

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
WILLIAN SOUZA MORGAN

MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: *LIGHT STEEL FRAME*

LAGES – SC
2020

WILLIAN SOUZA MORGAN

MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: *LIGHT STEEL FRAME*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenador: Msc. Prof. Aldori Batista dos Anjos

LAGES – SC
2020

WILLIAN SOUZA MORGAN

MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL: *LIGHT STEEL FRAME*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Unifacvest, como
requisito para obtenção do Grau de Bacharel
em Engenharia Civil.

Coordenador: Msc. Prof. Aldori Batista dos
Anjos

Aprovado em: ____/____/____.

Nota: ____.

Prof.

(Orientador)

Prof.

(Examinador)

Prof.

(Examinador)

LAGES – SC

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, força e vigor, pois sem ele nada seria possível; aos meus pais que sempre sonharam com a minha formação e me proporcionaram todo o apoio durante esses anos, sempre incentivando nos momentos mais difíceis.

Dedico esse trabalho a todos os amigos e em especial aos que adquiri na faculdade no decorrer do curso, que seja possível que nós nos reencontremos formados onde quer que cada um esteja e seguindo seu caminho.

Quero agradecer aos meus professores pelo esforço exercido em repassar seus conhecimentos contribuindo no crescimento no decorrer do curso e agradecer em especial ao professor Aldori Anjos que nos acompanhou desde o princípio e auxiliou orientando na formação desse trabalho.

E por final a todos que de alguma forma contribuíram no decorrer da minha jornada.

RESUMO

A área da construção civil é uma constante evolução e a cada dia surgem novos métodos, tecnologias e materiais que podem ser aplicados a fim de proporcionar melhor qualidade em suas obras, isso beneficia tanto o consumidor final quanto os idealizadores. O *Light Steel Frame* surgiu há alguns anos no Brasil como uma alternativa mais prática e sustentável do que a alvenaria convencional e no decorrer desses últimos anos vem ganhando espaço no setor. Para visar o máximo proveito que o método construtivo proporciona, estudos são necessários para adquirir conhecimento sobre o mesmo. Conhecer as características exclusivas, vantagens e desvantagens, além do funcionamento, são habilidades primordiais que um profissional da área deve ter. Tais habilidades proporcionam ao engenheiro civil a capacidade de esclarecer aos consumidores qual o sistema é mais vantajoso. Perante o contexto mencionado, este estudo apresentará uma revisão bibliográfica de artigos sobre o *Light Steel Frame*, demonstrando seus princípios de funcionamento, particularidades e quesitos como o de sustentabilidade.

Palavras-chaves: *Light Steel Frame*. Sistema Construtivo. Sustentabilidade. Edificação

ABSTRACT

The area of civil construction is a constant evolution and every day new methods and new technologies and new materials emerge that can be applied in order to provide better quality in their works, this benefits both the final consumer and the creators. The *Light Steel Frame* emerged a few years ago in Brazil as a more practical and sustainable alternative than conventional masonry and over the last few years has been gaining space in the sector. To aim at the maximum advantage that the construction method provides, studies are needed to acquire knowledge about it. To know the specific characteristics, advantages and disadvantages, in addition to the operation, are the primary skills that a professional in the area must have. Towards the context mentioned, this study will present a bibliographic articles review on the *Light Steel Frame*, demonstrating its principles of operation, particularities and issues such as sustainability.

Key-words: *Light Steel Frame*. Building Systems. Sustainability. Edification

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. TÍTULO DA PESQUISA	10
3. JUSTIFICATIVA	10
4. O PROBLEMA A SER PESQUISADO	10
5. OBJETIVOS	11
5.1. Objetivo geral	11
5.2. Objetivos específicos	11
6. METODOLOGIA	11
7. REFERENCIAL TEÓRICO	12
7.1 SISTEMA CONSTRUTIVO <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	12
7.2 PROCESSO CONSTRUTIVO EM LFS	13
7.3 VEDAÇÕES	14
7.3.1 Oriented Strand Board	15
7.3.2 Placas cimentícias	16
7.3.3 Gesso Acartonado	17
8. VANTAGENS E DESVANTAGENS EM RELAÇÃO À ALVENARIA	18
8.1 DESEMPENHO ACÚSTICO	19
8.2 DESEMPENHO TÉRMICO	20
8.3 RESISTÊNCIA	21
8.4 ECONOMIA	22
8.5 CANTEIRO DE OBRAS	24
8.6 DESVANTAGENS	26
9. SUSTENTABILIDADE	27
10. DISCUSSÃO	28
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura em aço galvanizado	14
Figura 2 – Esquema de Vedação e Isolamento	15
Figura 3 – <i>Oriented Strand Board</i>	16
Figura 3 – Placas Cimentícias	13
Figura 4 – Desempenho acústico de alvenarias e <i>drywall</i>	14
Figura 5 – Placas de Gesso acartonado	18
Figura 6 – Alvenaria vs <i>Light Steel Frame</i>	18
Figura 7 – Desempenho acústico de alvenarias e drywall	20
Figura 8 – Desempenho acústico de alvenarias e drywall: entre unidades	20
Figura 9 – Alvenaria vs <i>Light Steel Frame</i>	25
Figura 10 – Alvenaria vs <i>Light Steel Frame</i>	26

1. INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil evoluiu muito nos últimos anos, mas ainda carece na implantação de novas tecnologias. A alvenaria convencional, que é o método de construção mais difundido no país, apesar de diversos pontos positivos deixa a desejar se comparada a outras técnicas. Desperdícios de materiais, uso elevado de água e patologias, são alguns dos problemas diários enfrentados pelos profissionais da área. Segundo Freitas e Castro (2006), a melhor maneira para mudar tal aspecto se dá pela construção industrializada, com mão-de-obra especializada, otimizando os custos mediante a contenção do desperdício de materiais, padronização, produção seriada e em escala, racionalização dos processos e cronogramas rígidos de planejamento e execução.

O setor da construção civil é produtor de uma enorme porção de resíduos. Atualmente 60% do total de resíduos produzidos nas cidades brasileiras originam-se na construção civil e, apenas 20% a 50% dos bens naturais são consumidos pelo setor, enquanto que os resíduos gerados dobram se comparados aos resíduos sólidos urbanos (GAMACHO, et al., 2013).

