



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CAMPUS ALTO PARAOPÉBA

HAMMILA FERREIRA LAGE

**O LIGHT STEEL FRAME E SEU POTENCIAL
SUSTENTÁVEL**

OURO BRANCO-MG

DEZ- 2021

HAMMILA FERREIRA LAGE

**O LIGHT STEEL FRAME E SEU POTENCIAL
SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Graduação em Engenharia Civil, da
Universidade Federal de São João del-Rei,
Campus Alto Paraopeba, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Amanda Carvalho
M. Marques

OURO BRANCO-MG

DEZ- 2021

HAMMILA FERREIRA LAGE

**O LIGHT STEEL FRAME E SEU POTENCIAL
SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____/____/____

COMISSÃO EXAMINADORA:

Amanda Carvalho Magalhães Marques

Carmem Miranda Lage

José Carlos Borba Júnior

Dedico este trabalho a minha mãe, pelo exemplo de garra e coragem, me deu forças e incentivo para que chegasse até aqui. Ao meu companheiro por todo apoio e cumplicidade, e aos parentes e amigos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. A minha mãe, irmãos, parentes e amigos que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Ao Pedro Santana, pela cumplicidade, paciência, compreensão e incentivo. Aos colegas e professores por todos os conselhos, ajuda, aprendizado e troca de experiência que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como profissional.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Levando em consideração a busca por sistemas construtivos mais sustentáveis que podem vir a contribuir com as problemática ambiental e a contribuição da construção civil surge o *Light Steel Frame* (LSF) que é um método construtivo a seco, é formado por uma estrutura de aço galvanizado interligados através de parafusos autobrochantes que promovem leveza à construção e formam uma estrutura de vários elementos que trabalham em conjunto como um só, resistindo aos carregamentos solicitantes existentes na edificação. O *Light Steel Frame* pode se mostrar uma ótima escolha para promover a sustentabilidade, além de outros aspectos tão valorizados pela ótica econômica, como agilidade e praticidade. Esta pesquisa tem como objetivo geral apresentar os potenciais sustentáveis que o sistema *Light Steel Frame* tem a oferecer a construção civil. Para desenvolvimento deste trabalho, adotou-se o método de pesquisa bibliográfica. Constatou-se então que o LSF se mostra um sistema com baixa geração de resíduos de construção e demolição, demanda por poucos recursos naturais e empresa materiais que podem ser reciclados, assim se mostra um sistema mais sustentável.

Palavra-chaves: Construção Civil. Meio Ambiente. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Taking into account the search for more sustainable construction systems that can contribute to environmental problems and the contribution of civil construction, the Light Steel Frame (LSF) is a dry construction method, consisting of an interconnected galvanized steel structure through self-tapping screws that promote lightness to the construction and form a structure of several elements that work together as one, resisting the loads that exist in the building. The Light Steel Frame may prove to be a great choice to promote sustainability, in addition to other aspects that are highly valued from an economic perspective, such as agility and practicality. This research aims to present the sustainable potentials that the Light Steel Frame system has to offer to civil construction. For the development of this work, the bibliographic research method was adopted. It was found then that the LSF is a system with low generation of construction and demolition waste, demand for few natural resources and company materials that can be recycled, thus showing a more sustainable system.

Key-words: Construction. Environment. Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 Objetivos	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Sustentabilidade na construção civil.....	11
2.2 Construção sustentável.....	13
2.3 Sistema Construtivo <i>Light Steel Framing</i>.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Vantagens e desvantagens do sistema em LSF	19
4.2 Potenciais sustentáveis do LSF	20
5 CONCLUSÕES.....	23
6 REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é essencial para a economia mundial, entretanto seu crescimento é acompanhado de grande produção de resíduos, emissão de gases, consumo de recursos, energia e água. Estima-se que no Brasil os processos de construção de edificações consomem cerca de 40% da energia mundial (AFONSO et al., 2014). Além disso, de acordo com Matos (2015), a construção civil consome entre 20% a 50% dos recursos naturais mundiais. E conforme ABRECON (2018), o setor lança cerca de 1/3 dos gases existentes na atmosfera em todo o mundo. Ademais, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2019/2020) no ano de 2018 os serviços de limpeza pública municipal coletaram cerca de 122.012 toneladas de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) por dia, ou seja, uma média de 44,5 milhões de toneladas.

Apesar dos dados alarmantes, muitos profissionais e empresas do setor da construção civil ainda negligenciam a problemática ambiental e suas consequências. Atentando-se a esse assunto apenas quando há legislações e fiscalizações envolvidas. Mesmo assim, sistemas construtivos sustentáveis tem ganhado destaque e já são realidade nos grandes centros urbanos por todo o mundo. São uma solução da engenharia para a problemática ambiental, principalmente para o consumo de água, energia e geração de resíduos. Buscando empregar soluções sustentáveis para todas as etapas do ciclo de vida útil de um empreendimento, principalmente para os resíduos gerados na etapa de execução (SCHIMIDT, 2009).

