Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos - UNICEPLAC

Curso de Engenharia Civil

Trabalho de Conclusão de Curso

Título: Introdução do sistema construtivo light Steel Frame: Estudo de caso envolvendo cases de sucesso na China.

Gama-DF

2022

JOAQUIM VIRGILIO MENDES BARBOSA FILHO

Título: Introdução do sistema construtivo light Steel Frame: Estudo de caso envolvendo cases de sucesso na China.

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador(a): Prof.(a). Mestre. Thiago Primo Sousa
Coorientador:

Gama-DF

2021

B238i

Barbosa Filho, Joaquim Virgilio Mendes.
Introdução do sistema construtivo light Steel Frame: Estudo de caso envolvendo cases de sucesso na China. / Joaquim Virgilio Mendes Barbosa Filho. – 2022.

66 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos - UNICEPLAC, Curso de Engenharia Civil, Gama-DF, 2022.
Orientação: Prof. Me. Thiago Primo Sousa.

1. Light Steel Frame. 2. Projetos sustentáveis. 3. Tecnologias construtivas. I. Título.

CDU: 624

JOAQUIM VIRGILIO MENDES BARBOSA FILHO

Título: Introdução do sistema construtivo light Steel Frame: Estudo de caso envolvendo cases de sucesso na China.

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador(a): Prof.(a). Mestre. Thiago Primo Sousa

Gama, 24 de junho de 2022.

Banca Examinadora

Prof. Thiago Primo Sousa
Orientador

Prof. Natalia Gonçalves Torres
Examinador

Prof. Maycol Moreira Coutinho
Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me acompanhado durante toda essa jornada, me guiado nos momentos difíceis e por me mostrar que nada é impossível para aquele que busca.

Gostaria de agradecer também a minha avó, Antonia Cassiana Evangelista dos Santos, por ser um exemplo de força e determinação, sempre demonstrando carinho e orgulho por mim, também não poderia esquecer de agradecer ao meu falecido avô, Saturnino Evangelista dos Santos, que me ensinou que o caminho jamais seria fácil, mas que com garra e determinação, podíamos alcançar patamares inimagináveis.

A minha mão, Rita de Cassia Evangelista dos Santos, por todo amor, dedicação, conselhos e sacrifícios, renunciando do seu tempo para me ajudar sempre que possível, mostrando que amor de mãe vai muito além do que vemos.

A minha tia, Asenilta Evangelista dos Santos, por todo apoio, visão, carinho e força dada durante toda minha caminhada acadêmica e educacional.

Aos meus familiares, por me incentivarem durante a escolha do curso e serem próximos e acolhedores durante os momentos dificuldade.

Aos meus professores, pelos ensinamentos e correções, sendo esses os maiores responsáveis pelo meu processo de formação como profissional.

Ao meu professor orientador Me. Thiago Primo Sousa, pelo aceite de me orientar neste trabalho tão importante e ter tido a confiança na minha capacidade de alcançar o objetivo final.

E por fim, gostaria de agradecer aos alunos e companheiros de sala da segunda turma de engenharia civil da faculdade UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos, pelo companheirismo durante todo nosso período de curso, compartilhando desafios e conquistas.

RESUMO

A evolução da construção civil acompanhou o crescimento do défice habitacional e as necessidades presentes na sociedade ao decorrer dos anos, incentivos partindo de pesquisas e estudos no ramo da construção, fomentaram a possibilidade de sistemas construtivos característicos pela alta produção e materiais de ponta, aliados a qualidade e custo. No âmbito brasileiro, o crescimento do défice habitacional cresce junto ao aumento demográfico, atingindo principalmente a população com baixo poder aquisitivo, por solução apresentada pelo governo, foi iniciado ações sociais que auxiliavam na aquisição de moradias próprias, que por sua vez dependiam de uma rápida execução e custos mais baixos, como exemplo "Minha casa, minha vida". Como intuito deste trabalho, apresento o sistema construtivo *Light Steel Framing*, um sistema consolidado em países de primeiro mundo, que traz como característica a rápida execução, custos mais assertivos e qualidade nas edificações, aliado a um baixo impacto ambiental, pensando como alternativa para produção de edifícios habitacionais em massa, no Brasil. Pontuando questões de funcionamento, execução, vantagens, desvantagens e construções de sucesso que existem ao redor do globo, tendo a finalidade de sanar possíveis duvidas e espalhar o sistema construtivo na cultura construtiva existente no Brasil.

Palavras-chave: Light Steel Frame, Projetos sustentáveis, Tecnologias construtivas.

ABSTRACT

The evolution of civil construction followed the growth of the housing deficit and the needs present in society over the years, incentives based on research and studies in the field of construction, fostered the possibility of constructive systems characterized by high production and cutting-edge materials, combined with quality and cost. In the Brazilian context, the growth of the housing deficit grows along with the demographic increase, affecting mainly the population with low purchasing power, by a solution presented by the government, social actions were initiated that helped in the acquisition of own housing, which in turn depended on a rapid execution and lower costs, such as “My house, my life”. With the aim of this work, I try to introduce the Light Steel Framing constructive system, a consolidated system in first world countries, which features fast execution, more assertive costs and quality in buildings, combined with a low environmental impact, thinking as an alternative to mass production of housing buildings in Brazil. Pointing out issues of operation, execution, advantages, disadvantages and successful constructions that exist around the globe, with the purpose of solving possible doubts and spreading the constructive system in the existing constructive culture in Brazil.

Keywords: Light Steel Frame, Sustainable projects, Building technologies.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Desenho esquemático de uma residência em LSF. 17
Figura 2 - Exemplo de fundação em radier. 20
Figura 3 – Exemplo de projeto adequado para o sistema Light Steel Frame. 21
Figura 4 - Exemplo de estrutura em Light Steel Framing. 22
Figura 5 - Exemplo de perfil com contraventamento em X. 23
Figura 6 - Exemplo de de uma laje úmida. 24
Figura 7 - Exemplo de uma laje seca. 24
Figura 8 - Instalações eletricas. 25
Figura 9 – Fechamento externo de uma edificação em LSF com placas OSB. 26
Figura 10 – Identificação dos diferentes tipos de placas de gesso acartonado. 26
Figura 11 – Instalação da lã vidro termoacústica. 28
Figura 12 – Cobertura com telha ceramica e estrutura metalica. 28
Figura 13 – Visão area do campo de obra, mostrando a chega dos modulos construtivos e sua inguiçagem para o local de instalação. 47
Figura 14 – Visão area do campo de obra, mostrando a construção do hospital de Leishenshan. 48
Figura 15 – Execução da Edificação Garden A-1 em Changsha. 50
Figura 16 – Visão da edificação já finalizada e suas dimensões internas, apresentando dois espaço habitacionais pequenos e um medio. 51
Figura 17 – Ilustração de como é feito o transporte e instalação dos modulos habitacionais. 52
Figura 18 – Projeto Original feito pelo professor orientador de Maso. 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações. 18
Tabela 2 – Ranking de países por produção de ferro 29
Tabela 3 – Ranking dos países produtores de Aço bruto. 30
Tabela 4 - Produção Siderúrgica Brasileira. 32
Tabela 5 - Vendas Mercado Externo. 33
Tabela 6 - Vendas Mercado Interno. 33
Tabela 7 – Comparativo entre Alvenaria e Light Steel Framing. 37
Tabela 8 – Trabalho utilizado 53
Tabela 9 – Tabela orçamentaria alvenaria estrutural, apresentando quantitativo levantado e custo unitário e total dos itens 55
Tabela 10 - Tabela orçamentaria LSF, apresentando quantitativo levantado e custo unitário e total dos itens 56
Tabela 11 – Cronograma de execução de uma habitação social em LSF 58
Tabela 12 – Cronograma de execução de uma habitação social em Alvenaria. 58

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 – Custo total dos serviços.....57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LSF	*Light Steel Framing*
OSB	*Oriented Strand Board*
SBI	Swedish Institute of Steel Construction
EUA	Estados Unidos da América
CBCA	Centro Brasileiro da Construção em Aço
PFF	Perfis formados a frio
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
AISI	*American Iron and Steel Institute*
CSA	*Canadian Standards Institute*
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
WHO	*World Health Organization*
UTI	Unidade de Tratamento Intensivo
ECG	Eletrocardiograma
CT	Tomografia Computadorizada
ECMO	Oxigenação por membrana extracorporal

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 13
1.1 Objetivo geral 14
1.2 Objetivos específicos 14
1.3 Problema 14
1.4 Hipótese 15
1.5 Justificativa 15
2. REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1 Primórdios da utilização de perfis de aço em construções residenciais 16
2.2 O que é o Sistema Light Steel Frame 17
2.2.1 Execução de construção em *Light Steel Frame* 19
2.3 Produção de aço no Brasil 29
2.3.1 Produção dos perfis metálicos formados a frio (PFF) 34
2.4 Normas vigentes sobre perfis metálicos formadas a frio no Brasil 34
2.5 Vantagens e desvantagens do *Light Steel Framing* 36
2.5.1 Barreiras do sistema no Brasil 40
2.6 Construção sustentável e limpa 42
2.7 Construção 2.0 e utilização do sistema BIM 44
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 45
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 45
4.1 Estudo de caso: Hospital Houshenshan e Leishenshan em Wuhan, China. 45
4.1.1 Período de pandemia COVID-19 45
4.1.2 Hospitais utilizados para controle e atendimento aos infectados 46
4.1.3 Dados sobre os Hospitais Houshenshan e Leishenshan, China 46
4.1.4 Análise dos dados 48
4.2 Estudo de caso: Edifício Garden A-1 de 10 andares localizado em Changsha, China. 49
4.2.1 Análise dos dados 52
4.3 Estudo de caso: Trabalho de conclusão de curso produzido por Julio Berton Maso: Análise Comparativa Entre o Sistema Construtivo Light Steel Frame e Alvenaria Estrutural. 52
4.3.1 Aspectos do projeto 53
4.3.1.1 Projeto Original 53
4.3.1.2 Análise quantitativa e custos apresentados 54
4.3.1.3 Análise dos dados 56
4.4 Análise dos dados coletados 58

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 59
REFERÊNCIAS 61

1. INTRODUÇÃO

Ao decorrer da história humana, várias áreas foram se desenvolvendo, como comunicação, filosofia, agricultura e medicina, mas uma das áreas que auxiliaram para a melhora da qualidade e sobrevivência da vida na terra foi a construção civil; que trouxe consigo inúmeros benefícios que ampararam a evolução e desenvolvimento da vida na terra. (BORTOLOTTO, 2015)

Nos tempos presentes, mesmo alcançando construções gigantescas e patamares de qualidade excepcionais com a utilização de métodos artesanais e consolidados na cultura, existe áreas de pesquisa que são interessadas na procura por novos materiais e métodos de construtivos, focando usar da melhor maneira o que meio ambiente e as tecnologias tem a oferecer; visando pouco impacto ambiental e econômico ao projeto e execução, procurando trazer consigo o conforto, versatilidade e a qualidade dos grandes empreendimentos, que em sua grande parte é visto nas área de construções de alto padrão. (CASSAR, 2018)

Um empreendimento bem projetado começa com o estudo de como utilizar a área de construção, o uso de maneira certa e eficiente dos insumos que a localidade oferece, uma mão de obra capacitada e profissional e por fim um planejamento das etapas do início ao fim, de forma eficaz, para que prazo de entrega e a qualidade das atividades possam ser cumpridos de forma excelente, trazendo a garantia e segurança ao usuário.

