sistema construtivo em LSF e o sistema convencional realizados por diversos autores. Esses autores avaliaram parâmetros como custo, produtividade e impacto ambiental de ambos sistemas. Os resultados são utilizados para discutir as vantagens e desvantagens de cada sistema.

Economia

Na construção civil um dos problemas mais frequente é com relação a custos, uma vez que na execução de uma edificação as despesas são elevadas. O sistema LSF foi criado visando um desperdício menor de materiais e tempo de construção reduzido. Apesar da maioria dos estudos de caso apresentarem que o LSF é mais caro, a compensação se dá através dos outros benefícios, de forma a tornar-se um método construtivo de fato mais atrativo.

Em um estudo realizado por Sena Júnior e Carmo (2015) com base na Tabela SINAPI de

Minas Gerais daquele ano, foi apontada uma diferença no orçamento de obra de uma residência de 41,16m² construídos de 16% entre o sistema LSF e o sistema convencional, sendo o primeiro deles o mais caro. Em outro estudo, realizado por Meneghel e Dare (2017) *apud* Cassar (2018), os autores constataram que para uma edificação com área total construída de 122,16m², o custo em LSF, foi 8,6% superior ao convencional. Já Frasson e Bitencourt (2017) *apud* Mendes (2021), identificaram para uma residência de 55m² construídos, utilizando o LSF, um orçamento 7% maior que o sistema convencional.

De acordo com Borba e Mesquita Filho (2018) uma edificação com área real de 58,64m², retirados dos dados da Tabela SINAPI daquele ano, do Estado de Goiás, gastaria um valor 7,5% menor com o sistema LSF em relação ao convencional. Já em Ijuí-RS, no mesmo ano, segundo Miranda (2018), o orçamento de uma obra com 62,78m² de área construída apresentou uma diferença de 32,9% para menos com o sistema LSF. Conforme Meireles (2018), o custo total em LSF para uma casa com área construída de 44,78m², foi 19,7% maior em relação ao sistema convencional. Porém para o sistema em LSF, a casa obteve uma redução de área, passando para 42,7m².

No ano de 2019, em Maceió – AL, segundo Firmino (2019) o orçamento com base na Tabela SINAPI daquele ano, para uma residência com área total construída de 35,12m², utilizando o sistema LSF, teve um gasto 7% menor em relação ao sistema de alvenaria convencional, além de chegar a quase 14% em relação ao custo de alvenaria estrutural. No mesmo ano, Camini (2019) apresentou um estudo comparativo entre os custos para os dois métodos, LSF e alvenaria convencional, de uma obra com área construída de 221,89m², resultando em um orçamento 9% superior para o LSF, com base na Tabela SINAPI. No entanto, o autor não identificou o local da pesquisa.

Nota-se que, apesar da área construída da edificação influenciar diretamente na variação do custo final da edificação, este não foi o fator determinante para a diferença entre os orçamentos apresentados nos estudos. É possível notar ainda que os custos da construção em LSF alteraram-se com o passar dos anos e que o local do estudo revela maiores diferenças entre orçamentos, de forma a indicar uma grande variabilidade de custos regionais. Apesar, desse indicativo, deve-se levar em conta que alguns estudos não identificaram a cidade ou estado para os quais os orçamentos foram feitos.

Produtividade

A produtividade é extremamente importante na construção civil, impactando diretamente nos custos com a execução da edificação. Apesar do sistema em LSF exigir uma mão de obra mais especializada, o tempo necessário de execução é menor, sendo este um ponto forte desse método construtivo.

Segundo Meireles (2018), são necessários em torno de 10 dias para execução de uma casa com área total de 44,78m² em painéis de LSF. Já para a mesma casa, porém, em alvenaria convencional, desde a estrutura até a massa finalizada da parede, leva-se cerca de 19 dias. Vale ressaltar que trata - se da mesma casa, porém com uma redução de área, passando para 42,7m² no sistema construtivo convencional, devido à algumas particularidades da construção em LSF. Identifica - se, portanto, uma redução em torno de 45% do tempo de construção em LSF.

De acordo com Fernandes e Campos (2021), o tempo de execução para a parte estrutural e fechamento para um projeto comercial com área de 213,75m² durou em torno de 60 dias com sistema convencional e 20 dias com sistema LSF, ambos utilizando 4 funcionários.

Conforme Camini (2019), o sistema LSF revelou-se mais rápido que o sistema convencional (15 dias de diferença) para o projeto de uma edificação com 221,89m² de área construída em que os operários trabalhavam 44 horas semanais divididas em cinco dias por semana. Além de tudo, o autor destaca que o clima não afeta tanto na construção em LSF, isso porque alguns processos não precisam ser feitos no local, como por exemplo os painéis, que podem ser montados em locais fechados, podendo então, o tempo de construção ser ainda menor.