Levando em consideração a busca por sistemas construtivos mais sustentáveis que podem vir a contribuir com a problemática ambiental e a contribuição da construção civil nesse cenário, surge o *Light Steel Frame* (LSF) que é um método construtivo a seco, é formado por uma estrutura de aço galvanizado interligados através de parafusos autobrochantes que promovem leveza à construção e formam uma estrutura de vários elementos que trabalham em conjunto como um só, resistindo aos carregamentos solicitantes existentes na edificação (FREITAS e CRASTO, 2006).

Conforme Battistella (2011) o LSF é um sistema que possibilita a racionalização no processo construtivo com o emprego de materiais com menor impacto ambiental, otimização da mão de obra, redução do desperdício de materiais e geração de resíduos, diminuição do prazo de execução. Mesmo assim, seu emprego está mais relacionado a questões econômicas que sustentáveis. Nesse contexto essa pesquisa vem explorar os potenciais sustentáveis que esse

sistema pode oferecer. Portanto, a problemática deste trabalho consiste em entender: Como o LSF pode contribuir com a problemática ambiental proporcionando mais sustentabilidade a construção civil?

O *Light Steel Frame* pode se mostrar uma ótima escolha para promover a sustentabilidade, além de outros aspectos tão valorizados pela ótica econômica, como agilidade e praticidade (SAVITZ e WEBER, 2014).

1.1 Objetivos

Esta pesquisa tem como objetivo geral apresentar os potenciais sustentáveis que o sistema *Light Steel Frame* tem a oferecer a construção civil. Por meio dos seguintes objetivos específicos:

- Discutir as principais vantagens do sistema *Light Steel Frame*;
- Demonstrar os benefícios sustentáveis do sistema *Light Steel Frame*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sustentabilidade na construção civil

Em virtude do cenário atual de degradação ambiental, promoção da sustentabilidade e crescimento do setor da construção civil, medidas alternativas que visam à redução dos impactos antrópicos são cada vez mais utilizadas. Em cada obra devem ser adotadas soluções que sejam economicamente viáveis e que resultem em sistemas construtivos integrados com o meio ambiente, que promovam o bem-estar e a justiça social e que sejam aceitos culturalmente, isto é, que sejam comprometidas com os pilares do desenvolvimento sustentável (BARROS e BASTOS, 2015).

A construção civil é uma das cadeias produtivas que mais causam impacto no meio ambiente. No Brasil, por exemplo, aproximadamente 35% de todos os materiais extraídos da natureza anualmente (madeira, metais, areia, pedras, etc) são usados pela construção civil. Além dos recursos naturais utilizados, mais de 50% de toda a energia produzida no Brasil é usada para abastecer nossas casas e condomínios, muita dessa energia poderia ser facilmente economizada se essas construções aproveitassem melhor a luz solar natural ou então usassem lâmpadas e chuveiros econômicos, por exemplo. Para diminuir esse impacto ambiental, nas últimas décadas do século 20, os profissionais da construção civil começaram a desenvolver o conceito de construção sustentável (OLIVEIRA, 2017).

Oliveira (2017), reafirma que a construção civil é uma indústria que gera uma série de impactos ambientais em todas as diferentes etapas do seu processo. Esse setor da economia ainda vem enfrentando obstáculos por parte das construtoras no Brasil em aderir aos métodos que melhoram esses reflexos que causam no ambiente, tais como a ausência de disponibilidade de tempo e o difícil cálculo do retorno financeiro por parte das empresas, principalmente no que se refere à gestão dos recursos naturais e ao destino correto dos resíduos que a indústria produz.

No caminho em busca da Sustentabilidade da Construção Civil, a mudança de paradigma nos países em desenvolvimento é fundamental, pois estes países respondem juntos por 23% do volume mundial de construções e esse número só tende a aumentar (CHAVES, 2014).

De acordo com Colaço (2008) o termo construção sustentável foi usado pela primeira vez em 1994 pelo professor Kilbert a fim de explicar o papel e a responsabilidade da construção

civil frente as questões ambientais. Para Kilbert o conhecimento adquirido e o diagnóstico da indústria da construção em relação aos impactos ambientais comprovam que existe a demanda urgente por mudança a fim de que sejam alcançados princípios sustentáveis. A primeira prioridade destacada por Kilbert é a análise das características da edificação convencional e compará-la com o novo critério sustentável desde os materiais empregados na construção, até os processos executivos.

Conforme Mingrone (2016), a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) juntamente com o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis (CBCS) destacam que a sustentabilidade é um processo baseado em aspectos ambientais, econômicos e sociais que não devem ser interpretados como um objetivo assim como Porto (2006) quando diz que “sustentabilidade é uma questão de gradação”.