Cada vez mais se fala em desenvolvimento sustentável e é necessário que a indústria da construção civil no Brasil se renove e adapte-se a edificações mais sustentáveis. A construção em *Light Steel Frame* inibe a vasta utilização de água que se faz presente na construção convencional em alvenaria, fato que, aliado a economia energética gerada pelo desempenho térmico e ao possível reaproveitamento e racionalização dos materiais torna o sistema construtivo uma ótima opção de edificação sustentável.

É devido aos grandes impactos ambientais gerados pela construção civil e os problemas de qualidade causados pela mão de obra desqualificada que estudos como esse se fazem necessários, retratando outros procedimentos de construção, visando difundi-los no mercado nacional e integrá-los em novas edificações. O *Light Steel Frame* é um sistema construtivo muito eficaz e utilizado há muito tempo em países desenvolvidos como EUA, Japão, Canadá, entre outros. Dentro do Brasil o *Light Steel Frame* vem tentando ganhar seu espaço nos últimos anos, mas ainda é pouco conhecido (SACCO, STAMATO, 2010).

2. TÍTULO DA PESQUISA

Sistema Construtivo *Light Steel Frame*.

3. JUSTIFICATIVA

O modo de produção tradicional da construção civil, não teve uma evolução significativa no processo artesanal ao longo dos anos, gerando muito desperdício e baixa produtividade. Atualmente o mercado vem buscando novas tecnologias de maneira a evitar grandes problemas ao meio ambiente e buscando a racionalização nos processos de construção.

Na área da Construção, a execução do projeto de uma edificação é comumente caracterizada por ser fragmentada e sequencial, de forma que esta fase do empreendimento torna-se um processo à parte. Conseqüentemente, é comum que existam casos de improdutividade, desperdícios e manifestações patológicas na edificação. No entanto, sendo o LSF um sistema industrializado, torna-se uma premissa a adoção de atividades cooperativas paralelas entre projetos e meios de produção (RODRIGUES, 2006).

No cenário atual da construção civil no Brasil, encontramos diversos problemas no método convencional de construções em alvenaria, onde a falta de controle de produção aliada à mão de obra mal qualificada, resultam em desperdícios, atrasos e o não atendimento às normas mínimas de desempenho. O tema de estudo tem grande relevância por tratar-se de um processo de construção que pode corrigir diversas adversidades encontradas na área da construção civil.

A falta de conhecimento sobre os novos métodos de construção breca sua implantação e faz com que as tecnologias não sejam devidamente aproveitadas. A presente pesquisa apresentará um sistema construtivo baseado em elementos industriais que incorporam qualidade e racionalização dos materiais, trazendo uma construção precisa e sustentável.

4. O PROBLEMA A SER PESQUISADO

Com o crescente aumento do número de obras civis executadas no país, cada vez mais se fala em desenvolver novas tecnologias que aprimorem a qualidade das construções. Maior qualidade, menor tempo de entrega e sustentabilidade são temas recorrentes no

âmbito da construção civil e os novos métodos construtivos como o *Light Steel Frame* estão destacando-se por promoverem essa otimização.

Apesar de grandes avanços tecnológicos realizados na área da construção civil nos últimos anos no que refere ao conforto, desempenho e novos materiais, o Brasil ainda utiliza de métodos voltados a um construtivismo arcaico (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

Apesar da crescente demanda e dos problemas recorrentes no método tradicional, a construção civil brasileira segue desatualizada. Falta de conhecimento e de mão de obra especializada são alguns dos principais aspectos que dificultam a inserção de tecnologias, fato que acaba por reprimir a evolução da área no Brasil.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Geral

Apresentar o método construtivo sustentável *Light Steel Frame*.

5.2. Objetivos específicos

- Explicar o que é e como funciona a técnica construtiva;
- Expor vantagens e desvantagens da utilização da tecnologia *Light Steel Frame*;
- Avaliar a sustentabilidade de obras em LFS;

6. METODOLOGIA

Este projeto é de natureza explicativa, onde se pretende apresentar e analisar o método construtivo *Light Steel Frame*.

Realizaram-se leituras de bibliografias relevantes ao tema, para que assim fosse possível comentar sobre a técnica construtiva e avaliar suas vantagens e desvantagens de aplicação, metodologia de construção, parâmetros de desempenho, entre outros quesitos apreciados.

Posteriormente baseando-se nos conhecimentos adquiridos por meio da leitura de materiais literários e normas vigentes ao assunto realizou-se uma análise mais específica do desempenho, sustentabilidade e viabilidade dos projetos em LFS.

Artigos utilizados foram pesquisados em bases de dados do Google acadêmico, repositórios institucionais de universidades e quadro de normas da ABNT.

7. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir é apresentado o sistema construtivo em *Light Steel Frame*, estrutura, condicionantes técnicos, execução; desempenho; limitações e sustentabilidade.

7.1. SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

O LFS é visto ainda no Brasil como uma inovação, mas o sistema construtivo originou-se nos EUA em meados do século XIX e desde o século XX é aplicado constantemente em diversos países. Nos EUA, em média 9 a cada 10 edificações residenciais são feitas em LFS (NETO, et al., 2011).

Segundo Castro & Freitas (2006) após a segunda guerra mundial, o método já amplamente utilizado nos Estados Unidos, migrou para o Japão, que devido a milhões de casas destruídas durante a guerra necessitava de uma reconstrução rápida e eficiente. O país havia sofrido com o alastramento rápido de chamas em edificações de madeira, e viram na resistência, otimização de tempo e qualidade dos perfis em aço galvanizado a melhor opção para a rápida recuperação das construções perdidas. Consequentemente, o Japão apresenta desde então, uma indústria e mercado altamente desenvolvidos na área de construção em perfis de aço leves (SAINT- GOBAIN, 2011).

Dentro da construção civil brasileira os primeiros relatos de obras em LFS datam a partir da década de 90, mas apenas a partir dos anos 2000 é que a tecnologia começou a ser empregada em mais projetos. Por se tratar de uma inovação, as construções em LFS tinham inicialmente um preço muito elevado e eram mais utilizadas em edificações de alto e médio padrão. Atualmente com a popularização do método, a mão de obra que precisa ser especializada, já pode ser encontrada em todo o território nacional e não possui mais custo tão elevado quanto antigamente.

Partindo principalmente da iniciativa privada, há um crescente incentivo na implementação do método de construção utilizando os perfis metálicos no mercado nacional. O Centro Brasileiro de Construção em Aço possui capacidade abundante para a produção, e a oferta do material tem se mantido crescente, tornando a utilização na indústria de construção civil viável.