Com a alta demanda vinda de vários âmbitos da engenharia civil, capital monetário altos viabilizando grandes projetos arquitetônicos e profissionais capacitados e atualizados participando do mercado voltado a construção, o uso de novos materiais e sistemas construtivos alternativos começaram a ganhar espaço dentro da construção civil.

O sistema de construção em *Steel-Frame* ou *Light Steel Framing* (LSF), tem como principal matéria-prima o aço, que é amplamente usado em diversas etapas de uma edificação. Neste sistema o aço é utilizado para produção de perfis pré-moldados leves em aço galvanizado (PPF), que durante o processo de montagem no campo, se “encaixam” uns aos outros, dando forma, suporte e estrutura para a edificação, sendo revestido com placas cimentícias, painéis de madeira orientada (*Oriented Strand Board*/OSB) ou placas de gesso (*Drywall*), junto a outros materiais para garantia do conforto térmico e acústico. Resultando em uma construção com a versatilidade, a

modularidade dos sistemas em pré-moldado, aliado ao conforto e segurança presentes nas estruturas em alvenaria e concreto armado, produzindo pouco ou quase nenhum resíduo, tornando-o um sistema sustentável. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Esse método é amplamente usado em empreendimentos industriais, Galpões, Fábricas, Armazéns e edificações residências de alto padrão, pois é de rápida execução, devida suas peças serem pré-fabricadas de acordo com as características do projeto, alta durabilidade dos materiais as degradações, devido ao material utilizado ser o aço com tratamentos específicos, e pôr fim a baixa manutenção da estrutura, que provém da mão de obra especializada e da qualidade na fabricação das peças.

Observando o Brasil como um grande produtor de aço, que compõem a principal matéria-prima utilizada não só no sistema *Light Steel Framing*, mas também em outros métodos mais consolidados na região, e Brasília como a capital do país, nesse trabalho de conclusão de curso tenho como objetivo estudar a viabilidade da utilização do sistema em âmbito residencial de forma ampla e em edificações sociais como hospitais, escolar e locais voltados ao lazer, por fim de analisar o método construtivo na região e apontar uma possível maneira de solucionar necessidades presentes na população.

1.1 Objetivo geral

Por meio deste trabalho de conclusão de curso, tenho a finalidade de instigar o conhecimento do sistema construtivo LSF, comparando-o com demandas pontuais presentes na sociedade atual.

1.2 Objetivos específicos

- Propagar o tema abordado no trabalho em âmbito acadêmico, assim difundindo mais informações sobre o tema.
- Fomentar o mercado específico de Light Steel Framing partindo de estudos, abrindo possíveis pontes e ligações as empresas, projetos e clientes que abrangem diversos nichos.
- Demonstrar situações diversas o quão a escolha do método construtivo poderá ter um impacto grande sobre todo planejamento.
- Reduzir o preconceito existente na cultura brasileira sobre os sistemas construtivos alternativos.

1.3 Problema

O sistema LSF se encontra engatinhando no território brasileiro, devido ser um método importado de países de primeiro mundo. Ele enfrenta barreiras impetuosas que dificultam sua expansão pelo território, como logística de transporte devido a problemas no setor viário, escassez de profissionais capacitados devido à dificuldade na produção de cursos e meios práticos para possíveis interessados, produção demorada e custo elevado devido ao valor inicial para produção dos perfis e o escassez de empresas voltadas ao sistema, pontos esses que impactam de forma negativa no ampliação do sistema e amedrontam possíveis investidores e clientes.

1.4 Hipótese

Partindo do pressuposto que o aumento da demanda e produção de edificações produzidas em *Light Steel Framing*, fomentaria o mercado voltado à utilização de sistemas alternativos de construção, acarretando mais profissionais capacitados no mercado de trabalho, renderia mais empregos, empresas investiriam na expansão de suas fabricas e a atualização da produção dos materiais necessários, que por fim levaria a diminuição de custos, podendo tornar o método mais acessível que construções artesanais, que atualmente o mais utilizado no território brasileiro é a alvenaria e concreto armado. Além que com a grande produção de edificações residenciais particulares ou provenientes de programas governamentais, traria a estabilização dos preços imobiliários, aumentaria a possibilidade da aquisição de uma residência própria e diminuiria a porcentagem da população sem acesso a moradia própria, fomentando não apenas o lado social, mas também as construtoras de forma positiva.

1.5 Justificativa

Vivendo um período em que a crescente demanda vinda da área construtiva é a produção sustentável e consciente aliada a rapidez e viabilidade, o sistema LSF encaixaria nos principais tópicos, trazendo consigo a possível resolução de grande parte dos problemas, tornando-o uma possível alternativa eficaz em vários âmbitos, sabendo que um dos principais empecilhos é o custo, retornamos a visão para as necessidades sociais presentes no mundo atualmente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Como introdutório aos métodos de estudo e resultados, é necessário elucidar alguns aspectos envolvendo a parte principal do tema, conduzindo pontos como sua origem, história, características construtivas, execução e a produção no Brasil, para que diante desses conteúdos, possamos ter maior carga de conhecimento, assim acrescentando melhores informações para o debate sobre o alcance do objetivo.

2.1 Primórdios da utilização de perfis de aço em construções residenciais

Sendo um sistema que se originou no Estados Unidos da América (EUA) no século XIX, entre os anos de 1810 a 1860, época em que o Estados Unidos situava-se conquistando territórios, neste período existia a necessidade da construção de edificações residências de rápida construção e de fácil montagem, como disponibilidade de materiais, existia a madeira provinda das florestas do local, utilizaram a madeira como principal material para a construção da maioria das residências, originando assim o sistema *Wood Frame*. (RODRIGUES, 2006a)

As primeiras construções envolvendo o aço formado a frio iniciaram no ano de 1850 nos EUA e paralelamente na Inglaterra, ainda com caráter experimental e limitado aos conhecimentos da época. No ano de 1933, observou-se um grande desenvolvimento da indústria do aço nos EUA, nesse período ocorrem os primeiros protótipos de casas utilizando o sistema *Light Steel Framing* (LSF), herdando a característica estruturais do sistema em *Wood Framing*, apenas substituindo a matéria prima madeira pelo aço, ainda de maneira limitada e pouco viável. (ALLEN, 2006)

Em meados do início da segunda guerra mundial, houve um aumento na produção de materiais voltados a armamentos bélicos, assim fomentando novamente a indústria do aço e favorecendo a volta do sistema construtivo LSF, onde na época estava presente o défice habitacional devido os confrontos que assolava as regiões. Estima-se que no final dos anos 90, 25% das residências estadunidenses utilizavam o sistema de estrutura em *Steel Framing*. (ALLEN, 2006)

O Light Steel Frame teve sua primeira utilização no Brasil durante a década de 90, quando algumas construtoras gozaram da iniciativa de importar casas pré-fabricadas no sistema, destinando-as aos padrões de renda média e alta. (CRASTO, 2005)

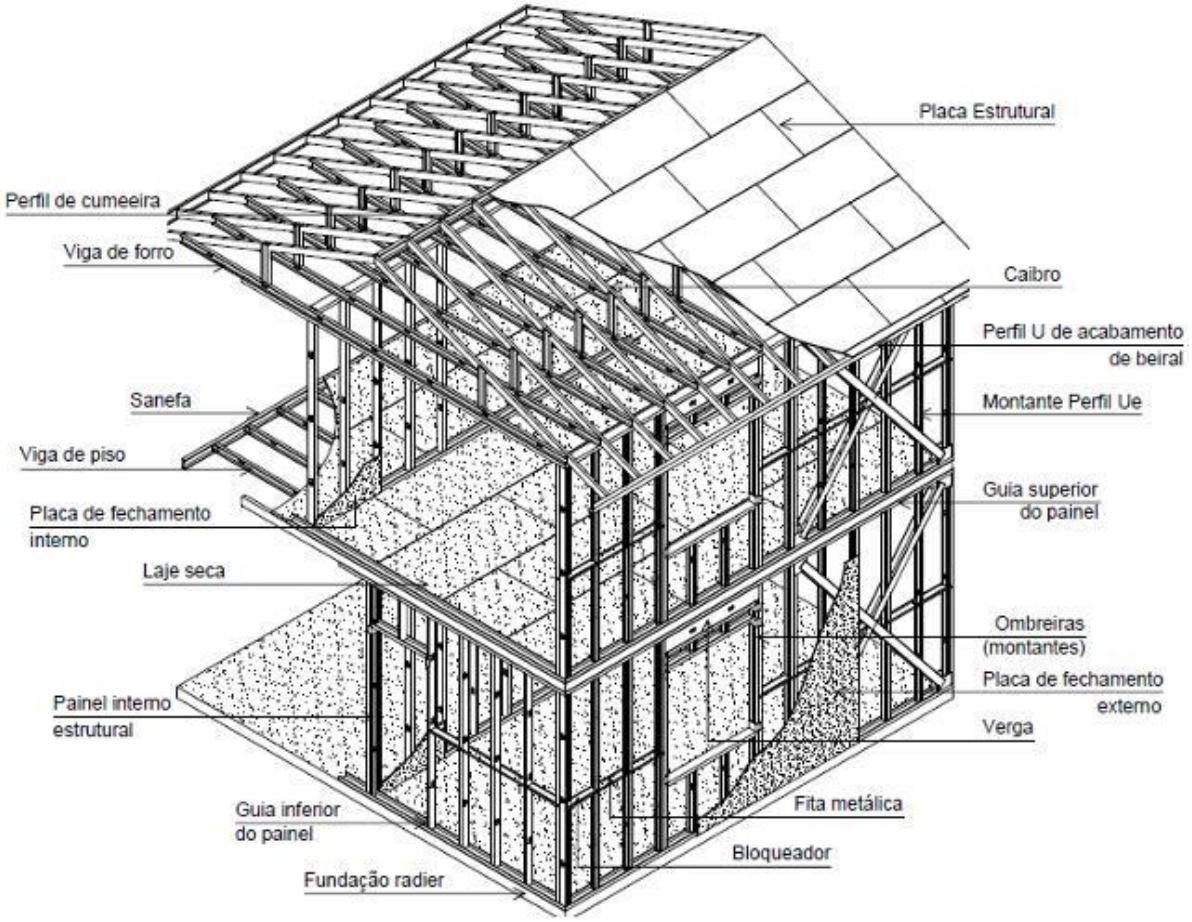
Seu termo teve de princípio seu principal elemento, o aço, de onde vem o nome *Steel*, o *Light* vem das características do sistema construtivo, que utiliza perfis de aço providos de

chapas do mesmo material, trazendo a leveza e flexibilidade e *Framing* vem da maneira como são dispostos esses perfis, formando a estrutura e oferecendo forma para a edificação. (BORTOLOTTO, 2015)

2.2 O que é o Sistema Light Steel Frame

De acordo com a *The Swedish Institute of Steel Construction* (SBI), o *Light Steel Frame* é uma técnica construtiva que utiliza perfis industrializados de aço galvanizado leve, produzidos por processos a frio, que tem a finalidade de servir como esqueleto a estrutura, suportando as cargas que agem sobre a mesma e que também são dispostos para dar forma e encaixe aos demais elementos da edificação.