Estes dois órgãos mencionados acima fornecem também algumas recomendações básicas para a melhoria da sustentabilidade em projetos de edificações com relação à:

- Qualidade ambiental interna e externa;
- Redução do consumo energético;
- Redução dos resíduos;
- Redução do consumo de água;
- Aproveitamento de condições naturais locais;
- Implantação e análise do entorno;
- Reciclar, reutilizar e reduzir os resíduos sólidos;
- Inovação.

A AsBEA (2007 apud Mingrone, 2016) enfatiza que elaborar projetos de engenharia e arquitetura com melhores desempenhos ambientais é projetar levando-se em conta o uso eficiente da energia, da água, de materiais certificados e renováveis, o aproveitamento de condições naturais locais, qualidade ambiental interna e externa dos edifícios, utilização consciente dos equipamentos e do edifício pelo usuário.

De acordo com Pereira (2009), a construção civil ainda enfrenta obstáculos por parte das construtoras no Brasil em aderir aos métodos que melhoram esses reflexos que causam no ambiente, tais como a ausência de disponibilidade de tempo e o difícil cálculo do retorno financeiro por parte das empresas, principalmente no que se refere à gestão dos recursos naturais e ao destino correto dos resíduos que a indústria produz.

2.2 Construção sustentável

A natureza vem sentindo os resultados das atividades do ser humano desde tempos longínquos. Tem-se considerado fatos que contribuíram e também agravaram a deterioração ambiental em todo mundo, que permeiam desde o surgimento das atividades agrícolas, passando pela Revolução Industrial, até chegar no atual modo de vida capitalista (CHAVES, 2014).

A construção civil é indicada como a principal causadora de poluição ambiental. Os refugos como madeira, cerâmica, gesso, argamassa, concretos, plástico e metais gerados como entulho nas edificações são responsáveis por cerca de 40% da geração de resíduos de nosso país. Estes resíduos, são tão prejudiciais para nós, causando problemas respiratórios, por exemplo, quanto para o ambiente, contaminando solo, poluindo cursos de água, entre outros problemas (JUNIOR, 2013).

De acordo com Junior (2013), dado o acelerado crescimento da população e com os avanços da tecnologia, a indústria da construção civil em todo mundo, vem buscando alternativas mais eficazes de construção, visando diminuir o desperdício e o aumento de produtividade para atender à crescente demanda. Em vista disso, engenheiros civis e outros profissionais da área, elaboraram o conceito de Construção Sustentável, que tem como principal meta, possibilitar formas de construção menos prejudiciais ao nosso ambiente, para poupar recursos naturais, seja durante ou pós-construção e emprego de materiais recicláveis, visando melhor aproveitamento de recursos. Como exemplo, podemos citar projetos de aproveitamento pluvial, ou uso da luz natural.

Nesta realidade, algumas empresas investem em soluções de sustentabilidade, assumindo responsabilidades ambientais e sociais para de alguma forma se destacarem como uma empresa verde e melhorarem sua qualidade e seus processos.

O Light Steel Frame na construção civil ainda é uma das alternativas de algumas construtoras que oferecem agilidade no processo, com padrões de qualidade satisfatórios e soluções em sustentabilidade. Este tipo de construção pode utilizar materiais recicláveis, com baixa geração de resíduos, mas que oferece um alto nível de planejamento e detalhamento, por ser um produto industrializado e personalizado conforme demanda do projeto, o trabalho é apenas de montagem, diferente de construções convencionais, onde é necessário atividades realizadas “in loco” como corte de tijolos, chapisco e reboco.

2.3 Sistema Construtivo *Light Steel Framing*

O *Light Steel Framing* surgiu a partir de um sistema construtivo denominado *Wood Framing* ou *Ballon Framing*, desenvolvido no século XIX, esse sistema consistia em uma estrutura composta de peças em madeira serrada de pequena seção transversal. Essas construções em madeira tornaram-se o método construtivo mais comum nos EUA, que segundo Freitas e Crasto (2006), é formado por peças que apresentam pequena seção transversal em madeira serrada, unidas entre si.