7.2. PROCESSO CONSTRUTIVO EM LFS

A estrutura em LFS é definida pela sua constituição em perfis de aço galvanizado formados a frio que são utilizados para compor painéis estruturais e não estruturais, vigas, tesouras, e demais componentes (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012). Os perfis formados a frio são compostos por liga alumínio-zinco ou apenas zinco, e normalmente utilizados em perfil U. A diversidade de aplicações dos perfis formados a frio permite a sua utilização em diferentes concepções estruturais, aspecto que tem colaborado para difundir o seu crescimento no Brasil.

O método construtivo em LFS diminui o número de etapas da obra, por tratar-se de uma técnica industrializada, acaba diminuindo o tempo de construção. A precisão milimétrica também é um fator vantajoso em relação ao método convencional, que comumente é impreciso na execução.

Basicamente, no sistema construtivo LFS os painéis de aço galvanizado formam um esqueleto interno e externo da edificação, o qual tem função estrutural, absorvendo as cargas incidentes na estrutura e transferindo-a a fundação.

Além da fundação onde não há como evitar a utilização do concreto armado, todo o restante da estrutura é composto por perfis metálicos. Os perfis são pré-fabricados e chegam à obra prontos, restringindo a execução da obra apenas à montagem e colocação dos mesmos. Durante o processo de fabricação dos perfis podem ser realizados serviços como a preparação do terreno e fundação, agilizando o tempo de execução da obra.

Após a montagem do esqueleto da edificação, as instalações elétricas e hidrossanitárias devem ser realizadas para que então seja possível iniciar o processo de vedação. O LFS permite a escolha de diferentes tipos de vedação, desde a utilização de materiais reciclados como o OSB (*Oriented Strand Board*), gesso acartonado e placas cimentícias. Também é durante o processo de vedação que são aplicados materiais isolantes como lãs de vidro, colocados internamente para conferir maior conforto termoacústico à edificação.

Esquadrias são instaladas como em uma construção convencional. Elas são fixadas diretamente na estrutura de aço, portanto os painéis vêm de fábrica com os vãos perfeitamente dimensionados para sua colocação.

O telhado é composto por uma estrutura com perfis metálicos como o restante do esqueleto o que o torna leve e de fácil montagem. Em casos onde há laje, estas são compostas por uma estrutura metálica, revestidas com o material escolhido, mas diferencia-se das paredes por receber camadas de concreto, contrapiso e posteriormente o revestimento. Em todos os casos, o preenchimento com materiais isolantes pode ser aplicado visando auxiliar no desempenho térmico e acústico.

Após toda a montagem e vedação da estrutura as paredes são revestidas de forma convencional, aplicando pinturas, texturas ou qualquer outro tipo de revestimento.



Figura 1 – Estrutura em aço galvanizado

Fonte: <https://metalica.com.br/steel-frame-a-construcao-inteligente/>

7.3. VEDAÇÕES

O sistema construtivo *Light Steel Frame* parte de uma fundação em radier, montagem do esqueleto estrutural em aço galvanizado e o fechamento em painéis, garantindo o menor número de etapas e a otimização do tempo de obra.

Os painéis de fechamento do sistema LFS podem ser constituídos de diferentes materiais, proporcionando uma melhor adequação às diferentes necessidades da edificação e à disponibilidade de recursos financeiros. Entre as opções de vedação encontram-se as placas de OSB e cimentícias. Em áreas internas, não molháveis, pode ser aplicado gesso acartonado.

Os painéis de vedação são facilmente aplicados e em casos como o do OSB também auxiliam na rigidez da estrutura. Outra vantagem do LFS é a possibilidade de instalar internamente materiais isolantes, como a lã de vidro, lã de rocha, entre outros, visando melhorar o desempenho térmico e acústico da edificação.

Na figura 2 consta um corte esquemático da montagem de uma parede em *Light Steel Frame*, no caso, foram utilizados painéis de gesso acartonado.



Figura 2 – Esquema de Vedação e Isolamento

Fonte: <https://riosteel.com.br/light-steel-frame/>

7.3.1. *Oriented Strand Board*

O *Oriented Strand Board*, ou apenas OSB, amplamente utilizado nas vedações de LFS, se trata de chapas de madeira, formadas por diversas camadas com partículas prensadas, orientadas e perpendiculares em relação à última camada. Como são produzidas a partir de partículas de madeira prensadas, essas placas recebem o devido tratamento, para que resistam às intempéries, cupins e outros micro-organismos que podem deteriorar o material.

Apesar de apresentarem resistência contra umidade, as placas de OSB quando aplicadas externamente necessitam de um acabamento impermeabilizante, dentre as soluções, existe a aplicação de uma membrana de polietileno de alta densidade grampeada nas placas OSB, que é capaz de garantir estanqueidade das paredes. Outro cuidado que se deve ter com os painéis é para que não fique em contato direto com o solo ou fundação, devendo ser aplicada uma fita seladora em sua base (MASO, 2017).

O processo de fabricação de prensa em altas temperaturas e com diferentes camadas de partículas orientadas garantem ao material alta resistência mecânica, o que torna sua

utilização comum no sistema LFS devido ao fato de auxiliar na rigidez da estrutura. Essas características da vedação em OSB conferem rigidez principalmente a esforços horizontais, e sua influência na resistência estrutural pode ser levada em consideração em cálculos estruturais. A consideração estrutural das placas pode diminuir a necessidade de aço, que é um material mais caro. Resistente, leve, econômico e reutilizável, o OSB é amplamente utilizado nas construções em *Light Steel Frame* interna e externamente.



Figura 3 – Oriented Strand Board

Fonte: <https://tecnoframe.com.br/painel-osb-componentes-do-light-steel-frame/>

7.3.2. Placas cimentícias

Outra forma de revestimento do esqueleto metálico do *Light Steel Frame* é com placas cimentícias, compostas por cimento, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Indicadas principalmente para os ambientes externos, essas placas possuem alta resistência a impactos, intempéries, e são incombustíveis. Devido ao seu peso próprio baixo sua montagem é rápida e eficiente, além da facilidade de aplicação dos acabamentos. Dentre as características da placa também constam uma boa resistência termo acústica, impermeabilidade e flexibilidade, permitindo o uso em arquiteturas curvilíneas.