Figura 1- Desenho esquemático de uma residência em LSF.



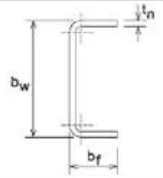
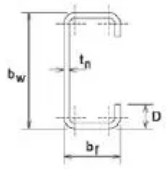
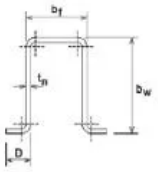
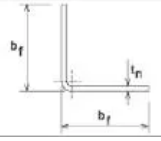
(Fonte: SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

O processo de transformação do aço para os perfis provém de diversos modos, os mais utilizados são os de perfilamento que consiste em um maquinário com diversos cilindros, onde

é inserido a peça de aço e tem a finalidade de deixá-la uniforme na seção transversal, e o processo de dobramento, onde a chapa passa por um maquinário que dobra a peça de acordo com as especificações e medidas do projeto nos principais tipos de perfis utilizados. (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008 apud. BORTOLOTTO, 2015)

Estruturas em *Light Steel Frame* utilizam de vários tipos de perfis, onde cada um tem sua finalidade e especificação, seja para combater as forças atuantes sobre edificação ou auxiliar a instalação dos demais elementos que prosseguirão no decorrer da obra, de acordo com Choudrai (2006), os tipos de perfis mais empregados em obras que utilizam a estrutura em LSF no Brasil, são os perfis em U (U simples) e Ue (U enrijecido), cantoneiras simples e duplas, onde cada elemento tem sua especificação e característica regida pela Norma Brasileira (NRB) **NBR 15253**, que por sua vez não rege apenas o sistema *Light Steel Frame*, mas sim todo tipo de estruturas metálicas, onde o mesmo participa do grupo.

Tabela 1 - Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações.

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples U b_w x b_f x t_n	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido Ue b_w x b_f x D x t_n	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola Cr b_w x b_f x D x t_n	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L b_{f1} x b_{f2} x t_n	Cantoneira

(Fonte: ABNT NBR 15253:2014)

Visto que existe formas e instruções a serem seguidas para que exista a garantia da segurança no levantamento e guiamento das demais etapas da obra, a formação de mão de obra especializada se torna pouco viável em território brasileiro, devido a demanda baixa de

construções utilizando o sistema, o défice na existência de normas e a comparação a demanda existente em construções utilizando métodos tradicionais.

2.2.1 Execução de construção em *Light Steel Frame*

Gatti (2016) cita que existem quatro métodos principais de execução na montagem do sistema *Light Steel Frame,* sendo eles:

- Método *Stick* onde os perfis são moldados e cortados in loco, sem a necessidade de uma pré-fabricação dos perfis, facilitando assim o transporte e a flexibilidade da execução, mas trazendo como desvantagem a alta taxa de erro na produção final dos perfis.
- Método por painéis, que consistem nos elementos que compõe o sistema sendo pré-fabricados industrialmente fora do campo de obra, que acarreta na redução do tempo de execução da construção, traz um controle de qualidade mais rigoroso, maior precisão na execução do sistema em abrangência e redução da mão de obra durante a execução em campo.
- Método modular, as estruturas são produzidas por completo fora do campo de obra, comtemplado toda a execução como instalações hidráulicas, instalações elétricas, acabamentos, revestimentos e louças, sendo apenas executado no canteiro a fixação e encaixe das instalações ao restante da edificação.
- Método *Ballon Framing* e *Platform Framing*, no *Ballon* a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e dos painéis, por possuir grande dimensões, vencem a altura de um pavimento e no *Platform* os painéis não exercem a função continua estrutural e os pisos e paredes são executados individualmente por pavimento.

Consciente dos principais métodos utilizados para execução de uma edificação utilizando o LSF, podemos abranger alguns passos de sua execução e os elementos que compõe o restante do escopo.

- Fundação

Construções utilizando o sistema *Light Steel Frame* trazem leveza em sua estrutura, exigindo menos do terreno e de soluções mais complexas para a fundação. É indicada o uso de

fundação tipo rasa, como radier, pois as forças que atuam sobre os painéis, descarregam suas cargas de forma uniforme ao longo da fundação.

Figura 2 - Exemplo de fundação em radier.

(Fonte: "O que é Fundação Radier", 2018)

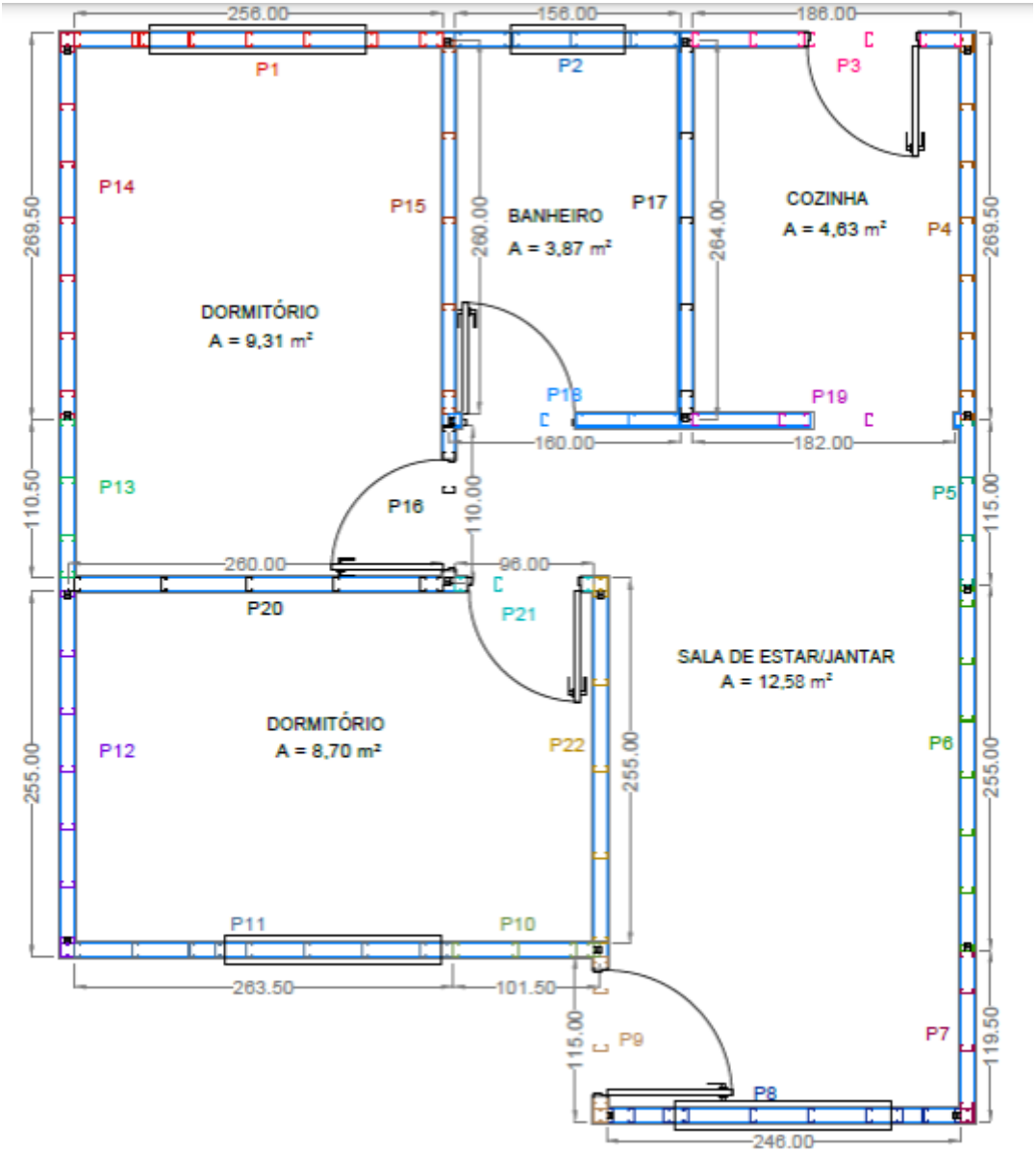
Durante o avanço das etapas, deve-se notar que as instalações hidráulicas e elétricas, devem ser calculadas com exatidão e executadas parcialmente antes da concretagem da fundação, pois toda estrutura será fabricada de acordo com o projeto definido e quaisquer desalinhamentos podem acarretar problemas no decorrer da obra.

Quando finalizado a etapa de concretagem da fundação, inicia-se a etapa de fixação dos painéis estruturais. Para que resistam aos movimentos de translação ou tombamento provocado pelos ventos, o tipo de ancoragem a ser executado vai seguir de acordo com o projeto e as cargas que atuarão sobre a estrutura, devem ser previstas e previamente calculadas. (STEEL, 2008)

- Painéis estruturais

Seguindo as instruções das Normas Brasileira e o escopo do projeto definido, as peças que compõe toda estrutura podem ser fabricadas industrialmente ou em campo dependendo do método escolhido, mas sem exceção, seguindo o mapeamento e detalhamento do projeto. Esses perfis podem ser diferenciados como painéis estruturais e não estruturais.

Figura 3 – Exemplo de projeto adequado para o sistema Light Steel Frame.



(Fonte: MASO, 2017)

Os painéis estruturais têm como função transferir os carregamentos dos quais são sujeitados para a fundação, as cargas atuantes podem ser horizontais, cargas causadas por ventos, cargas verticais, cargas causadas pelo próprio peso da estrutura, laje e telhado; e as sobrecargas de utilização, moveis, pessoas e demais cargas calculadas de acordo com o uso de cada cômodo. (FREITAS; CRASTO, 2006)

Os perfis utilizados são agrupados como verticais e horizontais, sendo os dispostos verticalmente, compostos por perfis em Ue (U enrijecido) e U (U Simples), geralmente são denominados como perfis montantes, já os dispostos horizontalmente, compostos por perfis em U simples, geralmente são denominados como painéis guias.

Os montantes que compões o painel tem como função a transferência de carga, devem ser alinhados verticalmente para evitar excentricidades das cargas, e os guias servem como encaixe para os demais perfis, auxiliando na formação da edificação. (OLIVEIRA; SILVA, 2012)

Figura 4 - Exemplo de estrutura em Light Steel Framing.

