

VI Jornada de Iniciação Científica

VII SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG

Sociedade, Ciência e Tecnologia

STEEL FRAME: UTILIZAÇÃO EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

Blenon Yago dos Santos Paula¹, Fernanda Cota Trindade²

¹ Graduando em Arquitetura e Urbanismo Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG,
blenon10yago@hotmail.com.

² Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário UNIFACIG, Manhuaçu-MG,
fer.cota@sempre.unifacig.edu.br.

Resumo: *Light Steel Framing* – LSF é um sistema construtivo que surgiu nos Estados Unidos devido ao grande desenvolvimento da indústria do aço. Em busca de suprir alta demanda de moradias para crescente população americana, foi substituindo aos poucos o *Wood Frame* e se consolidou. Atualmente a alvenaria é o principal meio construtivo utilizado no Brasil, porém esse método é caracterizado por ser realizado de maneira artesanal, o que pode gerar uma baixa produtividade e uma grande taxa de desperdício de material, levantando o questionamento se esse método é realmente o mais apropriado em tempos onde se busca a sustentabilidade e eficiência nas obras. O objetivo da pesquisa é analisar a viabilidade do uso do sistema construtivo *Light Steel Framing*, levando em consideração a realidade brasileira. Esse estudo foi realizado através de pesquisas exploratórias, utilizando materiais bibliográficos, que possibilitam um comparativo do método construtivo LSF com a alvenaria convencional. Foi possível perceber que a não utilização do sistema LSF está diretamente ligada a fatores culturais e a dificuldade de acesso a novas tecnologias. Conclui-se que atualmente o cenário brasileiro de construção não está propenso para o uso desse método construtivo, e isso é percebido pela falta de conhecimento da população sobre o sistema e principalmente pela falta de disponibilidade de mão de obra qualificada.

Palavras-chave: *Light Steel Framing*; Alvenaria; Viabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências Sociais Aplicadas.

STEEL FRAME: USE IN BRAZILIAN TERRITORY

Abstract: *Light Steel Framing* – LSF is a constructive system that emerged in the United States due to the great development of the steel industry. Seeking to supply the high demand for housing for the growing American population, it gradually replaced *Wood Frame* and consolidated itself. Currently, masonry is the main constructive means used in Brazil, but this method is characterized by being handcrafted, which can generate low productivity and a high rate of material waste, raising the question of whether this method is really the most appropriate in times where sustainability and efficiency in works is sought. The objective of the research is to analyze the feasibility of using the *Light Steel Framing* constructive system, taking into account the Brazilian reality. This study was carried out through exploratory research, using bibliographic materials, which enable a comparison of the LSF constructive method with conventional masonry. It was possible to notice that not using the LSF system is directly linked to cultural factors and the difficulty of accessing new technologies. It is concluded that currently the Brazilian construction scenario is not inclined to use this construction method, and this is perceived by the population's lack of knowledge about the system and mainly by the lack of availability of qualified labor.

Keywords: *Light Steel Framing*; Masonry; Viability.

INTRODUÇÃO

Também conhecido como *Light Steel Frame* (LSF), o *Steel Frame* (SF) é um sistema construtivo a seco que é industrializado e racionalizado, ou seja, um sistema construtivo muito eficiente, rápido, limpo e ecologicamente correto (PEREIRA, 2018). Traduzindo para o português *Steel Frame* significa “Estrutura de aço”, trazendo como o principal material desse sistema o aço galvanizado, podendo ser utilizado em diversos tipos de edificações, e sua vedação pode ser feita

através de placas que podem ser tanto de madeira, *drywall*, cimentícias, entre outras (JUNQUEIRA, 2021).

Atualmente o principal método construtivo utilizado no Brasil é caracterizado por ser realizado de forma artesanal, tendo como base principal o uso da alvenaria, onde não se utiliza com frequência técnicas elaboradas ou métodos industrializados de construção (SANTIAGO, 2008). Segundo Moura (2019) a utilização dos métodos construtivos convencionais pode ser um problema quando se pensa no futuro mercado da construção civil no Brasil, afinal o meio de construção empregado nos dias atuais é caracterizado por uma alta taxa de desperdícios de materiais, e uma baixa produtividade.

Com esse panorama, torna-se questionável se o uso da alvenaria como principal método construtivo do Brasil é realmente viável. Ainda mais quando se analisa o atual mercado da construção civil, que se tornou extremamente competitivo, onde a tendência é cada vez mais aumentar a produtividade, diminuir os prazos de entrega da obra, diminuir o desperdício de materiais e resíduos construtivos, e proporcionar uma melhor relação custo benefício para as construções em geral (GEHBAUER, 2004).