Figura 4 – Placas Cimentícias

Fonte: <https://ancorasolucoesconstrutivas.com.br/placas-cimenticias-o-que-voce-precisa-saber/>

7.3.3. Gesso Acartonado

Utilizado somente para vedação de parede internas, o gesso acartonado ou *drywall*, como também é conhecido, se trata de uma placa formada por gesso e papel cartão, dentre suas principais vantagens de utilização estão, a leveza e a agilidade que ele confere à execução.

Há diferentes tipos de placas de gesso acartonado e que se aplicam a diferentes situações, algumas placas são específicas para resistência à umidade e podem ser utilizadas em banheiros, cozinhas, áreas molhadas em geral. No entanto, não é indicado para ambientes externos e o contato direto com água pode danificar a vedação.

Normalmente as placas de gesso acartonado são utilizadas em conjunto com placas cimentícias, onde as placas cimentícias cumprem o papel de vedação externa da edificação e o *drywall* interna.

O gesso acartonado também possui uma boa capacidade de isolamento que pode ser ampliada com a utilização de materiais de isolamento, além de fácil aplicação do acabamento.

No Brasil, são comercializados três tipos de placas de gesso acartonado: a Placa Standard (ST), destinada a utilização em áreas secas; a Placa Resistente a Umidade (RU), apropriada para ambientes expostos a umidade como banheiros, por exemplo; e por último a Placa Resistente ao Fogo (RF) para utilização em locais secos que requerem este tipo de proteção (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).



Figura 5 – Placas de Gesso acartonado

Fonte: Acelot, 2019.

8. VANTAGENS E DESVANTAGENS EM RELAÇÃO À ALVENARIA

Por se tratar de uma estrutura pré-fabricada o método *Light Steel Frame* apresenta várias vantagens que favorecem a todos os envolvidos de uma construção, desde cliente a construtor. Santos & Costa (2018) ressaltam que o sistema possui um canteiro de obras mais limpo e organizado, sem depósitos de materiais utilizados na construção convencional, evitando assim o desperdício desses materiais e obtendo um ambiente sem entulhos e com mais segurança. A construção também gera um menor impacto ambiental, e possui um excelente desempenho térmico/ acústico, durabilidade ilimitada e acabamento final superior ao método convencional.

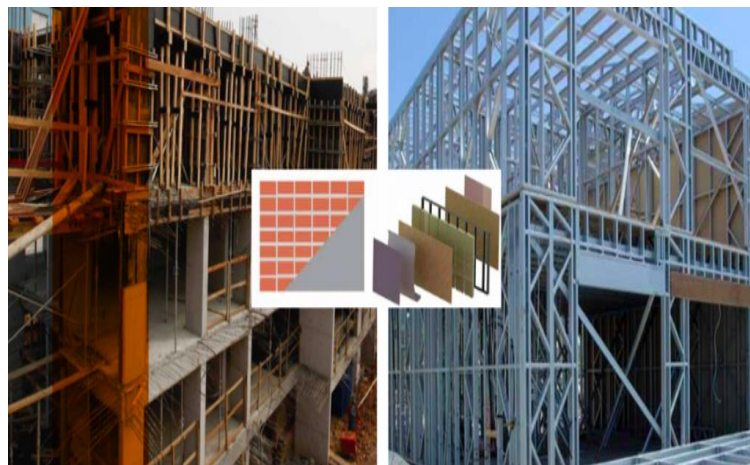


Figura 6 – Alvenaria vs *Light Steel Frame*

Fonte: <http://steelframebrasil.com.br/qual-a-principal-diferenca-entre-steel-frame-e-alvenaria/>

8.1. DESEMPENHO ACÚSTICO

Segundo a NBR 15575, norma que rege o desempenho de edificações habitacionais, o isolamento acústico tem a função de bloquear ou minimizar a passagem de sons indesejados em um ambiente. Para Santos & Costa (2018) as construções executadas pelo método *Light Steel Frame* são iguais a todos os tipos de construção, tendo como diferença apenas a maior segurança de sua estrutura e seu isolamento termoacústico.

O conforto acústico de uma edificação é um importante requisito de habitabilidade e afeta diretamente o usuário. Para evitar os ruídos externos gerados pelo transito de veículos, ruídos sonoros dos vizinhos, música, entre outros, é por diversas vezes necessário aplicar diferentes soluções que adequem a edificação para um isolamento eficiente.

Maso (2017) diz que uma das principais vantagens do *Light Steel Frame* é seu desempenho térmico e acústico por barrar a transmissão de sons e evitar perdas e ganhos de calor. Essas vantagens são geradas pela versatilidade do sistema, que possibilita a inserção de diferentes camadas de materiais, entre eles, isolantes como a lã mineral ou lã de vidro, materiais que causam uma perda de transmissão significativa. O isolamento nos painéis de LSF segue o princípio massa-mola-massa, segundo o qual ao invés de uma grande massa, usam-se camadas separadas de massa e o espaço entre elas é preenchido com elemento absorvente (SANTOS, COSTA, 2018).

Os valores mínimos para isolamento acústico segundo a NBR 15575 variam de ambiente, mas estão entre 30db, 40db ou 45db. 30db só é permitido para paredes cegas de salas e cozinhas. As paredes construídas em alvenaria tem desempenho de 38db. O que pela norma, não seriam apropriadas para cozinha, quarto e banheiro (KUHN, 2017).




Especificação	Corte	Isolamento acústico	Peso kg/m ²
Bloco de concreto revestido c/ argamassa		38dB	150
Bloco cerâmico revestido c/ argamassa		38dB	120
Drywall		38dB	20

Figura 7 – Desempenho acústico de alvenarias e *drywall*: mesma unidade

Fonte: Arquivo Digital FAU-USP. Disponível em:

<http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0278/Aulas/AUT%200278%20Aula%2007%20-%20Transmiss%C3%A3o%20Sonora.pdf>

Conforme a figura 7, uma parede simples em gesso acartonado, sem aplicação de materiais isolantes possui desempenho acústico equiparado ao da alvenaria convencional apesar do peso próprio muito menor.



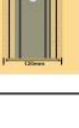
Especificação	Corte	Isolamento acústico	Peso kg/m ²
Bloco de concreto revestido c/ argamassa		43dB	200
Bloco cerâmico revestido c/ argamassa		38dB	120
Drywall com lã mineral		50dB	42

Figura 8 – Desempenho acústico de alvenarias e *drywall*: entre unidades

Fonte: Arquivo Digital FAU-USP. Disponível em:

<http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0278/Aulas/AUT%200278%20Aula%2007%20-%20Transmiss%C3%A3o%20Sonora.pdf>

A figura 8 mostra que paredes com gesso acartonado em conjunto com materiais isolantes como a lã mineral possuem peso próprio relativamente menor e superioridade relevante na capacidade de barrar a transmissão de ruídos.