Com o desenvolvimento das indústrias de aço nos EUA, a madeira foi substituída por perfis em metálicos. Em 1933, nos Estados Unidos, foi lançado na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em *Light Steel Framing*, representado na Figura 2, que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

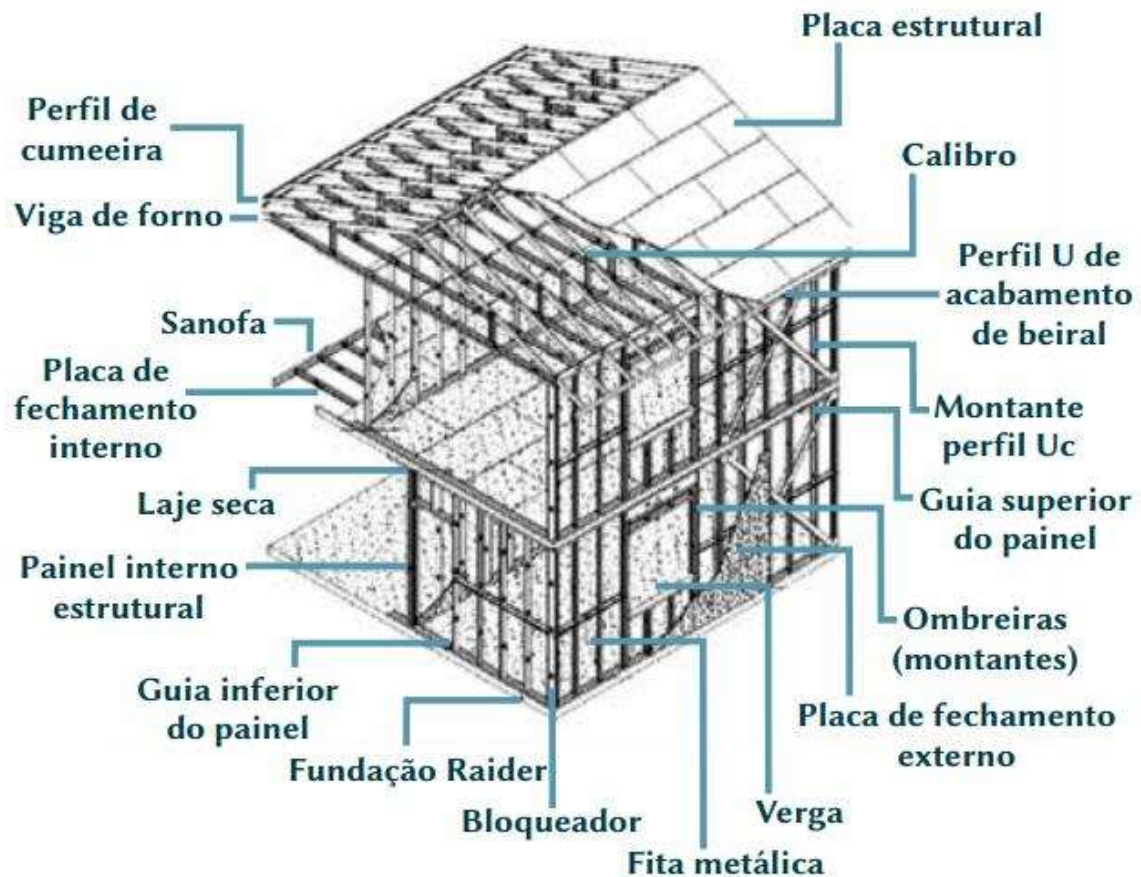
Posterior a segunda guerra mundial, a construção em LSF se desenvolveu em outros países, como Japão onde, de acordo com Freitas e Crasto (2006), foi necessária a construção de quatro milhões de casas destruídas pelos bombardeios. A madeira que antes era usada na construção das casas foi um fator agravante aos incêndios, devido a inflamabilidade, por isso o governo japonês proibiu a utilização de madeira na construção civil. As indústrias de aço japonesas viram a necessidade de lançar no mercado perfis leves de aço para a construção como um substituto para os perfis em madeira.

A profusão na produção de aço no período pós segunda guerra, o desenvolvimento da economia americana e da indústria siderúrgica tornaram o aço um substituto da madeira. Além de mais resistente e eficiente quanto a elemento estrutural, possui também uma capacidade da estrutura de suportar a catástrofes naturais (OLIVEIRA, 2012).

Apesar de ter sido criado há dois séculos, só agora vem sendo usado em maior escala no Brasil, inicialmente utilizado por construtoras no sul e sudeste, porém essas construções só são utilizadas em edificações de médio e alto padrão e não são comumente utilizadas na construção de casas populares. O motivo é a grande competitividade do setor da construção civil, aliado a oferta de um novo e rico leque de construções alternativas à alvenaria (OLIVEIRA, 2012).

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012) o *LSF* é processo de concepção racional, sua principal característica é ser estruturada por perfis de aço galvanizados de pequena espessura desenvolvidos a frio, que se aplicam na composição de painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças e outros componentes, a Figura 1 ilustra os componentes do sistema.

Figura 1 - Desenho esquemático de uma residência em *Light Steel Framing*



Fonte: Gomes e Lacerda (2014).

Esse método apresenta uma proposta de industrialização da construção civil possibilitando a construção seca com grande rapidez e qualidade. Permitindo a construção de qualquer tipo de edificação, como: residências, estabelecimentos comerciais, edifícios, escolas, hospitais entre outros (LOURENÇO et al., 2015).