(Fonte: BARBIERI)

Para a execução de vãos voltados para esquadria e afins, nos perfis estruturais são utilizados elementos estruturais, que tem como serventia reestruturar o vão e continuar distribuindo os carregamos de forma a não acarretar problemas a estrutura, é comumente utilizado as vergas metálicas, que atuam como dispersores das cargas para os montantes que delimitam lateralmente a dimensão do vão, para que assim a carga atuante seja direcionada para a fundação. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Para o alcance da estabilidade dos perfis estruturais, são feitas ligações com fitas em aço galvanizado, as comumente utilizadas são os contraventamentos em “X” ou “K”, cuja fita de aço galvanizada é fixada na face do painel (ancoragem), e sua largura, espessura e localização no painel vai de acordo com os detalhamentos do projeto. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 5 - Exemplo de perfil com contraventamento em X.

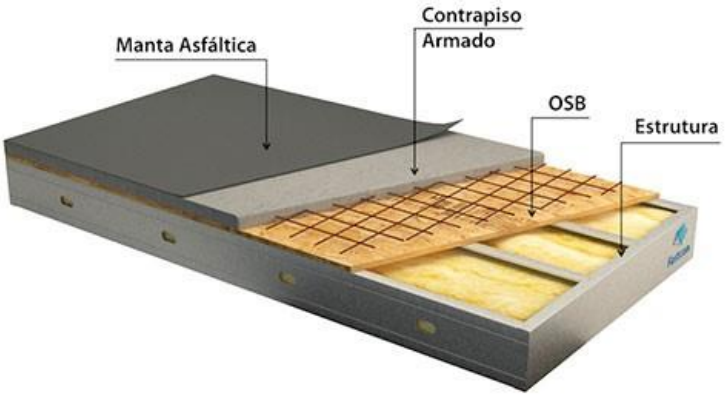
(Fonte: Lambiase, 2016)

- Laje

No sistema LSF podem ser executadas dois tipos de lajes, as secas e úmidas, que são escolhidas de acordo com a executora do projeto.

A laje úmida consiste de uma estrutura metálica e uma chapa de aço ondulada que é fixada na estrutura e tem a função servir como fôrma para uma camada de concreto que será dispersa sobre ela, podendo chegar de 4 a 6 cm de concreto, como forma de evitar fissuras no piso é necessário o uso de uma tela soldada e para isolamento termoacústico é feita a utilização de algum tipo de lã termo acústica, que deve ser escolhida pelo cliente ou executora, ela deve ser executada entre a chapa de aço ondulada e o concreto; para proteção da lã contra umidade causada pelo concreto, aconselha-se a utilização de uma camada de polietileno. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

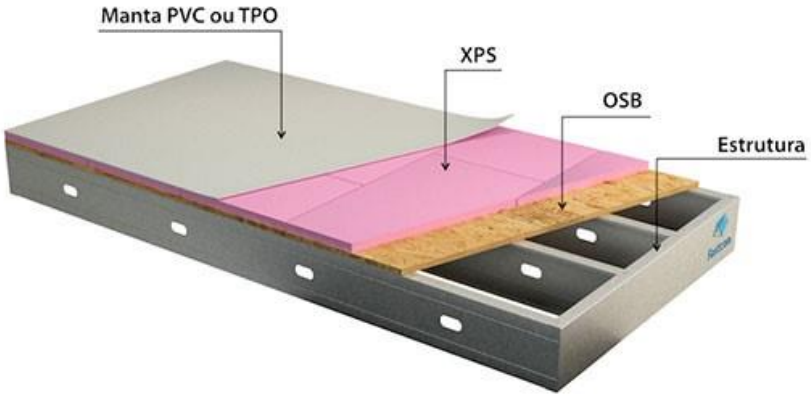
Figura 6 - Exemplo de de uma laje úmida.



(Fonte: METALICA)

Na laje a seco, uma estrutura metálica é formada para acomodar um fechamento com placas rígidas, a frequentemente usada são as chapa de *Oriented Strand Board* (OSB) com a espessura de 18mm, um material composto por pequenas lascas de madeira orientadas, organizadas na mesma direção e coladas com resina sob alta temperatura e pressão, trazendo a placa características como alta rigidez e resistência, essas placas são fixadas por meio de parafusos a estrutura, esse método traz maior leveza a estrutura, a utilização de matérias a seco e maior rapidez na execução da laje. (FREITAS; CRASTO, 2006)

Figura 7 - Exemplo de uma laje seca.



(Fonte: METALICA)

- Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações elétricas e hidráulicas são de fácil execução, pois todo o processo de passagem das tubulações verticais e enquadramento dos elementos que compõem as instalações são feitas em espaços abertos e previamente dimensionados, fazendo assim com que se evite a demolição parcial de paredes como é executado no sistema artesanal, utilizando alvenaria como fechamento.

As instalações podem ser feitas logo após a execução dos fechamentos externos e cobertura, para assim evitar que ações externas como chuva e intempérie danifiquem os serviços executados. (CICHINELLI, 2012)

Figura 8 - Instalações eletricas.

(Fonte: Habitíssimo, 2012)

- Fechamentos verticais e revestimentos externos

Para a execução dos fechamentos verticais, são utilizados materiais de natureza leve, garantindo o baixo peso a estrutura.

No processo de escolha dos materiais que serão utilizados, há normas que devem ser atendidas, como as de segurança estrutural, comportamento sobre ambiente em incêndio, estanqueidade, conforto termoacústico e visual e durabilidade do material. (SOUSA; MARTINS, 2009)

Nos fechamentos externos são adotados materiais de alta durabilidade e resistência ao intemperismo, como placas OSB com tratamento impermeabilizante e placas cimentícias, já em

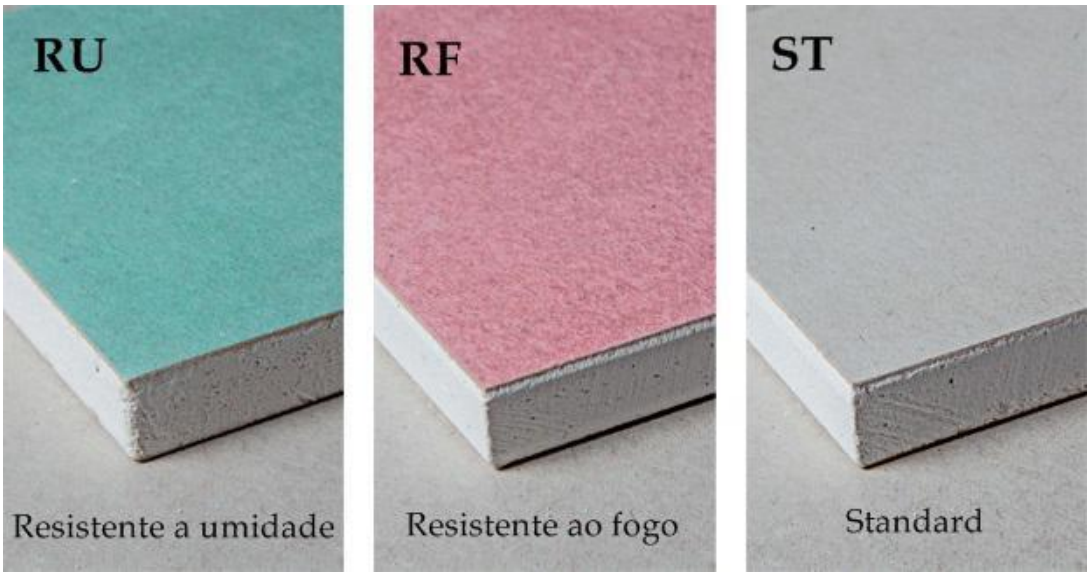
ambientes internos aconselha-se o uso de placas de gesso acartonado (*Drywall*), pois facilitam na execução dos acabamentos, revestindo tanto os painéis estruturais na parte interna, quanto as divisórias não estruturais nos dois lados. (HASS; MARTINS, 2011)

Figura 9 – Fechamento externo de uma edificação em LSF com placas OSB.

(Fonte: Espaço Smart, 2017)

Atualmente no mercado nacional, de acordo com Santiago, Freitas e Castro (2012) são fornecidos três tipos de placas de gesso acartonado para diferentes finalidades, o mais comum é o *standard* (ST), que é empregado em paredes destinadas a áreas secas e fechamentos mais simples, o próximo é o resistente a umidade (RU), destinado geralmente a áreas úmidas como banheiros, cozinha e área de serviço, e por fim as placas resistentes ao fogo (RF), aplicada em rotas de fuga ou área de saída emergencial. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 10 – Identificação dos diferentes tipos de placas de gesso acartonado.



(Fonte: LABUTO, 2014)

Após a execução dos fechamentos verticais externos da edificação é necessário revestir os painéis, auxiliando na impermeabilização dos mesmo e atendendo a estética procurada pelo cliente, no mercado existem vários tipos de revestimentos, os principais são o *siding vinílico*, a argamassa e alvenaria.

O *siding vinílico* é um produto composto de PVC, que é aplicado logo após a impermeabilização dos painéis de OSB, sendo necessário analisar os painéis para confirmar se os mesmos se estão aprumados e nivelados para evitar erros. (CICHINELLI, 2012)

O revestimento em argamassa é executado após a impermeabilização dos painéis de OSB com manta, é feito uma camada com tela plástica resistente a alcalinidade da argamassa, essa tela e fixada por grampos na estrutura e serve para dar aderência a argamassa, quando executado esse tipo de revestimento e necessário a criação de juntas de dilatação afim de evitar trincas. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

O revestimento com alvenaria é mais empregado para fins decorativos, sendo assim pouco utilizado, pois foge do escopo do sistema LSF que é uma construção mais rápida, limpa e racionalizada. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Por fim, quando finalizado a execução de preparação das paredes externas, fica a cargo do cliente, escolher qual acabamento deve ser feito, podendo usar dos mais diversos presentes no mercado.

- Isolamento termoacústico

No sistema LSF o isolamento termoacústico é garantido pela adição de lãs termoacústicas entre as placas de fechamento, tendo mais eficácia de acordo com a espessura a ser instalada, no mercado existe diversas alternativas, como a lã de rocha, de vidro e de pet, que são usualmente indicadas. Antes da execução é feito um estudo para a escolha do melhor material a ser incorporado e qual a quantidade, a fim de fornecer maior conforto e eficácia aos cômodos. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 11 – Instalação da lã vidro termoacústica.