A redução de peso em conjunto com a capacidade de isolamento é uma vantagem evidente nas edificações em LFS gerando maior conforto para o usuário e cargas menores na fundação.

8.2. DESEMPENHO TÉRMICO

O desempenho térmico influencia no conforto do usuário durante a realização de suas atividades diárias, assim como em seu sono, além de estarem ligadas diretamente com o consumo energético, por isso é importante que uma construção possua maior controle das perdas e ganhos de calor.

Desde o surgimento do *Steel Frame*, o método vem sendo aplicado em países com uma oscilação térmica elevada, o que comprova sua boa autonomia em relação ao conforto térmico, diminuindo os efeitos dessa alteração de temperatura no interior da construção e mantendo o ambiente confortável.

Para que isso se torne possível, é utilizado nas edificações em *Steel Frame* isolantes térmicos como as lãs de rocha, de vidro, ou PET. O que gera benefícios como o conforto do usuário e uma maior economia de energia com a climatização durante o tempo de vida útil da edificação. A temperatura se torna mais estável, dessa forma equipamentos como o ar-condicionado, são menos utilizados, gerando economia de energia (METALICA, 2015).

Santiago (2008) afirma que, diferente de conceitos tradicionais de isolamento, onde a massa da parede esta ligada diretamente ao seu desempenho, nas construções em *Steel Frame* os isolamentos térmicos e acústicos baseiam-se no conceito de multicamada, que combinam placas leves de fechamento, sendo o espaço entre elas preenchido com material isolante. Nesse conceito, diversas combinações podem ser feitas a fim de aumentar o desempenho do sistema, através da disposição de um numero maior de camadas de placas ou aumentando a espessura do material isolante.

Conforme Silva e Aguiar (2008) há pouca diferença entre a alvenaria tradicional e o *Steel Frame* no quesito de isolamento térmico, com uma sensível melhora em relação ao verão no emprego do LFS.

A menor massa e espessura do *Steel Frame*, e a possibilidade de aplicar outros materiais e camadas para adequar o sistema às necessidades, lhe conferem certa vantagem, apesar de que essa superioridade térmica possa gerar custos extras.

8.3. RESISTÊNCIA

Uma edificação em LSF pode ser entendida como um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

Composta por paredes, pisos e cobertura, elementos que quando reunidos proporcionam a integridade estrutural da edificação resistindo a todos os esforços solicitantes. Elementos comuns a qualquer edificação, mas que possuem concepções diferentes no LFS.

Os perfis formados a frio utilizados no LSF devem ser formados através de bobinas de aço Zincado de Alta Resistência (ZAR) com resistência ao escoamento mínima de 230 MPa e espessura mínima de 0,8 mm até 3 mm de acordo com a norma NBR 15253:2014 (MASO, 2018).

Segundo Rodrigues e Caldas (2016), a fabricação destes perfis é obtida pelo dobramento em prensa dobradeira ou por meio de conformação contínua em conjunto de matrizes rotativas através de bobinas laminadas a quente ou a frio sendo que todo o processo é realizado em temperatura ambiente. O revestimento de zinco ou liga alumínio-zinco é realizado através de um processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como processo de galvanização, visando criar uma proteção contra a corrosão dos perfis.

A utilização dos perfis metálicos industrializados garante a qualidade do material, que possui características especiais de resistência. A qualidade do material utilizado em conjunto com atributos como o baixo peso próprio e precisão de execução do projeto, conferem às obras em *Steel Frame* resistência elevada.

Cada elemento do projeto em LFS é essencial e a obra trabalha como um todo, transferindo esforços axiais de um perfil para o outro até que cheguem à fundação. A estabilidade é garantida pelo conjunto da obra. O método é considerado um dos mais resistentes, a técnica é bastante utilizada nos EUA, Japão, e países da Europa onde há grande incidência de terremotos e furacões.

Além da integridade física da concepção estrutural em LFS, a versatilidade dos materiais que podem ser aplicados também traz alta resistência à corrosão, umidade e intempéries. Nas vedações em gesso acartonado pode-se optar por placas RF que são resistentes ao fogo.

8.4. ECONOMIA

Os materiais diferentes dos convencionais e a necessidade de uma mão de obra especializada geram um impacto direto no orçamento de uma construção no método construtivo *Light Steel Frame*, que principalmente devido à falta de popularização normalmente possui custo de execução elevado se comparado ao método convencional.

A obra em *Steel Frame* tem maior aproveitamento dos materiais, a racionalização que um sistema construtivo industrializado proporciona é extremamente vantajosa. O sistema convencional de construção em alvenaria conta com um grande desperdício de

materiais e mesmo quando os projetos possuem levantamentos de quantitativos detalhados, certos desperdícios são quase inevitáveis, gerando resíduos e encarecendo a obra.

A precificação dos projetos em alvenaria ou LFS pode variar de região para região e é impreciso afirmar qual tem menor custo. O LFS possui melhor acabamento e menor tempo de obra, características que podem gerar um melhor custo-benefício.

Quadro 01 – Produtividades para a execução de alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos.

Alvenaria de vedação com tijolos cerâmicos laminados e juntas de 10 mm com argamassa industrializada.	
Mão-de-Obra	Produtividade
01 Pedreiro	2,60 horas / m ²
01 Servente	2,60 horas / m ²

Fonte: TCPO 13, adaptado pelo autor (2020).

Quadro 02 – Produtividades para a execução de paredes internas em LSF, com fechamento em placas OSB.

SERVIÇO: <i>Steel Frame</i> para parede interna, fechamento com placas OSB para ambiente seco. Espessura do perfil de 0,95 mm e espaçamento entre perfis verticais de 60 cm.	
Mão-de-Obra	Produtividade
01 Ajudante	0,10 horas / m ²
01 Montador	0,50 horas / m ²

Fonte: TCPO 13, adaptado pelo autor (2020).

Os quadros 01 e 02 apresentam resultados obtidos em estudo comparativo realizado em uma HIS (Habitação de Interesse Social) de 40,55m², avaliando a precificação da alvenaria convencional utilizando vedação com blocos cerâmicos e *Steel Frame* com vedação em placas de OSB. Permite-se observar que o tempo do fechamento de paredes em *Light Steel Frame* executa-se em aproximadamente 20% do tempo necessário para a vedação em tijolos. A necessidade de maior tempo para realização da mesma metragem de vedação impacta no orçamento, além de estender o prazo de entrega final da obra.