Dentro das principais vantagens em se utilizar o *Steel Frame*, está a sua precisão na execução das obras, proporcionando uma maior agilidade nas construções, redução de peso na estrutura, grande variedade de acabamentos, um baixo custo e principalmente sua sustentabilidade, mesmo com a limitação de gabarito. Atualmente no Brasil, poucas edificações são construídas por esse sistema, isso se dá pela escassez de mão de obra especializada, além de o país ser de caráter conservador, logo novas tecnologias como o *Steel Frame* tendem a demorar a ter a devida aceitação pela população e mercado (PEREIRA, 2018).

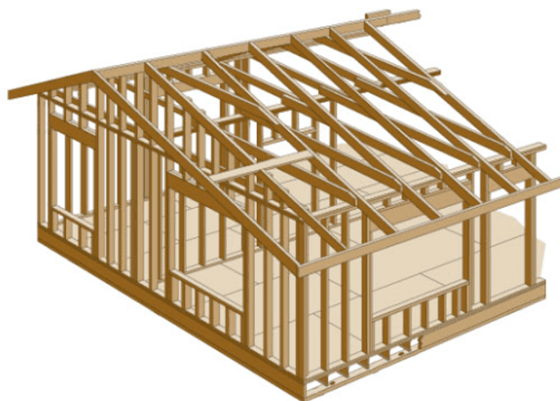
O objetivo geral da presente pesquisa é verificar se o sistema construtivo *Light Steel Frame* pode ser viável para a realidade brasileira. Como objetivos específicos têm-se: conhecer como foi o seu surgimento; entender por que esse meio não é utilizado com mais frequência nas construções brasileiras; crescimento no mercado, e etapas de montagem; mostrar as qualidades e limitações desse sistema, destacando todos os pontos relevantes; comparar com o atual meio construtivo mais utilizado no país, a alvenaria.

REFERENCIAL TEÓRICO

O SURGIMENTO DO *LIGHT STEEL FRAMING*

Com o grande crescimento populacional que ocorreu no território Norte Americano na primeira metade do século XIX, fenômeno de expansão territorial chamado de a Marcha para o Oeste, garantiu aos Estados Unidos o controle sobre uma extensa faixa de terras (SILVA, 2018). E para suprir as moradias dessa crescente população, foi desenvolvida a construção de Wood Frame (Figura 1), que consistia em utilizar o material mais abundante encontrado no território, a madeira. Dando origem ao termo "Balloon Frame", inventado pelo engenheiro civil de Chicago, George Washington Snow (1797 - 1870), que consiste em realizar uma estrutura de madeira serrada através de encaixes modulares unidos por pregos (VASQUES 2014).

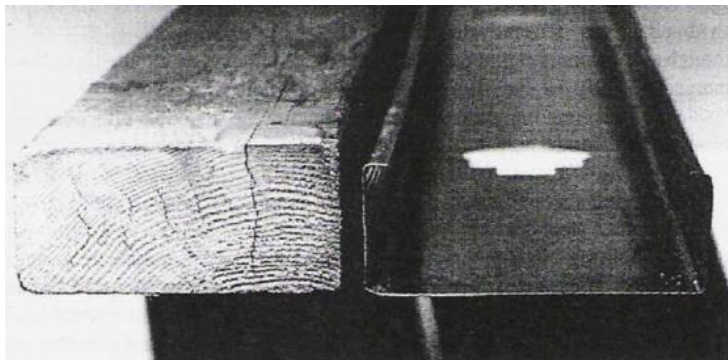
Figura 1 – Esquema estrutural *Wood Frame*



Fonte: MOURA, 2019.

Porém com a evolução da indústria metalúrgica, a madeira foi cedendo espaço para o aço, e no período posterior 1945, logo após a segunda guerra mundial, a economia americana estava em constante ascensão, possuindo uma elevada taxa de produção de aço, possibilitando a utilização do mesmo em residências, fazendo com que os perfis de aço, por serem mais leves e resistentes a intempéries, substituíssem as estruturas de madeira, fazendo com que a construção em *Steel Frame* fosse consolidada (Figura 2) (DIAS, 2017).