(Fonte: Revestimento Lã de Vidro - Isolamento Térmico e Acústico)

- Cobertura

Assim como em construções tradicionais, o sistema LSF permite o uso de diversos tipos de cobertura, sendo a escolha provinda de alguns fatores como tamanho de vão a ser coberto, carregamentos, estética, custo e afins. Os mais presentes são as coberturas planas e inclinadas, coberturas estruturadas com caibros e vigas ou tesouras e treliças. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Alguns modelos de cobertura vão se diferenciar dos tradicionais pelo uso de estrutura em perfis metálicos ao invés de madeira, sendo assim escolha do cliente e do projetista a melhor alternativa. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Figura 12 – Cobertura com telha ceramica e estrutura metalica.

(Fonte: Império das telhas - Estrutura Steel Frame)

2.3 Produção de aço no Brasil

De acordo com o Agência Nacional de Mineração, o território brasileiro possui em abundância minerais ferrosos, sendo os principais explorados o ferro, bauxita (alumínio), manganês e nióbio. O Brasil ocupa a segunda colocação do rank de maiores produtores de ferro no mundo, com cerca de duzentos e trinta e cinco milhões de tonelada, que em grande parte provém das jazidas localizadas no "Quadrilátero Ferrífero", que compões o estado de Minas Gerais; Serra dos Carajás, no Pará; e no Maciço do Urucum, Mato Grosso do Sul.

Tabela 2 – Ranking de países por produção de ferro

(Continua)

Rank	País/Região	Produção de Ferro (TONELADAS)	Data das informações
1	CHINA	1.900.000.000	2016
2	BRASIL	480.000.000	2016
3	ÍNDIA	380.000.000	2016
4	ALEMANHA	360.000.000	2016
5	RÚSSIA	230.000.000	2016
6	AUSTRÁLIA	56.000.000	2009
7	UCRÂNIA	53.000.000	2009
8	IRÃO	33.000.000	2009
9	PORTUGAL	27.000.000	2009
10	ESTADOS UNIDOS	26.000.000	2009
11	CAZAQUISTÃO	21.000.000	2009
12	SUÉCIA	18.000.000	2009
13	VENEZUELA	16.000.000	2009
14	MÉXICO	12.000.000	2009
15	MAURITÂNIA	11.000.000	2009
16	CHILE	9.316.000	2008
17	CUBA	7.825.000	2008
18	COREIA DO NORTE	5.000.000	2008
19	TURQUIA	4.700.000	2008
20	BÓSNIA E HERZEGOVINA	2.950.000	2008
21	NICARÁGUA	2.100.000	2008
22	ARGÉLIA	2.077.000	2008
23	EGITO	1.811.000	2008
24	NOVA ZELÂNDIA	1.800.000	2008
25	TAILÂNDIA	1.550.000	2008
26	MIANMAR	1.500.000	2008
27	MONGÓLIA	1.387.000	2008
28	VIETNÃ	1.000.000	2008
29	MALÁSIA	800.000	2008

30	NORUEGA	650.000	2008
31	COLÔMBIA	600.000	2008
32	ESLOVÁQUIA	356.000	2008
33	COREIA DO SUL	300.000	2008
34	PAQUISTÃO	250.000	2008
35	TUNÍSIA	200.000	2008
36	INDONÉSIA	65.000	2008
37	NIGÉRIA	62.000	2008
38	VANUATU	50.000	2008
39	ROMÉNIA	40.000	2008
40	AZERBAIJÃO	27.000	2008
41	MARROCOS	19.000	2008
	Total	**2.300.000.000**	**2009**

(Fonte: UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY MINERAL RESOURCES PROGRAM, 2013 adaptado pelo autor)

De acordo com o Instituto Aço Brasil, o ferro compõe grande parte da produção do aço, sendo ele um dos elementos chave para produção. O Brasil está em nono lugar no rank dos maiores produtores de aço no mundo, disputando com países de primeiro mundo, sendo esse rank liderado pela china, a maior exploradora de ferro e produtora de aço no mundo.

Tabela 3 – Ranking dos países produtores de Aço bruto.

(Continua)

Produção total de Aço bruto em toneladas, por paises						
		ANO				
Rank	**Pais**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
1	China	870.740,9	929.038,4	995.418,9	1.064.732,0	1.032.790,0
2	Índia	101.454,7	109.272,0	111.350,7	100.256,5	118.244,0
3	Japão	104.661,1	104.318,8	99.284,1	83.186,5	96.334,5
4	Estados Unidos	81.612,2	86.607,4	87.761,2	72.732,1	85.791,4
5	Rússia	70.537,0	72.099,0	71.729,2	71.621,0	75.584,8
6	Coreia do Sul	71.030,0	72.464,0	71.411,9	67.078,8	70.418,0
7	Peru	37.523,9	37.311,7	33.743,1	35.810,3	40.360,0
8	Alemanha	43.297,2	42.434,7	39.627,3	35.680,0	40.066,3
9	Brasil	34.777,6	35.406,5	32.568,9	31.414,9	36.174,3
10	Irã	21.235,6	24.519,7	25.609,2	28.990,1	28.460,0
11	Itália	24.007,2	24.495,8	23.190,4	20.379,1	24.426,2
12	Taiwan, China	22.437,8	23.240,5	21.954,4	20.958,9	23.233,3
13	Vietnã	11.473,0	15.471,0	17.469,0	19.900,0	23.019,2
14	Ucrânia	21.417,3	21.100,5	20.848,2	20.616,4	21.365,6
15	México	19.924,1	20.204,0	18.387,0	16.802,6	18.453,6
16	Indonésia	5.195,1	6.183,0	8.564,8	12.871,4	14.300,0

17	Espanha	14.440,9	14.320,5	13.587,7	10.998,4	14.185,4
18	França	15.504,7	15.387,4	14.449,7	11.595,7	13.946,7
19	Canadá	13.208,0	13.443,0	12.897,0	10.986,0	12.976,3
20	Egito	6.870,1	7.806,8	7.257,0	8.228,7	10.293,5
21	Arábia Saudita	4.831,4	8.187,0	8.191,0	7.775,0	8.735,0
22	Polônia	10.332,0	10.166,8	8.956,1	7.855,9	8.454,1
23	Áustria	8.134,6	6.885,0	7.423,5	6.765,1	7.884,0
24	Reino Unido	7.491,3	7.267,7	7.218,1	7.085,7	7.221,6
25	Bélgica	7.842,3	7.980,4	7.759,5	6.119,2	6.909,3
26	Malásia	3.214,9	4.108,5	6.948,5	6.618,5	6.900,0
27	Holanda	6.781,3	6.813,0	6.656,9	6.053,7	6.620,4
28	Austrália	5.327,9	5.688,8	5.492,8	5.490,5	5.779,6
29	Bangladesh	3.500,0	3.800,0	5.100,0	5.500,0	5.500,0
30	Tailândia	6.761,8	6.402,5	4.246,0	4.467,2	5.472,9
31	Paquistão	4.966,0	4.719,0	3.304,0	3.803,0	5.282,7
32	África do Sul	6.301,2	6.327,3	6.151,7	3.876,5	5.019,5
33	Argentina	4.624,3	5.161,8	4.644,5	3.651,1	4.875,1
34	Eslováquia	4.974,3	4.946,5	3.930,8	3.443,5	4.862,8
35	Tchéquia	4.550,1	4.863,6	4.436,8	4.464,6	4.817,3
36	Suécia	4.926,5	4.653,7	4.720,9	4.408,7	4.678,3
37	Cazaquistão	4.641,0	3.966,5	4.134,4	3.892,0	4.380,0
38	Finlândia	4.003,2	4.146,3	3.473,3	3.497,6	4.339,7
39	Argélia	415,0	2.300,0	2.400,0	4.000,0	4.200,0
40	Romênia	3.360,8	3.549,9	3.448,3	2.790,4	3.375,4
41	Emirados Árabes Unidos	3.309,3	3.247,5	3.326,6	2.722,0	2.997,5
42	Bielorrússia	2.343,0	2.471,2	2.620,8	2.482,0	2.390,0
43	Luxemburgo	2.171,7	2.228,0	2.119,3	1.886,4	2.073,1
44	Omã	2.000,0	2.000,0	2.000,0	2.000,0	2.000,0
45	Portugal	2.075,9	2.215,3	2.032,8	2.202,8	1.953,0
46	Sérvia	1.476,7	1.973,4	1.929,4	1.455,7	1.667,4
47	Grécia	1.359,0	1.467,0	1.350,0	1.408,0	1.498,0
48	Colômbia	1.252,8	1.219,0	1.332,8	1.148,9	1.338,2
49	Chile	1.157,5	1.145,2	1.133,1	1.157,3	1.317,5
50	Kuwait	0,0	1.300,0	1.270,0	1.300,0	1.300,0
	Total	**1.715.474,1**	**1.806.325,5**	**1.854.861,6**	**1.864.160,5**	**1.934.265,6**

© 2022 World Steel Association

https://www.worldsteel.org/

(Fonte: WORLDSTEEL, 2022 adaptado pelo autor)

Nas estatísticas mensais do INSTITUTO AÇO BRASIL (2022) apresentadas nas tabelas a seguir, em fevereiro de 2022 a produção brasileira de aço bruto foi de aproximadamente 2,7

milhões, sendo a produção de laminados 1,8 milhões, ambos apresentando uma queda quando comparado com o mesmo mês no ano de 2021.

Tabela 4 - Produção Siderúrgica Brasileira.

Unid. / *Unit*: Milt / *Thousand Tonnes*

Produto *Product*	**Fevereiro** *February*		**22/21 (%)**	**Jan-Fev** *Jan-Feb*		**22/21 (%)**
	2021	**2022**		**2021**	**2022**	
Aço Bruto / *Crude Steel*	2.873	2.675	-6,9	5.901	5.557	-5,8
Laminados/ *Rolled Products*	2.090	1.845	-11,7	4.262	3.825	-10,2
Planos / *Flats*	1.225	1.047	-14,5	2.501	2.236	-10,6
Longos / *Longs*	865	798	-7,8	1.761	1.589	-9,7
Semiacabados p/ Venda / *Semifinished Products for Sale*	558	611	9,5	1.180	1.407	19,2
Placas / *Slabs*	539	540	0,1	1.136	1.278	12,5
Lingotes, Blocos e Tarugos / *Ingots, Blooms and Billets*	19	71	270,6	44	129	194,1
Ferro-Gusa (Usinas Integradas)/ *Pig Iron (Integrated Steelworks)*	2.253	2.057	-8,7	4.696	4.309	-8,2

Nota / *Note*: Compreende todo o parque produtor de aço brasileiro / *Comprises the entire Brazilian steel production park*
Nota / *Note*: Compreende os dados da laminadora SILAT a partir de dezembro de 2020, adquirida pela Gerdau / *Comprises the SILAT's data starting from december 2020, bougth by Gerdau*
Fonte / *Source*: Aço Brasil

(Fonte: Estatística mensal FEV2022, INSTITUTO AÇO BRASIL, 2022)

Vindo de contrapartida a exportação teve um acréscimo de 26,3% sendo em números 964 mil toneladas de aço, que resultou em US$762 milhões, na cotação do dia 23 de junho de 2022, chega a R$3.958.513.800,00 de reais. Por parte das importações o Brasil importou 297 toneladas, que representa US$389 milhões, na cotação do dia 23 de junho de 2022, chega a R$2.020.816.100,00 de reais, uma queda de 11,3% quantum e aumento de 31,1% em valor comparado ao mesmo mês em 2021. (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2022)

Como observado nas tabelas a seguir

Tabela 5 - Vendas Mercado Externo.