A tabela a seguir demonstra o tempo total necessário para execução da vedação em cada caso e a diferença gerada no custo com mão-de-obra.

Quadro 03 – Tempo de execução dos subsistemas estruturais e custos com mão-de-obra.

Sistema construtivo	Tempo de execução (horas)	Tempo de execução (dias)	Mão-de-obra	Custo Mão-de-obra
Concreto Armado	109,62 h	14 dias	01 pedreiro	R\$ 827,63
			01 servente	R\$ 577,70
			TOTAL	R\$ 1.405,33
LSF	20,22 h	2,5 dias	01 montador	R\$ 152,66
			01 ajudante	R\$ 106,56
			TOTAL	R\$ 259,22

Fonte: Do Autor, 2020.

A partir dos dados apresentados no Quadro 03 pode-se perceber que, embora o custo com materiais seja elevado para o LSF, o sistema é vantajoso em tempo de execução. Com 5,6 vezes mais rapidez na construção do subsistema estrutural, a HIS em LSF economiza em mão-de-obra, e apresenta um retorno do investimento de forma acelerada, visto que quanto mais rápido se constrói, mais rapidamente se obtém um retorno financeiro com a venda da edificação (KUHN, 2017).

8.5. CANTEIRO DE OBRAS

Na construção civil brasileira, não há um planejamento prévio e sistemático da execução da obra, ou seja, os projetos não contemplam o local de produção, canteiro de obras, e as sequências das atividades de construção, o que gera constantes imprevistos, culminando com frequentes interrupções do trabalho na obra, afirma (FARAH, 1996).

Por ser um sistema com componentes industrializados, é imperativo que as atividades de execução no canteiro de obras sejam previamente concebidas durante o projeto, ou seja, a produção deverá ser projetada a fim de evitarem-se imprevistos e retrabalhos, afirmam (VIVAN, PALIARI, 2012). Sendo assim, há uma considerável melhora no nível de organização e limpeza do canteiro de obras, que possui um número diminuto de variedade de materiais no método construtivo LFS.

Elementos como cimento, areia e água costumam trazer certa desordem ao canteiro de obras, no método construtivo LFS a utilização desses materiais só é necessária na concepção da fundação e não mais necessária no restante da obra.

Os perfis metálicos podem ser levados para o canteiro de obras por etapas, conforme a execução da obra, excluindo a necessidade de maiores espaços de armazenamento. Sua montagem é simples e rápida.

Não é necessária a utilização de formas como na alvenaria convencional, consequentemente há uma ligeira economia e controle da geração de resíduos de madeira.

Utilização de água, armazenamento, corte e dobra de ferragens, produção de concreto, são diversas as atividades e materiais essenciais em edificações construídas em alvenaria e que não se fazem presentes nas edificações em LFS, otimizando o canteiro de obras, diminuindo a necessidade de espaço e tornando o canteiro mais prático e limpo.



Figura 9 – Alvenaria vs *Light Steel Frame*

Fonte: Elkfury, 2012 - <https://docplayer.com.br/77250059-Requisitos-minimos-para-atendimento-da-nr18-na-implantacao-das-instalacoes-provisorias-de-canteiro-de-obras-em-universidade-publica.html>



Figura 10 – Alvenaria vs *Light Steel Frame*

Fonte: Solara Engenharia, 2016 - <http://www.solaradrywallbh.com.br/blog/como-permanece-um-canteiro-de-obra-quando-construcao-e-realizada-em-light-steel-frame/>

8.6. DESVANTAGENS

Diante do déficit habitacional brasileiro e dos avanços tecnológicos a indústria da construção civil vem buscando cada vez mais aumentar a produtividade e diminuir os impactos e desperdícios gerados. A implantação de sistemas construtivos industrializados consegue diminuir alguns problemas intrínsecos da construção artesanal beneficiando prestadores de serviços e consumidores.

Embora o Brasil já possua uma infraestrutura para a produção de construções industrializadas como o sistema LSF, ainda existe muita falta de informação e de orientação, para arquitetos, engenheiros, profissionais técnicos da área e consumidores finais.

A cultura já desenvolvida das construções em alvenaria faz com que o desenvolvimento de novas tecnologias construtivas, bem como sua divulgação, fique em segundo plano. Farias (2016, p. 54) salienta este ponto explicando que os métodos construtivos convencionais empregados no Brasil, a saber, as construções em concreto armado e alvenaria estrutural e de vedação de blocos cerâmicos e cimentícios, criaram raízes na cultura popular brasileira. Existe grande desconfiança por parte dos consumidores pela execução de seus empreendimentos com uma tecnologia ainda não conhecida plenamente, e para as construtoras, o mais importante é minimizar os custos das obras, sem arriscar em novos métodos construtivos por medo de colher prejuízos ao invés de lucros.

Essa barreira cultural dificulta a popularização criando certa insegurança quanto aos reais benefícios do sistema. Para Gehbauer (2004), os construtores prejulgam o método taxando-o como frágil, tanto que não se encontra mão de obra especializada com facilidade, acreditam ainda que pelo fato de ser um tipo de construção que vem de fora do País os custos são elevados. Diante disso, fica bastante evidente que as desvantagens desse sistema se tratam mais de uma questão de barreira cultural e falta de conhecimento.

Milan, Novelo & Dos Reis (2011) concluíram em estudo que em 70% dos casos o fato do sistema *Light Steel Frame* ser desconhecido, pode acarretar uma barreira, causando insegurança nos clientes em relação aos benefícios do sistema.

A falta de popularidade causa incerteza e dificuldade no arranjo da mão de obra especializada, fatores que acabam impactando no preço de construções em LFS. As empresas especializadas encontram-se em geral nas metrópoles e o deslocamento para

outras cidades encarece o preço final da obra em *Light Steel Frame*, inviabilizando a sua utilização e dificultando a disseminação. O LSF ainda pode ser mais caro quando comparado aos outros sistemas construtivos, fator que depende da disponibilidade de fornecedores dos materiais empregados e de mão de obra especializada no local (CAMPOS, 2014). De forma geral, a desvantagem do método construtivo encontra-se no seu preço mais elevado, por vezes, causado pela não disseminação do mesmo e pela falta de mão de obra especializada.