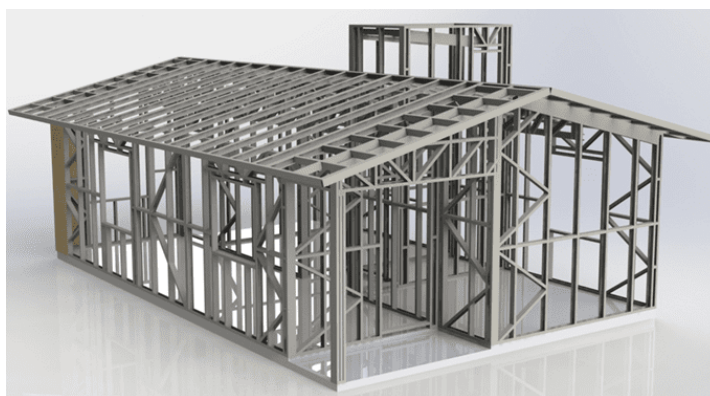
Figura 2 – Perfis de estrutura de madeira e metálica



Fonte: FREITAS e CASTRO, 2006.

Sua estrutura é feita através de perfis formados a frio compostos de aço galvanizado que proporcionam uma construção industrializada e a seco, recebendo assim o nome *Light Steel Frame* ou *Light Steel Framing*, onde a palavra *Light* indica que os elementos utilizados são de baixo peso, acompanhada de *Steel* que faz alusão à matéria prima que é empregada, o aço, ou seja, estrutura de aço leve. O *Frame* remete ao esqueleto estrutural, que é constituído por diversos perfis de aço galvanizado, formando uma estrutura. E *Framing* é o processo onde esses elementos são compatibilizados de modo que possam suportar todas as cargas da edificação, trabalhando em conjunto com subsistemas industrializados (Figura 3) (CONSUL STEEL, 2002).

Figura 3 – Esquema estrutural *Steel Frame*



Fonte: MOURA, 2019.

O *Light Steel Framing* faz parte do sistema de Construção Energitérmica¹ Sustentável, que é constituído por métodos construtivos a seco, ou seja, meios de construção que são realizados a partir de um processo constituído por etapas, como a montagem, produção e instalação da estrutura (LIMA, 2018). Dessa maneira, entende-se que o sistema construtivo *Light Steel Frame* não deve ser resumido apenas a sua estrutura, afinal o sistema é composto por diversos componentes

¹ A expressão Energitérmica caracteriza a edificação pelo seu bom aproveitamento da energia e ótimo desempenho térmico, resultando numa economia global do sistema desenvolvido. (KRÜGER, P; GUILHERME, R. V; RIBEIRO, R. S, 2012.p.3).

fundamentais para sua execução, como, fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS e CASTRO, 2006). Esse método construtivo é utilizado em grande escala em diversas partes do mundo como Estados Unidos, Europa, Japão, Nova Zelândia, Austrália, entre outros. Isso se dá devido à racionalização de todo processo através de cronogramas e planejamentos de execução, o que consequentemente gera uma diminuição do custo devido à redução do desperdício de materiais empregados, e uma padronização seguida por uma produção seriada (DIAS, 2001).

O USO DA ALVENARIA EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

A alvenaria é caracterizada como um método construtivo cujo objetivo é oferecer resistência, proteção, vedar espaços e proporcionar o devido conforto térmico e acústico para uma edificação. Método formado basicamente por um conjunto de blocos sejam eles feitos de pedras, tijolos, concreto, cerâmica ou blocos unidos por uma argamassa com objetivo de formar muros, paredes ou até mesmo alicerces de um edifício (Figura 4) (PEREIRA, 2017).

Figura 4 - Edificação em alvenaria sendo executada



Fonte: GLOBO, 2019.

A alvenaria é o principal sistema utilizado para vedações em território brasileiro, sejam elas externas ou internas. Essa é a opção economicamente mais viável para realidade atual do país, devido à facilidade de se encontrar mão de obra. Porém esse método deve cumprir uma série de requisitos para que seja considerada apropriada para a construção, como proporcionar uma segurança para seus usuários e ocupantes, fornecer isolamento térmico e acústico, ter resistência à umidade e movimentos térmicos, ser resistente a infiltrações de água pluvial e se adequar a estrutura dividindo os ambientes (NASCIMENTO, 2004).

Há no mercado diversas opções de construção se utilizando a alvenaria, podendo ter caráter estrutural, ou simplesmente de vedação. A alvenaria estrutural une estrutura e vedação no mesmo sistema construtivo, devendo ter um projeto estrutural bem detalhado, pois ao se construir deve ir se compatibilizando com os demais projetos adicionais, como, elétrico e de instalações hidráulicas. Já a alvenaria de vedação não é projetada para suportar cargas além do próprio peso, seu objetivo é vedar e separar os ambientes da edificação, sendo necessário o uso de uma estrutura de concreto armado ou uma estrutura metálica para sustentação da edificação (PEREIRA, 2017).