Unid. / *Unit*: Milt / *Thousand Tonnes*

Produto *Product*	**Março** *March*		**22/21 (%)**	**Jan-Mar** *Jan-Mar*		**22/21 (%)**
	2021	**2022**		**2021**	**2022**	
Laminados /*Rolled Products*	155	323	107,5	421	1.072	154,5
Planos / *Flats*	63	147	135,2	199	648	226,0
Longos / *Longs*	93	175	88,7	222	423	90,5
Semiacabados /*Semifinished*	763	895	17,3	1.715	2.284	33,1
Placas / *Slabs*	760	775	1,9	1.707	2.078	21,7
Lingotes, Blocos e Tarugos / *Ingots, Blooms and Billets*	3	120	4.061,3	8	206	2.476,6
Total	**919**	**1.218**	**32,5**	**2.136**	**3.355**	**57,1**

Nota / *Note*: Compreende todo o parque produtor de aço brasileiro / *Comprises the entire Brazilian steel production park*
Nota / *Note*: Compreende os dados da laminadora SILAT a partir de dezembro de 2020, adquirida pela Gerdau /*Comprises the SILAT's data starting from december 2020, bougth by Gerdau*
Nota / *Note*: Vendas faturadas pelas usinas /*Sales invoiced by mills*
Fonte / *Source*: Aço Brasil

(Fonte: Estatística mensal FEV2022, INSTITUTO AÇO BRASIL, 2022)

Tabela 6 - Vendas Mercado Interno.

Unid. / *Unit*: Milt / *Thousand Tonnes*

Produto *Product*	**Março** *March*		**22/21 (%)**	**Jan-Mar** *Jan-Mar*		**22/21 (%)**
	2021	**2022**		**2021**	**2022**	
Laminados /*Rolled Products*	2.052	1.799	-12,3	5.850	4.687	-19,9
Planos / *Flats*	1.218	1.009	-17,2	3.442	2.668	-22,5
Longos / *Longs*	834	790	-5,2	2.408	2.020	-16,1
Semiacabados /*Semifinished*	34	35	1,5	82	78	-4,4
Placas / *Slabs*	15	19	29,1	32	37	14,4
Lingotes, Blocos e Tarugos / *Ingots, Blooms and Billets*	20	16	-18,8	49	41	-16,8
Total	**2.087**	**1.834**	**-12,1**	**5.932**	**4.766**	**-19,7**

Nota / *Note*: Exclui as vendas para dentro do parque / *Excludes intra steel companies sales*
Nota / *Note*: Compreende todo o parque produtor de aço brasileiro / *Comprises the entire Brazilian steel production park*
Nota / *Note*: Compreende os dados da laminadora SILAT a partir de dezembro de 2020, adquirida pela Gerdau / *Comprises the SILAT's data starting from december 2020, bougth by Gerdau*
Fonte / *Source*: Aço Brasil

(Fonte: Estatística mensal FEV2022, INSTITUTO AÇO BRASIL, 2022)

Dados como esse demonstram que há uma queda na venda no mercado interno, que de acordo com a CBCA (2022), foi apresentado desde julho de 2020, devido a fatores internos e externos como a crise econômica mundial e a pandemia de COVID-19 que assolou todos os países, que procedeu em um processo de estocagem nos setores consumidores, mas que ainda

não obstrui o nível de produção e exportação que o Brasil almeja.

A análise destes dados demonstra que a posição do Brasil na produção de aço esclarece o grande potencial na utilização de aço em vários âmbitos, principalmente no setor construtivo, mas esse mesmo potencial ainda é pouco explorado, ficando a encargo do tempo e de estudos trazer a disseminação dos métodos construtivos alternativos que utilizam do aço como principal elemento. (HASS; MARTINS, 2011)

2.3.1 Produção dos perfis metálicos formados a frio (PFF)

Visto que o minério de ferro e um dos principais componentes na produção de aço, que consequentemente é bastante utilizado na construção civil, o consumo e exploração consciente deste insumo é importante para o giro do mercado nacional, de acordo com a Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA, 2021), em 2020 houve um crescimento na produção de 52,7% no sistema LSF e 17,2% no setor de *Drywall*, em comparação ao ano de 2019, as 37 empresas participantes apresentaram um faturamento em torno de 743 milhões de reais, constando um crescimento de 72,8% quando comparado ao ano de 2019. (CBCA, 2021)

Os perfis formados a frio (PFF) que são utilizados no LSF, seguem as normas ABNT NBR 15253:2014 que regram os requisitos mínimos que estruturas metálicas devem performar e exemplifica os métodos de ensaio para garantia de sua qualidade, abrangendo o sistema LSF, a norma auxilia para que os elementos que compõe os perfis possam performa de maneira adequada nas estruturas e travamentos.

A produção destes perfis provém de bobinas de aço tratado, que passam por serie de maquinários que tem como função trazer esbeltes e uma seção transversal uniforme, que depois de chapeados, partem para a etapa de dobragem, ondem são produzidos os “elementos” que compõem os perfis, seguindo as dimensões propostas pela norma e os requisitos do projeto que será executado, podendo alguns tipos de perfis, devido a sua complexidade de execução, demorar meses para sua produção de forma industrial. (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008 apud. BORTOLOTTO, 2015)

2.4 Normas vigentes sobre perfis metálicos formadas a frio no Brasil

Tratando-se de um sistema relativamente novo e de pouca utilização em território brasileiro, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) não possui normas que regem sobre montagem do sistema, no entanto profissionais e construtoras voltadas ao ramo do sistema

devem seguir algumas normas de referência.

Essas normas apresentam características de produção e padronização dos materiais e execução de estruturas utilizando perfis metálicos, podendo abranger até na execução da dobragem, tamanho máximo e utilização dos perfis no campo de obra, a fim de garantir a segurança e estabilidade da estrutura com base em estudos e teste práticos executados. Como exemplo de normas temos:

ABNT – Norma NBR 15235:2014 (Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações — Requisitos gerais)

ABNT – Norma NBR 14762:2010 (Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio)

ABNT – Norma NBR 6355:2012 (Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização)

ABNT – Norma NBR 15217:2018 (Perfilados de aço para sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Requisitos e métodos de ensaio)

Conforme Bellei (2008) “o início da fabricação do ferro no Brasil deu-se por volta de 1812. Acredita-se que a primeira obra a usar ferro pudlado, fundido no Brasil, no estaleiro Mauá, em Niterói, RJ, foi a Ponte de Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro[...].”

No início dessa expansão e utilização dos perfis formados a frio, a necessidade de criar documentos técnicos e manuais que abrangiam os profissionais que atuavam nessa área era necessário, vindo o documento presente na época a **ABNT NBR 143:1967** - Cálculo de estruturas de aço, constituídas por perfis leves e a **ABNT NBR 6355:1980** – Perfis estruturais de aço formados a frio que apresentavam lacunas nas suas informações, obrigando os projetistas a estudar e se basear em normas internacionais; logo após a Associação Brasileira de Normas Técnicas com pesquisas e trabalhos dispôs da ABNT NBR 14762:2001 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio, tornando-a a norma compatibilizada com as principais normas internacionais. (MONTEIRO, 2019)

ABNT NBR 6355:1980 obteve o papel de padronizar os requisitos exigidos pelos perfis de aço formados a frio, que após alguns anos teve suas revisões e foi substituída pela norma técnica **ABNT NBR 6355:2012** – Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização. (MONTEIRO, 2019)

Dentre as informações oferecidas pela ABNT, há empresas e centros que também disponibilizam de informativos e manuais voltados ao sistema LSF, como a CBCA que anualmente traz informativos completos sobre o cenário da produção de perfis de aço

galvanizado, manuais e estudo técnicos voltados não só ao sistema LSF, mas em um todo da utilização do aço nas construções civis; e também a disposição dos profissionais manuais de origem internacional como a *American Iron and Steel Institute* (AISI) e a *Canadian Standards Institute* (CSA) que são comumente usadas quando se trata de duvidas pontuais ou flexibilidades na execução que não se encontram nas normas existente dentro do território brasileiro.

2.5 Vantagens e desvantagens do *Light Steel Framing*

Como cita RODRIGUES (2006), sistema industrializado como o LSF, apresentam vantagens como rapidez na execução, aproximando a redução de tempo em até 50% se comparado a sistemas convencionais, além do alto nível de desempenho termo-acústico, facilidade na execução das ligações e conexões, durabilidade e longevidade da estrutura devido ao material empregado, facilidade na montagem, manuseio e transporte dos elementos devido a leveza que o sistema traz e a construção a seco, que valida o sistema como sustentável, evitando o desperdício dos insumos.

Para a CBCA (2014), o LSF se garante como uma boa alternativa para solução das necessidades atuais pois apresenta vantagens significativas quando comparada a sistemas tradicionais, alvenaria e estrutura em concreto armado, vantagens essas como maior área útil prazos de execução reduzidos, compatibilidade com outros materiais e sistemas, melhor racionalização da mão de obra, alivio das cargas que atuam sobre a fundação devido a leveza de sua estrutura, organização no canteiro de obra e a utilização de materiais recicláveis.

Como todo sistema construtivo o LSF também possui desvantagens, como o custo, que ainda se encontra um pouco superior quando comparado a sistemas convencionais, a carência de profissionais qualificados no método e o tradicionalismo cultural. (MASTERWALL, 2016 apud DAGONSKI, 2017)

Porém quando situamos o sistema em produções de grande escala e em construções geminadas, o LSF pode apresentar um custo unitário menor, havendo um ganho de até 15% a cada 10 unidades habitacionais construídas. (CBCA, 2014)

Para maior elucidação dos pontos positivos e negativos apresentados, a seguir apresenta-se um comparativo técnico, envolvendo o sistema LSF em comparação ao método convencional utilizado no Brasil, concreto armado e fechamento em alvenaria cerâmica.

Tabela 7 – Comparativo entre Alvenaria e Light Steel Framing.