Além disso, existem certas limitações do método construtivo, como em relação ao número máximo de pavimentos em que se pode construir um edifício com esse sistema, segundo Bevilaqua (2005) o sistema construtivo *Steel Frame* viabiliza prédios com até 7 pavimentos, desde que empregando vedações em OSB, que auxiliam estruturalmente na edificação. A verticalização é cada vez maior nos edifícios, visando melhor aproveitamento com uma baixa taxa de ocupação de terreno, tornando a limitação de pavimentos uma grande desvantagem para as edificações em aço galvanizado.

Entre outras desvantagens apresentadas pelo sistema encontram-se a dificuldade de vencer grandes vãos o que também impede obras com arquiteturas diferenciadas como com a aplicação de grandes balanços.

O número elevado de perfis metálicos utilizado no esqueleto estrutural da edificação pode ser estocado na fábrica e ser solicitado conforme cronograma da obra, mas quando a sua estocagem não for viável em fábrica, a necessidade de um grande espaço em canteiro de obras para guardar os perfis caracteriza mais uma desvantagem para o método construtivo.

9. SUSTENTABILIDADE

O custo acessível e a facilidade de arranjo da mão de obra são algumas das características das construções em alvenaria, garantindo a popularidade do método no Brasil. No entanto, ao observar o ciclo de vida destas obras no decorrer dos anos, podem ser percebidos impactos significativos que são atingidos, desde o período de extração da matéria-prima; produção de materiais; execução e manutenção da obra; demolição. Estudos de Santos (2012) apontaram impactos significativos no processo de produção da alvenaria, considerando-se as etapas de extração e beneficiamento de matéria-prima, fabricação de tijolos e argamassa e o transporte: consumo energético; emissões atmosféricas; ruídos; consumo de água; geração de resíduos.

De acordo com United Nations (2012, apud CBCS, 2013, p.1), a construção civil mundial demanda 40% da energia e um terço dos recursos naturais; emite um terço dos gases de efeito estufa; consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos.

Além de todo o impacto ambiental gerado, nem todo o consumo dos recursos naturais utilizados tem o devido proveito, em São Paulo, o Departamento de Limpeza Urbana de SP (Limpurb) estima que 10% de todos os materiais entregues em canteiros de obras são desperdiçados (PROJETO & OBRA, 2019).

Entre as alternativas de melhor sustentabilidade encontra-se o *Steel Frame*, método conhecido de forma empírica pelo termo de construção seca, por não utilizar água no processo de execução da obra, levando a preservação dos recursos naturais existentes e a preservação do meio ambiente. As empresas da construção civil que trabalham com este tipo de obra, estão buscando novos métodos construtivos, para aliar economia e rapidez de execução. Os princípios que regem essa construção não apenas abrangem a gestão de tempo e economia, como também compartilham da ideia de sustentabilidade, com a preocupação de não produzir resíduos de construção e nem tão pouco utilizar de recursos naturais que não serão repostos ao meio ambiente.

Maso (2017) diz que o sistema se enquadra perfeitamente nos atributos de uma edificação sustentável, a estrutura é formada por aço, que é um material reciclável, além disso, pode ser desmontada e reutilizada sem gerar muito desperdício. A construção também agride menos o meio ambiente, podendo ser considerada “seca” uma vez que dispensa a utilização de água na construção e também reduz o consumo de madeira.

Considerando que no decorrer dos últimos anos a sociedade vem cobrando cada vez mais dos setores produtivos medidas e práticas relacionadas à minimização dos impactos ao meio ambiente, o sistema *Steel Frame* contribuiu para um desenvolvimento mais sustentável dentro da área da construção civil. Utilizando de materiais reutilizáveis, evitando desperdícios e geração de resíduos e principalmente reduzindo o consumo de água.

10. DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivos realizar uma revisão bibliográfica a cerca do sistema construtivo citado, introduzindo ao método, citando suas vantagens e desvantagens

e princípios de funcionamento. Foram revisadas 24 bibliografias relacionadas ao tema, dentre eles estudos comparativos, análises de viabilidade, entre outros.

A devida importância do estudo está na falta de conhecimento por parte dos consumidores e de profissionais da área em relação a métodos alternativos de construção, que por vezes podem mostrar-se mais eficazes do que o tradicional. Porém, a falta de popularidade barra a sua aplicação e as vantagens não podem ser aproveitadas.

Em relação ao sistema construtivo *Light Steel Frame* pode observar-se a praticidade de construção que o método proporciona em relação à alvenaria de blocos cerâmicos, o esqueleto estrutural constituído de perfis formados a frio de aço galvanizado proporciona uma alta resistência, baixo peso próprio e agilidade à obra, diminuindo consideravelmente o tempo de serviço.

Concluiu-se que o método construtivo se diferencia no quesito de estrutura, vedações e resistência onde permite a constituição das mesmas com diferentes materiais, que podem ser pensados de forma a adequar-se melhor a cada situação. Amplamente utilizado em países com alto índice de acontecimentos como terremotos e furacões a estrutura formada pelos perfis de aço garante estabilidade considerável. O processo de galvanização dos perfis garante a resistência contra intempéries e há vedações aconselháveis a cada situação garantindo a resistência das construções em LFS. Conforme pesquisado constatou-se que há edificações em *Steel Frame* que datam de mais de 200 anos concluindo a sua capacidade de resistência.

Há uma série de vantagens para o consumidor final nas construções em *Steel Frame*, pois o sistema adequa melhor a edificação aos requisitos mínimos exigidos pela norma de desempenho (NBR 15575). O LFS proporciona conforto acústico superior ao da alvenaria, e desempenho térmico semelhante, mesmo considerando as espessuras de parede menores, permitindo melhor aproveitamento das áreas internas. O método construtivo contempla de um canteiro de obras mais limpo e organizado além de que é sustentavelmente melhor considerado. Partindo de um princípio de construção industrializado onde há uma racionalização dos insumos, o desperdício de materiais é mínimo. A utilização de água só se faz presente na execução das fundações, concluindo a melhor sustentabilidade do sistema em relação ao convencional onde através das bibliografias apresentadas foi verificado o baixo índice de consumo de água e de desperdício de insumos.

Apesar de algumas vantagens em relação à alvenaria convencional, execução rápida e sem desperdício de materiais, o LFS possui preço levemente superior e necessidade de

mão de obra especializada, a qual nem sempre é encontrada com facilidade. No entanto, especialistas de empresas já atuantes no sistema afirmam haver um aumento gradual na procura pelo *Light Steel Frame* como alternativa aos problemas usuais da construção convencional (MILAN, NOVELLO, DOS REIS, 2011).