Assim, a alvenaria é considerada um sistema artesanal, de modo que todas as etapas de construção são feitas “in loco”, ou seja, no local, tornando o processo construtivo demorado. Outro agravante é a mão de obra não qualificada, mesmo que haja muita mão de obra disponível no mercado, poucos têm o devido conhecimento necessário para se trabalhar com esse método construtivo, com um profissional despreparado pode haver muita perda de material, e a possibilidade de ter que refazer um trabalho mal feito, aumentando de forma significativa ainda mais a taxa de desperdício de material e resíduo produzido por esse método construtivo (HASS; MARTINS, 2011).

O EMPREGO DO *LIGHT STEEL FRAME* NO BRASIL

Segundo Campos (2021) o uso do LSF começou a ser empregado no Brasil por volta de 1990, havendo o uso do mesmo em algumas obras residenciais. Esse sistema vem se popularizando e ganhando mercado de maneira contínua até os dias atuais, sendo possível realizar obras de até quatro pavimentos, e podendo ser empregado em diversas tipologias de edificações, como, galpões, armazéns, escolas, hospitais, obras comerciais, entre outras.

O método construtivo predominante no Brasil é a alvenaria, e quando se analisa construções de pequeno porte, essa forma de construir é caracterizada como artesanal, apresentando uma baixa produtividade e uma elevada taxa de desperdício. O que faz questionar se o método empregado é a melhor opção presente no mercado, pois atualmente têm-se sistemas construtivos mais rápidos, leves e sustentáveis como o *Light Steel Frame*, que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural. O Brasil é um dos maiores produtores de aço mundial, apesar do uso do mesmo ser pequeno comparado ao potencial da indústria no Brasil. O *Steel Frame* possibilita a racionalização e otimização de recursos, trabalhando em conjunto com projetos auxiliares diminuindo consideravelmente a taxa de desperdício e gastos na fase da execução do projeto (HASS E MARTINS, 2011).

A construção industrializada, é caracterizada por diversos fatores, como otimização de custo mediante ao desperdício de matérias, padronização devido à produção em grande escala, racionalização, planejamento, execução e a necessidade de mão de obra qualificada. Entretanto, o cenário da construção brasileira é tradicionalmente resistente à modernização dos seus meios de produção, apesar de inovações tecnológicas serem um meio para se atingir a industrialização nos processos construtivos (DIAS, 2001). Apesar desse contexto, atualmente no mercado da construção civil brasileira, muito se tem falado em aumentar a produtividade, e minimizar o desperdício de material (SOUZA, 2006).

Frente a essa realidade é necessário que as inovações tenham um valor econômico compatível com as condicionantes nacionais, o que atualmente não é uma realidade. No atual mercado da construção civil brasileira, não há a qualificação de mão de obra disponível e qualificada para trabalhar com maior frequência com esse tipo de sistema, o que seria promissor para a intensificação do uso do *Light Steel Frame* no Brasil. Outro fator que deve ser adaptado ao panorama brasileiro é a tropicalização² desses sistemas, de modo que se adapte não somente as condições climáticas brasileiras, mas também aos hábitos e prioridades da população brasileira, adequando o meio construtivo para que atenda as necessidades do cliente (SALES, 2001).

ETAPAS CONSTRUTIVAS DO *LIGHT STEEL FRAME*

Podendo ser utilizado em diversos tipos de obras, o LSF se difere da alvenaria convencional pelo uso de perfis de aço galvanizado para formar sua estrutura, que é realizada através da união desses perfis de aço, necessitando de um fechamento que pode ser realizado por placas de diversos materiais, fixadas a essa estrutura. Porém como em todo método construtivo, a estrutura é responsável por garantir a transferência das cargas da edificação para a fundação e dessa para o terreno, evitando assim diversas patologias. No *Steel Frame* se utiliza o contrapiso de concreto como fundação, consequentemente deixando o canteiro de obras limpo e organizado. O uso de fundações superficiais, como o radier é comum devido algumas características próprias do LSF, esse tipo de fundação não é indicado para locais onde houver aterro, sendo possível a utilização de brocas, blocos e baldrame para execução da fundação (CAMPOS, 2014).