Como toda estrutura é feita de aço, a construção pré-fabricada com perfis formados a frio possui um tempo reduzido de execução. Sendo compostos por chapas finas e leves, tem facilidade de fabricação, de manuseio e de transporte que facilitam e diminuem o custo de sua montagem e menor gasto com transporte, além de não necessitar maquinários pesados. Portanto, o sistema LSF se resume em uma estrutura, que além de seus componentes, também possuem subsistemas. “Esses subsistemas são, além do estrutural, de fundação, de isolamento termo-acústicos, de fechamento interno e externo, e instalações elétricas e hidráulicas” (FREITAS e CRASTO, 2006). A Figura 2 Ilustra uma estrutura em LSF.

Figura 2 - Estrutura em LSF



Fonte: Prudêncio (2013).

Segundo Freitas e Crasto (2006), o *Light Steel Frame* é estruturado por painéis, e estes podem ter função estrutural ou não. Os painéis autoportantes (estruturais) são responsáveis por absorver as cargas horizontais como vento e abalos sísmicos e verticais as cargas de peso próprio e sobrecarga, conduzindo-as até a fundação. Já os painéis sem função estrutural se aplicam apenas para proporcionar o fechamento externo ou divisória interna. A espessura das chapas varia de 0,8 mm a 3,0 mm, entretanto, a mais utilizada é a de espessura igual a 0,95 mm.

A estruturação da laje utilizada em LSF é executada a partir dos mesmos princípios aplicados aos painéis da estrutura. Essa modulação segue mesmo padrão em toda a estrutura - lajes, paredes e cobertas – o que facilita a execução e diminui o tempo de construção da edificação. A função dessa estrutura é de transmitir as forças solicitantes aos painéis estruturais, que, através deles, chegue as fundações. Por isso, devem apresentar rigidez suficiente e não podem desenvolver deformações acima das exigidas por norma (CASTRO, 2005).

A partir das características do contrapiso é que se define o tipo laje que será utilizada, que pode ser seca ou úmida. A laje úmida é composta basicamente por uma chapa ondulada de aço que serve de forma para o concreto e é aparafusada às vigas de piso, e uma camada de 4 a 6 cm de concreto simples que formará a superfície do contrapiso (FREITAS e CRASTO, 2006).

A laje seca consiste no uso de placas secas, ou seja, de materiais não cimentícios que serve como contrapiso. A placa mais utilizada é o OSB com 18 mm de espessura que além de apresentar propriedades estruturais é leve e de fácil instalação (SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012).

As placas cimentícias são mais recomendadas para lajes de áreas molhadas, como banheiros, lavanderia, etc, visto que elas apresentam maior resistência à umidade. Além disso, faz importante a aplicação de uma camada de lã de vidro, envolta de filme de polietileno, para diminuir o nível de ruídos de utilização (OLIVEIRA, 2011).

Para o fechamento externo, devem ser considerados as intempéries, para que não prejudique o material aplicado, como componente externo podemos citar as placas cimentícias e a placa OSB (*Oriented Strand Board*). Nos fechamentos internos, podem-se ser utilizadas as mesmas placas usadas nos fechamentos externos e, ainda, as placas de gesso acartonado (REVISTA TÉCHNE n°.139, 2008 apud BATTISTELLA, 2011).

O *siding* vinílico é um revestimento de fachadas, feito de PVC (Policloreto de Polivinila), composto de placas paralelas, muito comuns nas construções em LSF. Segundo, Freitas e Crasto (2006), apresenta benefícios que oferecem uma alternativa de construção mais rápida e limpa que os revestimentos tradicionais como argamassa, pintura e revestimentos cerâmicos. Além disso proporciona um acabamento que melhor se adapta ao fechamento em OBS.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento deste trabalho, adotou-se o método de pesquisa bibliográfica em plataformas do SciELO e Google Acadêmico, além dos repositórios de Universidades que disponibilizam de forma pública trabalhos/estudos nesta área. A pesquisa dedicou-se ao estudo e análise de documentos, em suma maioria, publicados no período de 2000 aos dias atuais. As palavras-chaves utilizadas na pesquisa foram *Light Steel Frame*; edificações sustentáveis; sustentabilidade ambiental; resíduos de construção e demolição; construção civil; empreendimentos verdes. A pesquisa foi qualitativa e selecionou artigos no idioma em português.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Vantagens e desvantagens do sistema em LSF

Indiscutivelmente o *LSF* apresenta grandes vantagens, principalmente sobre o sistema construtivo. De acordo com Pedroso et al. (2014) a fabricação da estrutura possibilita o trabalho de uma grande variedade de serviços, não necessitando paralização na execução durante a ocorrência de chuvas. Freitas e Crasto (2006) acrescentam a facilidade na execução das ligações e rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem, além da facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos; Construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício.