(Continua)

Alvenaria		Light Steel Frame
Solução utilizada em poucos países por ser um sistema construtivo muito rígido, pouco resistente às forças da natureza (terremotos e furacões), demorado e artesanal em sua execução.		Sistema construtivo mais utilizado no mundo para edificações comerciais e residenciais.
A tendência mundial é desaparecer como sistema construtivo.		A tendência mundial é transformar-se no sistema construtivo mais utilizado.
Pouco sujeito a se adaptar às modernidades e evoluções.		Facilmente adaptável a diversas arquiteturas e modernidades
Fundação: impermeabilização feita com materiais do tipo fita alcatroada ou similar.		Fundação: impermeabilização feita com isolamento em polietileno e neoprene.
Fundação: representa entre 10% e 15% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, pode atingir valores maiores.		Fundação: representa entre 5% e 7% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, tem custo muito inferior ao sistema convencional.
Fundação: distribuição com cargas pontuais.		Fundação: distribuição de cargas lineares.
Facilidade de aparecimento de fissuras.		Muito difícil o aparecimento de fissuras.
Obra em sua maior parte artesanal com mão de obra pouco qualificada.		Obra em sua maior parte com processo industrial com mão de obra bem qualificada.
Precisão de centímetros.		Precisão de milímetros.
Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, tijolo, brita.		Estrutura constituída por perfis de aço, que é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo.
Durabilidade acima de 300 anos.		Durabilidade acima de 300 anos. Existem construções nos EUA com mais de 250 anos ainda em funcionamento.
Mesma garantia do sistema *Steel Frame*.		Mesma garantia do sistema convencional em alvenaria. Segue os padrões do Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/1990) e do Novo Código Civil (Lei 10.406/2002).
Estrutura em concreto armado. Sua qualidade depende de diversos fatores, como mão de obra, temperatura, umidade do ar e matéria-prima.		Estrutura em aço galvanizado. Produto com certificação internacional. Cada componente segue uma normativa.
Estrutura de telhados feita com madeiras menos nobres, como pinho imunizado. Sua resistência dá vida útil média de 20 anos.		Estrutura de telhados feita com os mesmos materiais das paredes estruturais da edificação, o aço galvanizado, tendo durabilidade acima de 300 anos.
Colocação de canos e eletrodutos no local da obra, com quebra de paredes, desperdício de materiais e retrabalho		Colocação de canos e eletrodutos na própria fábrica, com colocação milimétrica, com mínimo desperdício e sem retrabalho.

(colocar o tijolo, retirá-lo e depois preencher o espaço).		
Revestimentos e estruturas feitos em sua grande maioria com matérias-primas ou manufaturados elementares (areia, brita, tijolo, cal), produzidos no próprio local da obra.		Revestimentos e estruturas feitos em quase sua totalidade por produtos industrializados com padrão internacional.
Canteiro de obra sujo ou com grande dificuldade para manutenção de limpeza.		Canteiro de obra limpo e organizado.
Estrutura pesando aproximadamente 225 kg/m2 (com paredes de 15 cm).		Estrutura leve, pesando aproximadamente 80 kg/m2 construído.
O isolamento térmico é mínimo. Permite facilmente a passagem de calor pelas paredes. Custo de manutenção de temperatura alto.		O isolamento térmico é máximo. Em função da lã de vidro colocada em todas as paredes e forros, além de outras camadas, a casa se comporta com uma "garrafa térmica", dificultando a passagem de calor pelas paredes. Custo mínimo ou inexistente para manutenção de temperaturas.
O isolamento acústico é menor que o do sistema *Light Steel Framing*.		O isolamento acústico é maior do que no sistema convencional.
Grande utilização de água no processo construtivo.		Mínima utilização de água no processo construtivo (somente utilizada nas fundações). No Brasil, o processo é conhecido também por sistema construtivo a seco.
As paredes deixam entrar umidade.		Formação rara e incomum de infiltrações em função de capilaridades e do feitio porque é um processo com quase nenhuma utilização de água no processo construtivo. A utilização de papéis de parede é livre, inclusive nas paredes dos banheiros que não tenham contato com água corrente.
Manutenção difícil para reparos de defeitos ocultos (vazamentos, infiltrações, problemas elétricos, entupimentos), exigindo quebra de paredes. Além de o trabalho ser demorado (quebrar, consertar, preencher espaço aberto, esperar secar a massa, retocar com massa corrida, lixar, pintar ou rejuntar), não garante o resultado final de acabamento perfeito.		Manutenção simples de defeitos ocultos, com a retirada do revestimento interno, localização imediata do problema, conserto e recolocação do revestimento, retoque e pintura simples.
Ampliações ou reformas demoradas, gerando, na maioria dos casos, transtornos e inconvenientes, com desperdício de materiais e sujeira.		Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com o reaproveitamento da maioria dos materiais da construção envolvidos.
Estruturas de madeira (estrutura de telhados) e outras sujeitas a insetos.		Resistente a insetos.

Sujeito a destelhamento para ventos fortes.		Resistência para ventos de até 200km/h. A norma brasileira pede resistência de até 144km/h. O telhado em shingle é resistente a vendavais.
Nenhuma resistência à queda de raios. Deve ser feito aterramento com a colocação de para-raios.		Resistente a raios. O aço que compõe a estrutura da casa é excelente condutor para descarga elétrica, causando um efeito de blindagem eletrostática, conhecido como Gaiola de Faraday.
Resistência ao fogo: tão resistente quanto o sistema LSF.		Resistência ao fogo: não queima ou adiciona combustível para o alastramento do fogo em uma casa. Segue as normas da ABNT e do Corpo de Bombeiros.
Sistema construtivo não adequado a regiões sujeitas a abalos sísmicos.		Sistema construtivo mais resistente a abalos sísmicos, chegando a ser de uso obrigatório em regiões sujeitas a terremotos.
Pintura feita em superfície ondulada e imperfeita.		Pintura feita em superfície plana e lisa.

(Fonte: AECWEB, 2016)

As vantagens partem do princípio sustentável, notado que o sistema, viabiliza uma construção a seco, devido ao pouco ou nenhuma utilização de água durante as etapas ao contrário do sistema convencional popularmente utilizado em território brasileiro, proveniente dos fechamentos que utilizam de perfis fixados por parafusos e soldas e etapas que podem substituir o uso de concreto, assim ocasionando a ausentando a utilização de água no campo de obra e diminuindo o desperdício de materiais não renováveis, e caso haja desperdício de algum perfil, o aço é um material 100% reciclável podendo ser renovado e reutilizado em outro perfil ou necessidade apresentada. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012)

Outro ponto a ser citado é a eficiência e produção, considerando um projeto bem gerenciado, utilizando o sistema *Light Steel Frame*, podemos diminuir até um terço na execução da construção quando comparado a execução utilizando de sistemas artesanais, tornando assim uma grande vantagem por parte de empresas e construtoras que visam a produções em massa de edifícios.

A maior precisão na execução do projeto é outro ponto importante, devido à esbeltez que os perfis agregam a estrutura, os cálculos de execução são feitos em milímetros, o que ocasiona na redução da taxa de erros, dificulta a improvisação no campo e reduz os imprevistos, que por outra parte contribui na redução no prazo das etapas e traz assertividade ao orçamento. (DECOR FÁCIL, 2021)

Os perfis formados a frio, quando fabricados em indústrias, contempla um controle de

qualidade impecável, devido as normas e instruções que devem ser seguidas, assim trazendo maior durabilidade e resistência à estrutura, evitando futuras patologias que possa aparecer na estrutura e agregado a esses pontos, temos o aumento no tempo quando adentramos no quesito revisões preventivas da edificação.

Quando adentramos no quesito estrutura, existe algumas limitações que impedem o sistema em alguns aspectos, como a limitação de apenas 5 pavimentos, a possível danificação da estrutura e fechamento quando existe a necessidade de pendura objetos de peso elevado e o aumento dos perfis ao decorrer do acrescimento do peso por pavimento. (PROJETO HABITE, 2018)

Na perspectiva de países em desenvolvimento, como o Brasil, um ponto que impacta negativamente o método é a baixa existência de mão de obra especializada, em razão do sistema ser importado, que consequentemente aumenta o custo desta mão de obra e alonga o prazo de início de uma construção utilizando o sistema, aliado a isso, vem a dificuldade na produção dos materiais, que também elevam o custo do sistema e paralelamente dificulta o acesso do sistema a regiões menos desenvolvidas, afortunando apenas as massas com grande poder aquisitivo, a possibilidade de desfrutar das vantagens que o sistema apresenta.

2.5.1 Barreiras do sistema no Brasil

Um estudo produzido por Deborah Karine Chan Handa e Patrícia Stella Pucharelli Fontanini em 2019, pesquisou as possíveis barreiras da implementação do sistema LSF no Brasil, baseando-se em conteúdos bibliográficos existentes para alcançar pontos em comum.

Durante todo o processo de elaboração do artigo, foi estudado tópicos referentes a cultura construtiva presente no Brasil, política econômica, desconhecimento sobre o sistema e custo elevado que ainda é presente no âmbito construtivo.

- Cultura

Algo que ainda é enraizado na cultura brasileira é a comodidade criada pelo uso de algo do qual não apresenta problemas e é utilizado por muito tempo, aliado ao desconhecimento, leva o desuso de produtos, serviços e materiais novos e alternativos.

Segundo o Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA) apud Handa e Fontanini, (2019) não apenas o sistema LSF, mas a método de construção leve brasileiro precisa derrubar a barreira cultural, visando a aceitação pelo usuário, fomentando as empresas a investir, explicar e difundir as tecnologias criadas e estudadas no ramo da construção civil. O esclarecimento das dúvidas, a propagação por meio de campanhas de marketing e o aumento de casos de sucesso utilizando do sistema LSF pode viabilizar e expandir o segmento das construções leves dentro

do território brasileiro. (HANDA; FONTANINI, 2019)

- Mão de obra

Todo o corpo de colaboradores presentes na execução de uma edificação envolvendo o sistema LSF deveriam possuir uma análise global e sistêmica de todo o projeto, capacitando-os para uma melhor compreensão e execução do mesmo, a fim de solucionar problemas. (RIBAS, 2006 apud HANDA; FONTANINI, 2019)

Visto a grande responsabilidade dos envolvidos na execução, de ter o conhecimento técnico do sistema a ser executado. Uma das grandes barreiras encontradas no sistema LSF no território brasileiro e o déficit de mão de obra qualificada e a falta de conhecimento técnico aliados a baixa remuneração do profissional e dificuldades no entendimento do detalhamento dos projetos, como citado por Ramos (2015) apud Handa, Fontanini (2019) e Toledo (2001)

Oliveira (2013) diz em seu trabalho que parte desse problema seria solucionado com a propagação de estudos e artigos provindos de bancos universitários e na montagem de cursos práticos para engenheiros, arquitetos e operários, focando nos princípios básicos do sistema, projeto, gestão e assistência global do empreendimento, tendo cuidado com a capacitação e formação dos profissionais.

Nos resultados da pesquisa de Campos (2010), foi apresentado que muitos profissionais foram treinados no dia a dia, aprendendo com os erros e acertos de toda a equipe, o que impacta negativamente no processo de assistência e treinamento dos executores, o que futuramente por acarretar um défice na produção de novos profissionais na área, partindo que a previa análise e entendimento da execução traria menos patologias e problemas a edificação, assim trazendo resultados positivos aos moradores no pós-obra.