O LSF tem sua estrutura formada através de painéis estruturais, cujo conceito consiste em dividir as cargas da edificação no maior número de elementos estruturais possíveis, levando sempre em consideração a utilização de laje ou coberturas. Os perfis de aço galvanizado que formam essa estrutura são dispostos de forma modular ou em forma de malha, o que permite maior controle na utilização, e diminuição no desperdício de materiais. A absorção das cargas verticais e horizontais suportadas pela estrutura se dá pela disposição dos montantes, que são distribuídos de forma geométrica entre as peças, proporcionando resistência à edificação. É de extrema importância

² Tropicalização palavra derivada do verbo pronominal “Topicalizar”, ato de adaptar-se às adversidades do trópico de câncer e trópico de capricórnio (INFOPÉDIA, 2021, s/p).

garantir a estabilidade dessa estrutura, o que é possível ser feito através de placas de fechamento estrutural, aliadas de contraventamento (HASS E MARTINS, 2011).

Finalizando a estrutura metálica, se inicia o processo de vedação, que é realizado através de etapas, comumente se utiliza placas de OSB, que servem como painéis estruturais sendo muito resistente e ao mesmo tempo contribuindo para a qualidade termoacústica do sistema. Logo após a fixação das placas de OSB, é necessário fazer o envelopamento através de uma membrana hidrófuga, cujo objetivo é evitar o acúmulo de umidade e proliferação de fungos. A próxima etapa de fechamento externo é realizada através de placas cimentícias que proporcionam resistência contra impactos, fogo, e reforçam o isolamento térmico e acústico da edificação, além de permitir diversos tipos diferentes de acabamento. Finalizando com o devido tratamento das juntas de dilatação, que tem o objetivo de evitar patologias (LOPES, 2016).

Com a realização da estrutura de aço, fechamento externo, instalação do telhado e esquadrias é possível iniciar os trabalhos elétricos e hidráulicos. Para fechamento interno da edificação o material mais indicado é o gesso acartonado, podendo ser encontrado três tipos diferentes de placas no mercado, a placa comum, resistente à umidade e resistente ao fogo. No interior da parede é possível se utilizar materiais termoacústicos para aumentar a eficiência da edificação, assim estando pronta para receber a devida pintura e o acabamento final desejado. Podendo ser utilizado acabamentos estéticos iguais ou similares aos utilizados comumente na alvenaria convencional (PEREIRA, 2018).

METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza como uma pesquisa exploratória, abordando as devidas informações e peculiaridades sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame*, buscando entender se este sistema é realmente viável para realidade brasileira, se baseando principalmente em materiais bibliográficos já publicados como livros, cartilhas e artigos científicos. Será realizado estudo caso comparativo entre o sistema construtivo mais utilizado atualmente no Brasil, a alvenaria e o *Light Steel Frame*, de modo a proporcionar uma discussão crítica sobre os métodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Light Steel Frame* é um sistema construtivo a seco, ou seja, um método construtivo realizado a partir da montagem, combinação, instalação e execução de estruturas fabricadas, tendo sua estrutura principal composta por perfis formados a frio de aço galvanizado, que necessitam de um fechamento feito através de placas (JUNQUEIRA, 2021). O LSF possui diversos componentes e subsistemas que visam garantir o funcionamento da edificação, como projeto arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico e termoacústico (CONSUL STEEL, 2002).

Pereira (2018) define o LSF como um sistema construtivo industrializado e altamente racionalizado, tendo como principais características a rapidez na execução da obra, alta produtividade, sustentabilidade, flexibilidade, racionalização de materiais e mão de obra, melhor aproveitamento da área útil, diminuição de carga nas fundações e organização do canteiro de obras. Chamando a atenção para diversos pontos, como:

Agilidade na construção: o *Steel Frame* possibilita que uma construção seja executada de forma rápida já que a maioria dos seus componentes é pré-fabricada. Algumas casas podem ser finalizadas em 15 dias ou menos. Redução do peso da estrutura: os perfis de aço galvanizado são leves e não geram grandes esforços de carga na estrutura. Por isso, normalmente são utilizadas as fundações superficiais do tipo Radier. Maior precisão na execução: como os painéis são fabricados por meios industriais, a precisão e a redução de erros faz com que o *Steel Frame* seja um sistema construtivo mais confiável.

Edificação sustentável: não é necessário o uso de recursos naturais como água para a execução do *Steel Frame*. Além disso, gera-se muito pouco lixo e resíduo na sua construção. Melhor isolamento térmico e acústico: esse tipo de estrutura proporciona bons níveis de isolamento térmico e acústico. Várias opções de acabamento. Menor custo: se comparado com o sistema convencional de concreto e estruturas metálicas, o *Steel Frame* é mais barato, principalmente em edificações menores, pois os custos com materiais e mão de obra acabam sendo menores devido ao curto tempo de execução da obra (PEREIRA, 2018, s/p).