Freitas e Crasto (2006) explicam que a padronização e industrialização dos elementos construtivos, visto que a matéria-prima passa por rigorosos controles de qualidade, além disso o aço é um material de alta resistência assim existe a garantia de um maior desempenho estrutural e precisão dimensional. A facilidade de obtenção dos perfis, também é outro fator benéfico, visto que são altamente utilizados pela indústria.

A leveza do sistema é considerada uma vantagem, visto que o peso é reduzido, devido o aço ser distribuído uniformemente através das paredes, assim acontece um alívio nas fundações que eleva a segurança da obra, como também, não permite a propagação do fogo, não sofre ataque de insetos. Sua resistência à corrosão é resultado do revestimento de zinco, que protege e serve como barreira física contra cortes, riscos, arranhões, torções e trincos. Além da durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis (PEDROSO et al., 2014).

Apresenta um ótimo desempenho na questão acústica e térmica, que é, em média, de duas a três vezes maiores ao desempenho da alvenaria convencional. Estudos realizados em laboratório comprovam que, para que uma parede de alvenaria obtenha as mesmas características térmicas e acústicas de uma em *LSF* de 90 mm de espessura seria necessário que a de alvenaria tivesse 1500 mm de espessura (PEDROSO et al., 2014).

Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis facilitam a execução das instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS e CRASTO, 2006).

O aço pode ser reutilizado diversas vezes, sem perder suas propriedades. O sistema em *LSF* apresenta grande flexibilidade para desenvolvimento do projeto arquitetônico, que não limita a criatividade do arquiteto (FREITAS e CRASTO, 2006).

Outra vantagem é o tempo gasto para a execução do projeto. Para a construção de uma residência com 200 m², construída por uma equipe de quatro operários leva-se cerca de 4,31 dias para concluir a edificação construída pelo sistema *LSF*, e 16,13 dias pelo sistema tradicional. Caso seja feito um planejamento para que os painéis em LSF sejam pré-fabricados e, posteriormente, transportados e montados no canteiro de obras, esse tempo poderia ser ainda mais reduzido (OLIVEIRA, 2011).

Quanto ao fator econômico, em alguns casos garante um custo inferior de 30% em comparação aos métodos convencionais de construção, com prazos reduzidos e sem perdas na obra, que são fatores comuns em outros estilos construtivos, uma vez que o aço é produzido industrialmente (PEDROSO et al., 2014).

4.2 Potenciais sustentáveis do LSF

Almeida Júnior (2014) analisou um empreendimento executado em LSF e identificou que a limpeza das obras foi uma característica considerável, uma vez que poucos resíduos foram gerados. O autor destaca um aumento na qualidade do ar do ambiente de trabalho, por ser uma obra seca (sem umidade) e ademais as únicas fontes de poeira são os cortes de placas, diferentemente das obras tradicionais, onde a umidade construtiva prevalece. Os RCD gerados em sua maioria são recicláveis, compostos principalmente de produtos poliméricos recicláveis e madeiras. Durante toda a execução do empreendimento foram usadas apenas duas caçambas de resíduos, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Resíduos



Fonte: Almeida Júnior (2014).

Conforme Batista (2011) o LSF é um sistema industrializado, assim sua produção ocorre em fábrica e não no canteiro de obras, assim o tempo demandado para a construção se reduz, bem como a mão de obra e equipamentos, minimizando assim os impactos nos locais da construção. Ademais, o canteiro se torna mais silencioso, livre de RCD, secos e livres de poluentes e poeiras. Quando a obra se localiza em grandes centros urbanos, outra peculiaridade é a redução de congestionamento de vias por demandas de obras, não havendo a interrupção do fluxo de tráfego, além de evitar o acúmulo de resíduos da obra em calçadas ou lotes vagos. Batista (2011) complementa que o sistema LSF não demanda uso de cimentos, argamassas ou demais materiais moldados *in loco* minimizando também a demanda por água.

Outro fator a se considerar, é que o sistema LSF apresenta peso total de 30 toneladas, considerando uma edificação residencial, enquanto o sistema convencional em concreto apresenta peso total de 100 toneladas, assim ocorre uma redução de 70% do peso, desconsiderando as fundações em ambos os casos. Essa característica é benéfica ao solo, de acordo com Batista (2011) o baixo peso da edificação não agride ou degrada o solo, pois caso demanda por demolição, a remoção é menor e os custos de aterros são inferiores, uma vez que quanto menor o peso da estrutura menor as estruturas de fundações não exigindo por sua vez escavações o que não gera entulho e transporte de caminhão.