O presente estudo possui algumas limitações, as bases de dados utilizadas foram o Google Acadêmico, Normas da ABNT e repositórios institucionais de algumas universidades. Foram consultados apenas artigos em português, considerando a popularidade do sistema em outros países, artigos estrangeiros poderiam agregar mais ao trabalho. O período de busca foi preferencialmente de 10 anos, mas foram utilizados artigos com até 16 anos em alguns casos.

Exposto o método em questão foi possível introduzir ao funcionamento do sistema de construção em perfis de aço, conhecendo suas características, vantagens e desvantagens e averiguando a existência de uma maior sustentabilidade na sua utilização. Concluiu-se que o método carece de maior implementação para que seja possível desenvolver maiores conhecimentos acerca e obter melhor aproveitamento das vantagens.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O incentivo de inovações na área da construção civil vem crescendo constantemente, acompanhando o desenvolver da sociedade, pensando no futuro e desenvolvendo métodos mais sustentáveis, procurando minimizar as agressões ao meio ambiente. Este trabalho trata de um método construtivo alternativo, capaz de desenvolver edificações racionalizadas, reaproveitáveis e sem consumo de grandes volumes de água.

Organização do canteiro de obras, desempenho termoacústico, execução em prazos curtos e versatilidade são algumas características do *Steel Frame* verificadas durante a pesquisa. O *Light Steel Frame* possui seus pontos fracos como qualquer outro, mas é evidente que o sistema tende a contribuir e sua aplicação pode gerar obras com maior qualidade, bem como, garantir um desenvolvimento mais sustentável dentro da área da construção civil.

A revisão dos artigos estudados permitiu observar que o método é superior à alvenaria tradicional em diversos aspectos e que o modelo construtivo que já é realidade em diversos outros países, ainda é tratado como uma inovação no Brasil. Fatores que aliados ao alto padrão dos materiais utilizados, dificultam a popularização, concedendo uma preconcepção de que seu custo é elevado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEVILAQUA, R. **Estudo Comparativo do Desempenho Estrutural de Prédios Estruturados em Perfis Formados a Frio Segundo os Sistemas Apertado e Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

CAMPOS, P. F. **Light Steel Framing: Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 2014. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde11072014-155539/pt-br.php>>. Acesso em: 21 mai. 2020.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Diretrizes de Ação CBCS: revisão 1**. Rio de Janeiro, jun. 2013. Disponível em:<http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Sobre%20CBCS/CBCS_Diretrizes%20de%20Acao_rev1.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2020.

FARAH, M. F. S. **Processo de Trabalho na Construção Habitacional: tradição e mudança**. São Paulo: Annablume, 1996.

FARIAS, J. L. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Light Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. Engenharia Civil, Rio de Janeiro, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008166.pdf>>. Acesso em: 12. abr. 2020.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

GRAMACHO, B. B.; BARROSCO, F. K.; MACHADO, M. F.; BARRETO, R. A. D.; ARAÚJO, P. J. P. **Construção sustentável: Soluções para construir agredindo menos o ambiente**. Revista Ciências Exatas e tecnológicas, Sergipe, v. 1, n.16, p. 97-110, mar, 2013.

KUHN, J. A. **Estudo de aplicação do sistema construtivo Light Steel Frame na construção de uma habitação de interesse social**. Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/181615/TCC%20-%20JOS%C3%89%20AUGUSTO%20KUHN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 19 mai. 2020.

MASO, J. B. **Análise comparativa entre o sistema construtivo Light Steel Framing e alvenaria estrutural**. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3700/Monografia%20Julio%20Berton%20Maso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 17. mai. 2020.

MILAN, G. S.; NOVELLO, R. V.; DOS REIS, Z. C. **A viabilidade do sistema *Light Steel Frame* para construções residenciais.** Revista Gestão Industrial, v. 7, n. 1, p. 189–209, 2011.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em “*wood frame*” para casas de madeira.** v. 31, n. 2. Londrina-PR, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

NETO, V. P.; ARTACHO, M. B.; LOPES, A. J.; DALMAS, J. C. **Produção de casas em *Light Steel Frame*.** 5º Congresso Nacional de Extensão Universitária. Londrina: UNOPAR, 2011.

PINI. **TCPO, Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos.** 13. ed. São Paulo: Pini, 2008.

PROJETO & OBRA. **10% de todos os materiais entregues em canteiros de obras são desperdiçados.** 06 out. 2009. Disponível em: <http://projetoobra.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=107:10-detodos-os-materiais-entregues-em-canteiros-de-obras-sao-desperdicados&catid=2:noticias>. Acesso em: 22 mai. 2020.

RODRIGUES, F. C.. ***Steel framing*:** engenharia. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006.

RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R. B. ***Steel Framing*:** Engenharia. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2016. 226p. 29cm. (Série Manual de Construção em Aço).

SACCO, M. F.; STAMATO, G. C. ***Light wood frame* - construções com estrutura leve de madeira.** Revista TÉCNICE: Como construir, 2010. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/imprime117396.asp>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

SAINT-GOBAIN. **Guia de sistema para produtos planos.** Brasilit. 2011.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema *Light Steel Framing* associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural.** 2008. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, M. S. A.; CRASTO, C. M. ***Steel Framing*:** arquitetura. 2.ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 152p. (Série Manual da Construção Civil).

SANTOS, B. H.; COSTA, K. B. **Comparativo da tecnologia de construção *Light Steel Frame* de uma residência unifamiliar /** Karolaine Bandeira da Costa, Bárbara Héllen Santos - Maceió, 2018. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário CESMAC, Maceió - AL, 2018.

SANTOS, L. C. F. dos. **Avaliação de impactos ambientais da construção: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em *Wood Light Frame***. Trabalho de Conclusão de Curso. 2012 (Especialização em Construções Sustentáveis) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curitiba, 2012.

SILVA, A. B. O.; AGUIAR, A. G. **Estudo térmico de uma estrutura em *Light Steel Framing* e Alvenaria Tradicional**. Universidade São Francisco, 2018. Disponível em: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3070.pdf>>. Acesso em 12 mai. 2020.

VIVIAN, A. L.; PALIARI, J. C. ***Design for Assembly* aplicado ao projeto de habitações em *Light Steel Frame***. Ambient. constr. vol.12 no.4 Porto Alegre Oct./Dec. 2012.