Porém, assim como todo método construtivo, o *Light Steel Frame* apresenta algumas restrições, como a necessidade de limitação do número de pavimentos que podem ser construídos, isso se dá, devido a espessura dos perfis de aço galvanizado e a necessidade de distribuição de cargas necessárias nesse tipo de construção. Outra desvantagem é a necessidade de uma mão de obra qualificada, que levando em consideração a atual realidade brasileira, é escassa. O LSF vem tendo um crescimento constante no mercado construtivo brasileiro, mas ainda é possível perceber uma barreira cultural, onde o método convencional construtivo está muito enraizado na cultura da população brasileira (FREITAS e CASTRO, 2006).

Na alvenaria tradicional o custo da fundação equivale de cerca de 15% do valor total da construção, enquanto no LSF esse valor se reduz a 7%, isso é possível devido a distribuição de cargas, onde na alvenaria essa distribuição é feita de maneira pontual, enquanto no LSF de maneira Linear. O LSF possibilita uma maior precisão na execução de paredes, portas e possibilitando uma precisão milimétrica. Já a alvenaria as medidas são definidas através de centímetros, podendo causar irregularidades no futuro do projeto. Por ser considerado um sistema construtivo "a seco", o LSF proporciona um canteiro de obras limpo e organizado. Quanto à alvenaria, esta necessita da utilização de muita água em seu processo construtivo, o que consequentemente reflete em um canteiro de obra sujo e com dificuldade de limpeza (CARMO e JÚNIOR, 2015).

Segundo Oliveira (2012) ao executar projetos auxiliares, como, projeto elétrico e hidráulico, a alvenaria necessita da quebra de paredes para passar as devidas instalações, promovendo um aumento considerável nos resíduos produzidos pela obra, enquanto no LSF os projetos auxiliares são executados em conjuntos através de etapas, sendo mais rápida a execução e não proporcionado desperdício. A alvenaria gera uma grande taxa de desperdício de matéria prima utilizada, afinal, todos os materiais empregados são partes integrais do processo construtivo, impactando de maneira considerável no meio ambiente. Enquanto no LSF a maioria dos seus componentes é pré-fabricada, o que possibilita uma diminuição na perda dos materiais, fazendo com que esse sistema construtivo seja considerado sustentável. Se tratando de reparos no sistema construtivo LSF, caso seja necessário realizar algum tipo de manutenção, é necessário localizar a patologia, retirar a placa interna e realizar o reparo. Na alvenaria essa manutenção requer um esforço maior, onde a manutenção pode depender de diversos fatores externos (HASS E MARTINS, 2011).

Nos projetos executados com alvenaria, a estrutura da edificação é realizada através da utilização do concreto armado, onde a qualidade da execução depende de fatores externos como mão de obra qualificada, umidade do ar e temperatura. O LSF tem sua estrutura constituída por aço galvanizado, produto que obedece a rigoroso conceito de qualidade em sua fabricação. Os dois sistemas construtivos são duráveis possuindo uma estimativa superior a 100 anos, com devida manutenção. As construções em alvenaria não possibilitam bom isolamento térmico, o que gera custos para manutenção da temperatura. Já o sistema construtivo LSF, possibilita um potente isolamento térmico em função da lã de vidro (CARMO e JÚNIOR, 2015).

Entende-se que a alvenaria convencional é empregada em grande escala no território brasileiro, afinal, é um método construtivo que os materiais e insumos utilizados são "baratos", as ferramentas e equipamentos utilizados são de fácil acesso e há uma grande demanda de mão de obra, mesmo que não qualificada. A edificação quando analisada de forma geral, possui um ótimo desempenho e elevada resistência, com um custo de manutenção relativamente baixo, e possuindo uma longa vida útil. Entretanto, esse método construtivo segue um processo de características artesanais, dificultando o controle de qualidade da obra, fazendo que haja uma baixa produtividade, limitações construtivas, patologias, perda de material, e uma alta taxa de resíduos gerados (CASSAR, 2018).

O *Light Steel Frame*, por se tratar de um método construtivo a seco, sua estrutura é realizada de aço galvanizado, e montado por mão de obra qualificada. Os materiais utilizados são de alta qualidade e passam por processo de industrialização. Sua estrutura é racionalizada e flexível, definida de acordo com o descrito no projeto arquitetônico. Possuindo alta taxa de produtividade, possibilita uma fácil montagem, manuseio e transporte de todos os materiais e equipamentos. Construção realizada de forma racionalizada possui manutenção facilitada, e pouca geração de resíduos. O LSF possibilita combinações de diferentes tipos de materiais para acabamento e isolamento. Porém, o material e mão de obra para executar esse método construtivo são mais caros que os necessários para executar uma obra em alvenaria tradicional (CASSAR, 2018).