Javarini e Pinto (2013, p. 9) destacam:

A natureza deve encontrar novos equilíbrios, por meio de processos de utilização que obedeçam a seu ciclo temporal. Implica também em preservar as fontes de recursos energéticos e naturais. O LSF gera menos resíduos e oferece melhores condições de segurança ao trabalhador, contribuindo para a redução dos acidentes na obra; apresenta baixa emissão de CO₂ e emite aproximadamente cinco vezes menos quando comparado ao processo construtivo convencional; proporciona a redução do consumo de energia na construção em comparação aos sistemas tradicionais.

Degani (2017) identificou que o LSF permite minimizar os desperdícios de materiais frente à produção em série, resultando em desperdício mínimo, além de limpeza da obra, fácil manutenção sem demanda por quebras.

Rocha (2016) destaca que o sistema LSF tem baixa demanda por água e energia, além de gerar baixo volume de RCD, além de um tempo de construção 70% inferior a um empreendimento de alvearia. Outra peculiaridade é que o LSF apresenta leveza estrutural, permitindo economia de 75% no custo das estruturas de fundações. Garante ainda um canteiro

limpo, organizado e com baixo desperdício de material.

Dogonski (2016) por sua vez defende que o LSF apresenta menor geração de resíduos, alto grau de industrialização, além da durabilidade da estrutura, tornando-se um sistema atrativo tanto para o construtor quanto para o cliente.

Gatti (2016, p. 123) defende:

Atualmente a preocupação com impacto ambiental e utilização sustentável de recursos faz do aço e do método LSF uma opção promissora em função da economia energética, do menor consumo de matérias-primas e da diminuição na geração de detritos. A montagem dos painéis fora do canteiro de obras é muito propício, já que esse sistema exige maior precisão na execução. Ocorrendo assim uma industrialização da obra, proporcionando menos erros e desperdícios de materiais, pois não há utilização de concreto ou argamassa.

Maso (2017) em seus estudos identificou que o LSF destaca-se em relação a alvenaria estrutural, pois garante uma construção com elevado nível de industrialização, por meio de um processo mais rápido, além de garantir melhores condições de conforto e isolamento termoacústico e principalmente frente aos benefícios relacionados ao meio ambiente pois demandam baixo consumo de água e baixa geração de RCD.

Parício (2019) analisou as emissões de dióxido de carbono no processo de construção de uma unidade residencial em alvenaria convencional com blocos cerâmicos e LSF. O autor identificou que os materiais que mais apresentaram emissão de CO₂ durante fabricação foram o concreto usinado e a laje treliçada pré-fabricada. No entanto, no somatório total de ambos os processos de execução Parício (2019) constatou que, mesmo o LSF ser um sistema mais rápido, limpo e com menor desperdício que o sistema de alvenaria com blocos cerâmicos, analisando apenas as etapas de fabricação dos materiais e insumos, o sistema de alvenaria de blocos cerâmicos apresentou menores quantidade de emissões de CO₂.

Pereira, Nóbrega e Farias (2021) identificaram em seus estudos que o LSF se mostrou um sistema de rápida execução, pouca geração de resíduos, elevado grau de industrialização com alto controle de qualidade, de fácil manutenção e versatilidade. Demanda poucos recursos naturais e faz uso de materiais recicláveis, assim sua construção é mais sustentável. Ademais, o autor complementa que o aço é um insumo totalmente reciclável, mantendo o canteiro mais limpo e seco durante toda a construção, uma vez que as peças já são disponibilizadas costadas e prontas para serem montadas.

5. CONCLUSÕES

Durante anos, a construção tem procurado um novo caminho para se tornar mais sustentável. Novos prédios comerciais, residências e projetos de reforma são frequentemente projetados com sustentabilidade e baixo impacto ambiental em mente. Para além de ter efeitos sociais significativos, além de proporcionar melhor qualidade de vida no geral, o que beneficia também a situação financeira, tornando-se numa nova abordagem que melhora a forma como vivemos e construímos. A construção sustentável leva em consideração o uso de recursos, seu impacto ambiental e riscos à segurança, o que se aplica especialmente a materiais de construção sustentáveis, em especial a LSF, que é o objeto de estudo deste trabalho.

O *steel frame* é um sistema construtivo pouco utilizado pela população brasileira, em comparação com a alvenaria convencional. No Brasil, o steel frame acaba sendo deixado para trás por ser ainda pouco conhecido e divulgado.

O LSF e a cada dia vem sendo mais inserido na sociedade, e sendo aplicado em várias áreas de conhecimento da construção civil, pois ele trabalha com sustentabilidade em sua matéria. O desenvolvimento na construção civil busca sempre inserir soluções que possam atender as necessidades dos clientes, conforto do usuário, restrições orçamentais e a preservação utilizando recursos naturais.