Segundo um estudo de Oliveira (2018), seis dias seriam suficientes para a construção da superestrutura até a pintura externa em LSF de uma casa com aproximadamente 42m² de área construída, enquanto pelo método tradicional, 20 dias.

Impacto Ambiental

A resolução do CONAMA nº 1 de 23 de janeiro de 1986 define impacto ambiental como:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam, a saúde, a segurança, bem-estar da população, atividades sociais, atividades econômicas, a biota, condições sanitárias do ambiente e qualidade dos recursos naturais.

A construção civil é um dos principais setores econômicos, participando de cerca de 15% do PIB nacional. De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS, 2013), estima-se que a construção civil consome 75% dos recursos naturais extraídos, produz aproximadamente 80 milhões de toneladas de resíduos por ano, além da liberação de na extração de minérios utilizados.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) entende que com o cenário atual da relação homem e meio ambiente, se faz imprescindível a eficiência energética, hídrica e de materiais. Soluções inovadoras passam a ser de extrema importância de acordo com as necessidades de mudanças nas maneiras de projetar, construir e operar edificações, melhorando o uso de materiais escassos, de forma a tornar as edificações eficientes ao longo do tempo (CNI, 2017).

De acordo com Mass e Tavares (2017), a técnica do sistema em LSF, quando comparada com a construção convencional, reduz de 40% a 70% dos resíduos no canteiro de obras. Segundo Ramos (2019), a utilização do LSF, considerado um sistema de construção a seco, permite a redução das emissões de e de consumo energético em média de 40%, em relação ao sistema convencional.

Marcos (2015) afirma que a redução de utilizando o sistema LSF gira em torno de 21,43% em relação ao sistema construtivo convencional. Além disso, a utilização de recursos naturais no sistema convencional tem um grande impacto, como na extração de madeiras necessárias na fabricação de fôrmas para vigas, pilares e lajes, elevado consumo de água em etapas exclusivas como no concreto estrutural, chapisco, reboco e emboço, enquanto no LSF a utilização desses recursos é quase nula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou por meio de uma revisão bibliográfica, investigar os aspectos gerais do sistema construtivo Light Steel Framing (LSF) de forma a apresentá-lo como realidade de tecnologia construtiva.

Na busca por alternativas que minimizem os impactos negativos da construção civil, pode-se concluir que o LSF é uma opção viável na substituição de técnicas construtivas tradicionais. Apesar da sua limitação de pavimentos e da necessidade de mão de obra especializada, é uma proposta de construção que alia alta produtividade das etapas construtivas a menores impactos ambientais de modo a concretizar uma opção possível às construções convencionais.

A elevada demanda da construção civil leva a busca por métodos construtivos rápidos e eficientes. Assim, por ser um sistema industrializado, estruturado por perfis de aço galvanizado, e totalmente reciclável, o LSF apresenta durabilidade acima dos métodos convencionais se tornando assim, uma ótima opção para construções residenciais e comerciais.

Foi possível identificar que, embora os custos com materiais e mão-de-obra das edificações em LSF superem, na maioria das vezes, os custos do sistema convencional, existe uma compensação por meio da redução dos prazos de entrega da obra e da perda de materiais (entulhos) no orçamento final.

Dentro do objetivo proposto, pôde-se conhecer as características do sistema construtivo LSF e suas particularidades, permitindo avaliar sua aplicabilidade como sistema construtivo conforme características do projeto a ser executado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA – ABCEM. Light Steel Framing: o modelo de construção flexível para todos os projetos. ABCEM, 2021. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/site/blog/light-steel-framing-o-modelo-de-construção-flexível-para-todos-os-projetos>. Acesso em: 02 nov. 2021

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15575: Norma Brasileira Edificações Habitacionais - Desempenho. São Paulo, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6122: Norma Brasileira para Projeto e Execução de Fundações. Rio de Janeiro, 1996.

BORBA, F. L.; MESQUITA FILHO, N. S. Estudo comparativo de análise de custos de uma residência utilizando o sistema de alvenaria estrutural e o sistema construtivo light steel frame para a região de Anápolis. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – UniEvangélica, Anápolis, GO, 2018.

- CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M.; LOPES, A. M. S.; TAVARES, W. C. Avaliação do ciclo de vida energético (ACVE) e do desempenho térmico de uma habitação de light steel framing com o uso de diferentes tipos de isolantes térmicos. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. v. 11, n. 2, 2016.
- CAMINI, V. Comparativo de custos dos sistemas light steel frame e convencional para uma habitação unifamiliar. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, RS, 2019.
- BARROS, M. M. B; CARDOSO, S. S. Especificação de perfis para Drywall e Light Steel Framing. 2016. 17 f. Congresso Latinoamericano da Construção Metálica – CONSTRUMETAL. [S.l]: ABCEM, 2016. Disponível em: http://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/apresentacao/46_ESPECIFICACAOPARA-PERFIS-DE-DRYWALL-E-LIGHT-STEEL-FRAMING.pdf. Acesso em: 02 nov. 2021.
- CASSAR, B. C. Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: alvenaria convencional x Light Steel Frame. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. Construção Sustentável: a mudança em curso. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Brasília: CNI, 2017. 98 p.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. Boletim Informativo do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. CBCS, n. 9, 2013.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Publicada no DOU, de 17/02/1986.
- CRASTO, R. C. M. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2005.
- CRUZ, D. N. Sistema construtivo convencional e sistema construtivo sustentável para edificação de uso misto: uma análise de viabilidade econômica. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Mato Grosso, Barra dos Garças/MT, 2021.
- FERNANDES, J. V. C.; CAMPOS, G. L. Comparativo orçamentário sintético e qualitativo dos modelos construtivos LSF e convencionais em construções residenciais e comerciais de pequeno porte. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Unisociesc, Joinville, SC, 2021.
- FIRMINO, A. K. S. Análise comparativa orçamentária dos sistemas construtivos alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário CESMAC, Maceió, AL, 2019.
- FREITAS, A. M. S; CRASTO, R. C. M de. Steel Framing: Arquitetura. 2006, 124 f. Rio de Janeiro: IBS/CBCA – (Série Manual de Construção em Aço).
- GARCIA, B. R. G.; RODRIGUES, E. A.; SANTOS, J. M. A.; QUEIJA, R. C. Alvenaria estrutural, sistemas construtivos e suas diferenças para a alvenaria convencional. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 04, n. 01, p. 32-46, 2019.
- GRUBLER, T. H. Estudo comparativo entre os métodos construtivos Light Steel Frame, alvenaria

convencional e alvenaria estrutural. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, RS, 2021.

LABUTO, L. V. Parede seca: sistema construtivo de fechamento em estrutura de drywall. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014.

LAGOA, D. C.; CRUZ, C. S.; FERREIRA, T. V.; BÔAS, I. C. C. V.; DUARTE, T. R. G.; GERUDE NETO, O. J. A.; GERUDE, M. S.; PEREIRA, D. R. Light Steel Frame como alternativa ao sistema convencional de construção, visando a redução de patologias construtivas. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 4, 2021.

LEÃO, L. B. S.; ROCHA, V. A.; OLIVEIRA, A. S.; BARBOSA, G. K. R.; JESUS, J. P. P.; SANTOS, S. A.; SOUSA, D. C.; FERNANDES, W. L. Avaliação da resistência de montantes de paredes internas a partir da modelagem de uma residência em light steel framing usando o sap2000. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, 2021.

MASS, B. H.; TAVARES, S. F. Quantidade de resíduos de construção na obra de uma habitação de LSF comparada com uma em alvenaria convencional. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão, Curitiba, PR, v. 2, n. 2, 2017.

MARCOS, M. H. C. Método de obtenção de dados de impactos ambientais, durante o processo de desenvolvimento do projeto, através do uso de ferramenta BIM. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MEIRELES, A. P. V. Estudo comparativo de custos diretos entre o sistema light steel frame e o sistema de paredes de concreto aplicados a uma habitação de interesse social. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2018.

MENDES, G. F. Índice global de impacto dos métodos construtivos Light Steel Frame e alvenaria convencional. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2021.

MIOLA, A. J. Comparativo de custos de sistemas construtivos: convencional, steel frame e alvenaria estrutural. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, PR, 2019.

MIRANDA, P. P. Estudo comparativo entre o sistema construtivo convencional mais utilizado na região noroeste do estado do Rio Grande Do Sul e o sistema construtivo industrializado Light Steel Framing. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul, Ijuí, RS, 2018.

NICOLETTI, R. S.; SANTOS, D. M.; ROSSETO, L. L. Análise do desempenho e da viabilidade técnica e econômica do sistema light steel framing para construção de residências populares. Revista Construindo, Belo Horizonte. v. 11, n. 01, p. 59-61, 2019.

OLIVEIRA, I. M. de. Construção de habitações populares com Estruturas de Light Steel Framing em Pernambuco. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) Instituto Federal de Pernambuco. Campus Recife. Curso de Engenharia Civil.

OLIVIERI, H. BARBOSA, I. C. A.; ROCHA, A. C.; GRANJA, A. D.; FONTANINI, P. S. P. A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel

Framing. Ambiente Construído, v. 17, n. 4, 2017.

RAMOS, V. M. K. Avaliação do ciclo de vida dos materiais de uma habitação de interesse social em alvenaria convencional, Light Steel Framing e Light Wood Framing. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2019.

SANTOS, B. H.; COSTA, K. B da. Comparativo da tecnologia de construção lighth steel frame de uma residência familiar. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Cesmac, Maceió, AL, 2018.

SENA JÚNIOR, C. A. S.; CARMO, L. R. S. Estudo comparativo em habitações sociais: alvenaria convencional x Light Steel Frame. 2015. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – DOCTUM, Caratinga, MG, 2015.