Ecker e Martins (2014) em seu estudo comparativo entre modelo de unidade residencial popular de 50m² em alvenaria convencional e em *Steel Frame* ambos para mesmas condições de terreno chegaram a conclusão que o sistema LSF proporciona uma produção mais rápida e com uma

qualidade superior à alvenaria, por se utilizar de profissionais qualificados para execução do sistema. Dando destaque a velocidade de execução da obra, onde a residência construída com LSF pode ser executada com um terço do tempo necessário para se finalizar a obra em alvenaria convencional.

Já com relação a custos de material e mão de obra, os autores supracitados observaram que a despesa com material construtivo do sistema LSF é mais caro, quando comparado a alvenaria, entretanto, quando se analisa o valor final da obra, levando em consideração os valores dos materiais gastos e a mão de obra utilizada nos dois sistemas, o LSF possui o custo final inferior em relação à alvenaria (Figuras 5 e 6).

Figura 5 - Gráfico comparativo das horas trabalhadas.

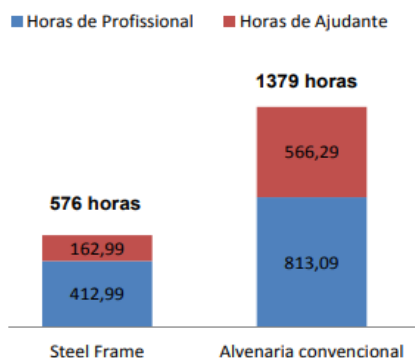
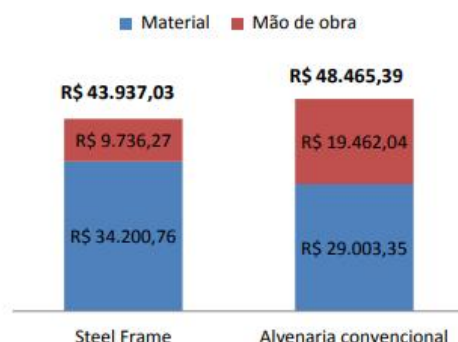


Figura 6 - Gráfico de despesas com material e mão de obra.



Fonte: ECKER e MARTINS, 2014.

O alto custo com material no sistema LSF se dá pelo fato de se utilizar produtos ainda novos no mercado brasileiro, o que conseqüentemente os torna mais caros pela baixa procura. Porém, a maior agilidade na construção da edificação torna o custo com mão de obra menor, além do método construtivo proporcionar uma obra mais limpa e sustentável (ECKER e MARTINS, 2014).

O *Light Steel Framing*, é uma alternativa viável por se tratar de sistema industrializado e racionalizado, que conseqüentemente aumenta a produtividade e diminui o desperdício de insumos e tempo. Permite uma produção em larga escala, que pode auxiliar de forma significativa no planejamento de metas empregado pelos órgãos governamentais por exemplo, além disto, o uso do LSF garante um maior controle na qualidade da obra, assim como melhores condições de trabalho para os profissionais da construção civil (SANTIAGO *et al.*, 2010).

CONCLUSÃO

O método construtivo onde se utiliza alvenaria convencional é caracterizado por ser realizado de maneira artesanal, possuindo serviços de mão de obra de fácil acesso, mesmo que na maioria dos casos essa mão de obra seja não especializada, o que irá refletir em uma baixa produtividade e alta taxa de resíduos gerados, impactando no meio ambiente.

A alvenaria convencional é comumente vista como uma alternativa economicamente viável ao consumidor, entretanto essa percepção não é vista por um contexto geral, pois o custo final de uma obra em *Light Steel Frame*, analisando todas as etapas da obra, e levando em consideração o preço dos materiais, tempo de execução e mão de obra utilizada, se torna inferior ao custo final de uma obra executada em alvenaria convencional, além de se destacar pela sua qualidade, produtividade, racionalidade e impacto ambiental.

Mesmo com o panorama de resistência, o LSF apresenta um crescimento constante no mercado brasileiro, os estudos apontam para possibilidades que podem muito acrescentar para a difusão do método no Brasil. Porém, o cenário brasileiro de construção não está apto para o uso em grande escala desse método construtivo, e isso é percebido pela falta de conhecimento sobre o sistema LSF, alto custo do material e principalmente pela falta de disponibilidade de mão de obra

qualificada. Além disso, a alvenaria é um método construtivo consolidado, e por uma questão cultural, o mercado brasileiro possui certa resistência a aderir novas tecnologias.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Alessandro De Souza. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura**. 2021. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 13 de abril de 2021.