Ao analisar a comparação entre os sistemas construtivos, verifica-se que a alvenaria convencional é economicamente viável para a construção de uma unidade residencial, devido ao menor custo do material e da mão-de-obra, já o steel frame possui período de execução muito mais curto, mas seu custo é maior. Sua viabilidade econômica pode se tornar possível se considerar a construção de mais imóveis, ou seja, a construção em maior escala, por exemplo, em projetos residenciais ou em projetos de minha casa minha vida.

Por isso, por meio deste trabalho foi possível compreender que o sistema *steel frame* é a uma das formas de solução para o desenvolvimento da sustentabilidade, mas que ainda não é utilizado com frequência no âmbito nacional, quando comparado com outros países. Assim o Steel Frame deve ser incluso nas obras brasileiras, pois através dela existe a possibilidade de uma obra limpa e com edifícios que venham causar impactos menores ao meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON. **História do entulho**. 2018. Disponível em: <http://abrecon.org.br/entulho/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

AFONSO, P. P. *et al.* **Sustentabilidade ambiental no setor da construção civil: comparação das medidas adotadas por construtoras do município de Uberlândia, MG**. Universidade de Uberaba. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte. 2014.

ALMEIDA JÚNIOR, G. B. V. **Sistema construtivo em light steel framing - acompanhamento de uma obra residencial**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). UniCEUB - Centro Universitário de Brasília. Brasília. 2014.

BARROS, M. C.; BASTOS, N. F. da A. **Edificações sustentáveis e certificações ambientais – análise do selo Qualiverde**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015.

BATISTA, M. C. C. **A influencia do sistema light steel framing na gestão de obras da construção civil**. Artigo (Especialização em Gestão de Projetos e Obras da Construção Civil). UNINO – VAFAPI. Terezina. 2011.

BATTISTELLA, F. B. **Light steel framing: uso da estrutura de aço como tecnologia construtiva**. 2011. 111 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2011.

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

CHAVES, H. de O. **Diretrizes sustentáveis na construção civil: avaliação do ciclo de vida**. Projeto (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2014.

COLAÇO, L. M. M. **A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído Projecto e Materiais dos Edifícios**. Tese apresentada na Universidade Portucalense. 2008.

DEGANI, J. A. **Construção modular em light steel frame: comparativo com construção em alvenaria convencional**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão. 2017.

DOGONSKI, B. L. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do método construtivo light steel frame em habitações sociais**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Unijui. Santa Rosa. 2016.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing: arquitetura**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing: arquitetura**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

GATTI, W. **Método construtivo steel frame, sustentabilidade e economia na construção civil**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP. Caçador. 2016.

GOMES, J. O.; LACERDA, J. F. S. B. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: Análise do Estado da Arte**. E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014.

JAVARINI, F. A.; PINTO, C. O. **Light steel frame, habitações populares e a sustentabilidade**. 2013. Disponível em: http://www.ihab.org.br/o2015/trabalhos_completos/16.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.

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

MASO, J. B. **Análise comparativa entre o sistema construtivo light steel framing e alvenaria estrutural.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça. 2017.

MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil.** Centro de Tecnologia – CT. Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

MINGRONE, R. C. C. **Sustentabilidade na construção civil: análise comparativa dos conceitos empregados em obras segundo as certificações AQUA-HQE E LEED.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Campo Mourão. 2016.

OLIVEIRA, G. 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.** 2011. 78 f. Monografia - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

OLIVEIRA, M. do P. **Indicadores de desempenho ambiental em obras de construção civil no município de Uberlândia.** Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental). Universidade Federal De Uberlândia. Uberlândia. 2017.

PATRÍCIO, I. F. **Análise comparativa das emissões de CO₂ entre edificações de alvenaria convencional e steel frame.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Unievangélica. Anápolis. 2019.

PEDROSO, Sharon Passini; et al. **STEEL FRAME NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Encontro Científico Cultural Interinstitucional. 2014.

PEREIRA, B. H. C.; NÓBREGA, L. S. R.; FARIAS, B. M. **Aplicação do sistema construtivo Light Steel Frame em construções residenciais. Estudo de cenário: residencia unifamiliar.** Capítulo 7. Engenharia na Prática: Construção e Inovação. Vol. 3. 2021.

PEREIRA, P. I. **Construção sustentável: o desafio.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Fernando Pessoa. Porto. 2009.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing.** Monografia (Graduação). 66fl . Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão. 2013.

ROCHA, F. C. J. M. **Análise da viabilidade econômica do uso do sistema steel frame (lsf) como metodo construtivo de uma habitação residencial, em Palmas – To.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas. 2016.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing: arquitetura.** 2012. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2012.

SCHIMIDT, F. T. M. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em uma Edificação residencial unifamiliar– estudo de caso.** Monografia (Bacharel em Engenharia Civil). Unijuí. Ijuí. 2009.