CAMPOS, Patricia Farrielo de. **Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014.

CONSUL STEEL. **Construcción con acero liviano** – Manual de Procedimiento. Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 1 CD-ROM. 303p.

CARMO, Laila; JÚNIOR, Carlos. **ESTUDO COMPARATIVO EM HABITAÇÕES SOCIAIS: ALVENARIA CONVENCIONAL x LIGHT STEEL FRAME**. Faculdade de Engenharia do Instituto DOCTUM de Educação e Tecnologia, Caratinga, MG, 2015.

CASSAR, Bernardo Camargo. **ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS: ALVENARIA CONVENCIONAL X LIGHT STEEL FRAME**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

DIAS, João Gabriel. **Construção em Steel Frame** – Vantagens e desvantagens. Sienge. 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-a-seco/> Acesso em: 09 de Abril de 2021.

DIAS, Luis Andrade de Mattos. **Aço e arquitetura: estudo de edificações no Brasil**. São Paulo: Zigurate Editora, 2001.171p.

ECKER, Taienne Winni Paiz; MARTINS, Valdemar. **Comparativo dos sistemas construtivos steel frame e wood frame para habitações de interesse social**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

GLOBO. **Custo da construção civil cai na Paraíba no mês de março de 2019**. Portal G1. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/04/10/custo-da-construcao-civil-cai-na-paraiba-no-mes-de-marco-de-2019-diz-ibge.ghtml>. Acesso em: em 23 de abril de 2021.

INFOPÉDIA. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Porto: Porto Editora, 2021. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/tropicalizar>. Acesso em: em 14 de abril de 2021.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; DE CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel framing: arquitetura**. 2006. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 121p. 29 cm. – (Série Manual de Construção em Aço). ISBN 85-89819-09-4.

GEHBAUER, Fritz. **Racionalização na construção civil**. Institut für Technokrgie und Management im Baubetrieb, Editora SENÄI-/GT Z-/SEBRAE, Brasilien, 2004.

HASS, Deleine Christina Gessi e MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011, 76 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Produção Civil, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba.

JUNQUEIRA, Guilherme. **O que é Steel Frame? Vantagens e desvantagens para construção civil**. Mais Controle. 2021. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/steel-frame-construcao-civil/>. Acesso em: 18 de março de 2021.

KRÜGER, P; GUILHERME, R. V; RIBEIRO, R. S. **Análise de sistemas de impermeabilização para placas de OSB (Oriented Strand Board) em construções energéticas sustentáveis.** Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, n. 2, p. 65-74, agosto/2012.

LIMA, Tomás. **Construção a seco:** características, vantagens e desvantagens. Sienge. 2018. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-a-seco/> Acesso em: 09 de Abril de 2021.

LOPES, Mariana Wood. **Série: sistema steel frame – passo 3 – fechamento externo.** 2016. Disponível em: <https://www.arqblog.com.br/dicas-para-inspirar-projeto/serie-sistema-steel-frame-passo-3-fechamento-externo/>. Acesso em: 26 de abril de 2021.

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: 19 de março de 2021.

NASCIMENTO, Otávio Luiz. **Manual Da Construção Em Aço.** Disponível em: <http://www.acominas.com.br/perfis/pdfs/alvenaria.pdf> , V. 14, P. 641-672, 2004. Acesso em: 21 de março de 2021.

OLIVEIRA, Gustavo V. **Análise Comparativa Entre O Sistema Construtivo Em Light Steel Framing E O Sistema Construtivo Tradicionalmente Empregado No Nordeste Do Brasil Aplicados Na Construção De Casas Populares.** 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. 2012.

PEREIRA, Caio. **O que é Alvenaria?.** Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria/>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

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: 18 de março de 2021

SALES, U. C. **Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação.** Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001. 271p.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** 2008. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2248/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_UsoSistemaLightSteel.pdf. Acesso em: 18 de março de 2021.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Máira Neves; OLIVEIRA, MS de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares.** CONSTRUMETAL. 4ª edição, 2010.

SILVA, Daniel Neves. **"Os Estados Unidos no século XIX".** Brasil Escola. 2018. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historia-da-america/os-estados-unidos-no-seculo-xix.htm>. Acesso em 09 de abril de 2021.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão de obra:** manual de gestão da produtividade na construção civil. São Paulo: Editora Pini, 2006.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares.** COGNITIO/PÓS-GRADUAÇÃO UNILINS, v. 1, n. 1, 2014.