- Custo

Apresentado no trabalho de Handa e Fontanini em 2019 e ainda presente como empecilho da expansão do sistema LSF, o custo ainda se torna alto quando comparado a outros sistemas presentes no mundo, no trabalho de Maso (2017) ele analisa que mesmo em algumas etapas o sistema LSF mostrando grande economia nas execuções, alguns pontos aumentam o valor final da sua construção, trazendo assim uma visão negativa ao sistema, que ainda depende de incentivos e ajuda por parte de suas executoras para que o custo seja reduzido e assim torne-se um atrativo para possíveis cliente de renda média e baixa e para possíveis intervenções construtivas vinda do governo.

Slack (2002) apud Handa e Fontanini (2019), demonstra em sua matriz que o custo ainda

é um ponto restritivo para o crescimento do sistema, tornado o foco das manufaturas a produtividade, pois resulta na diminuição dos custos através dos processos de projeto, planejamento e execução.

- Projeto

Vivan (2011) diz que existem uma certa aversão em respeito do gasto maior de tempo para o desenvolvimento do produto, analisando que cada empreendimento é único em relação ao tipo construtivo.

Projetar e analisar previamente uma edificação transforma-se em gerir o desempenho da mesma ao longo do tempo e é fundamental que o escopo do projeto seja pensado em concordância com todo o projeto e seus condicionantes, pois sistemas industrializados como o LSF não tem uma taxa de aceitabilidade com improvisações que possam ocorrer no campo de obra, é eventos como esse podem impactar de forma desfavorável o custo e qualidade final do produto. (HANDA; FONTANINI, 2019)

- Política econômica

Em entrevistas realizadas pela CBCA (2018) apud Handa e Fontanini (2019), foi observado pelas fabricantes que o baixo volume de edificações constando o sistema LSF no Brasil, deve-se principalmente pela situação política econômica no pais, que evitam o crescimento das empresas, auxiliando este ponto, Vivan (2016) também cita a questão da restrição das inovações construtivas em regiões com grandes indicies de desenvolvimento, pois nestas regiões há incentivos sociais e monetário.

Movimentações partindo da Caixa Econômica Federal, junto a outras instituições, tentando facilitar o financiamento do sistema LSF, apresentam um leve incentivo vindo de outros âmbitos, mas que de acordo com Pomaro (2010) apud Handa e Fontanini (2019), ainda há um grande caminho a ser traçado para que obras envolvendo o LSF possam aumentar seu número nos financiamentos.

2.6 Construção sustentável e limpa

Citado por Gatti (2016), sustentabilidade ambiental, definida mundialmente é o desenvolvimento sustentável, que implica em um crescimento econômico sustentável. Nenhuma forma de crescimento econômico pode ser mantida indefinidamente. O crescimento econômico atual acarreta a degradação ao ambiente

A indústria da construção civil é de grande importância, não só pelo poder econômico que circula no mercado construtivo, mas também pelo uso exacerbado de recursos naturais e energéticos envolvidos para que toda a indústria funcione. O assunto desenvolvimento sustentável é amplamente discutido, como exemplo desta discussão é o a criação do protocolo de Kyoto, que tem como proposito a redução de emissão de gases poluentes que auxiliam no efeito estufa por países de grande industrialização. (STACHERA JR; CASAGRANDE JR, 2006)

Estudos produzidos por Stachera e Casagrande (2006) apontam que a indústria da construção civil está entre as grandes produtoras de gases poluente, dado que a material mais utilizado nas construções, bloco cerâmico, em sua produção emite uma quantidade notável de CO2, que é considerado um dos gases causadores do efeito estufa.

Como observado, em grande escala dentro do campo de obra, muitas vezes por utilização de mão de obra despreparada ou mau planejamento, o desperdício de insumos durante a execução faz com que a poluição ao meio ambiente ocorra duas vezes, sendo na produção dos insumos (materiais) e no desperdício dos mesmos.

A importância dos materiais na construção civil ainda é pouco analisado, como dito por John (2007) o valor dos materiais chega a margem de 50% do custo final de um produto, quando relacionado com o desperdício pode impactar negativamente o orçamento de uma edificação. O consumo destes materiais, deve-se observar a ineficiência do uso, projetando a redução do desperdício no conhecimento dos valores destas perdas em âmbito global em uma edificação.

Para alcançarmos o desenvolvimento sustentável na área da construção civil, além da mudança da cultura dos sistemas construtivos, é necessário também o investimento na formação dos colaboradores envolvidos na cadeia produtiva. A construção civil possui grande importância de cunho social, sendo responsável por 15% dos empregos no país. (RIBEIRO, JACINTHO, LINTZ, GACHET, BARBOSA, VALLIN, 2007 apud. HASS; MARTINS, 2011).

Como citado durante o trabalho, o sistema LSF se norteia em um processo construtivo industrializado, que demanda de profissionais capacitados para execução e planejamento, mas uma de suas características marcantes é ser uma construção seca, proveniente do pouco a quase nenhum uso de água durante sua execução, também o uso de materiais ecológicos e 100% recicláveis, como os PFF e as placas em OSB.

Partindo dessas informações, pode se classificar o LSF como um sistema sustentável que quase não impacta negativamente o meio ambiente, podendo assim sanar o presente problema da emissão de gases poluente provenientes do setor de construção civil.

2.7 Construção 2.0 e utilização do sistema BIM

Devido ao crescimento e evolução do setor da construção civil, houve a procura pelo redução de gastos desnecessários, economia de recursos financeiros, materiais de construção e prazo reduzidos na execução dos empreendimentos, partindo dessas necessidades apresentadas foi desenvolvido o sistema *Lean Construction*, que se derivou do *Lean Production*, um sistema de gestão que originou-se no em meados dos anos 90 com o Toyotismo, originado no Japão em meados do ano 1950, que visava a análise dos processos de execução e produção, procurando diminuir o fluxo de atividades para reduzir a porcentagem de desperdício e erros durante toda a linha de produção, contrapondo-se a Produção em Massa, Fordismo. (OHNO, 1997)

A construção civil em seu começo foi alvo de críticas decorrente aos altos custos provindo do desperdício de materiais e a necessidade da repetição de tarefas aliados com a baixa produtividade, pois neste período existia uma grande concentração de construções sendo executadas sem exigências quanto a qualidade e segurança. (FORMOSO, 2002)

Acompanhando essas dificuldades apresentadas pela construção civil várias ferramentas foram desenvolvidas para resolver parcialmente esses processos, um deles foi o sistema Building Information Modeling (BIM), que de acordo com Florio (2007) a base do sistema BIM é o banco de dados que além de projetar uma visualização da edificação informa sobre todas as características construtivas da mesma, como instalações, dimensões dos elementos e quantificação dos materiais utilizado de modo digital, auxiliando no processo de execução e manutenção da edificação e na melhor gestão do fluxo de trabalho no canteiro de obra.

Portanto a utilização do sistema LSF quando executado no em métodos que visão a industrialização de boa parte dos elementos que compõem a edificação focando apenas na execução da fixação dos perfis, as atividades de conversão de insumos se resumem em adequação de componentes como placas de vedação, impermeabilização e execução dos acabamentos. Logo em sua essência, as edificações em LSF e baseada por atividades de conversão definidas pela montagem dos componentes necessários.

Na ótica do Lean construction pôde-se definir que a pré-fabricação de componentes proporciona resultados mais assertivos por reduzir o fluxo de atividades em campo e consequentemente diminuir o percentual de erro nos eventos que procedem o levantamento e finalização da edificação, interferindo de forma geral no custo final da obra e na qualidade da entrega do produto ao cliente ou interessado.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho de conclusão de curso foi realizado com base nos conteúdos bibliográficos citados durante a introdução do tema, que estão presentes nas principais plataformas acadêmicas, estudando casos de sucesso ao redor do globo e analisando a atual situação do tema abordado dentro do contexto brasileiro.

A busca pelos dados a serem analisados vem por meio de um estudo de caso, onde será analisado casos de sucesso ao redor do globo, mais precisamente dois hospitais na cidade de Wuhan, China, o hospital *Houshenshan* e *Leishenshan*, o edifício *Garden A-1* em Changsha, China e um estudo efetuado por Julio Berton Maso em 2017, que compara ao custo do sistema *Light Steel Framing* com o sistema construtivo utilizando bloco estrutural.

As edificações executadas na China ganharam notoriedade por suas características construtivas e números recordes, apresentados em meio ao um ambiente de dificuldades econômicas, sociais e de saúde, mostrando por meios práticos que o sistema LSF aliado a outros sistemas construtivos tem a possibilidade de sanar necessidades pontuais quando bem planejado e executado.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Como forma de agregar dados para basear-me durante o processo de conclusão deste trabalho, irei utilizar de alguns casos de sucesso que rodaram o mundo pela utilização de sistemas construtivos pré-fabricados e industrializados aliados ao planejamento e gestão utilizando ferramentas do sistema BIM, assim como faz presente no escopo de sistema *Light Steel Frame*, tema abordado no presente trabalho.

4.1 Estudo de caso: Hospital Houshenshan e Leishenshan em Wuhan, China.

4.1.1 Período de pandemia COVID-19

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS) , no dia 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi advertida sobre uma grande incidência de casos de pneumonia na cidade de Wuhan, província com Hubei, China. Estudado os casos descobriu-se que se tratava do coronavírus, mais especificamente de uma cepa que não havia sido identificada antes em seres humanos.

No ano de 2020 houve um alarme quanto a casos envolvendo o COVID-19 na cidade de Wuhan, China, palco de um dos epicentros da COVID-19. Pelas características de rápida infecção do vírus por vias áreas, em 2 meses se tornou uma pandemia global, trazendo impactos negativos aos aspectos sociais, econômicos e de saúde em todo o mundo. (ZHOU, 2021)

A condição de pandemia foi declara no dia 11 de março de 2020, a World Health Organization (WHO), alertou os países membros sobre as estratégias de controle e transmissão do vírus e organização dos sistemas de saúdes para os casos graves, baseando-se nas recomendações presentes no plano estratégico de preparação e resposta. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2021)

4.1.2 Hospitais utilizados para controle e atendimento aos infectados

Durante o processo de crescimento dos casos envolvendo o COVID-19, a World Health Organization (WHO) situou alguns processos padrões para controle e erradicação da taxa de infecção do vírus, um desses processos foi a instalações de hospitais de campanha, que de acordo com ZHU (2020) e CUNHA (2013), são hospitais temporários, construídos a partir de edifícios médicos não existentes, que são utilizados em situações de alarme, como em guerras, pandemias ou surtos globais.

A estrutura destes hospitais é limitada ao mínimo, porém de forma a ser eficaz na presença de equipamentos pessoais e profissionais, manutenção do local e instalações necessárias, pensando assim em facilitar seu imediato deslocamento as áreas necessitadas e sua rápida execução nos locais, conforme a gravidade da situação. Esse tipo de hospital por ser adotados em momentos de alarme geral, devem ser de fácil preparo e execução.

4.1.3 Dados sobre os Hospitais Houshenshan e Leishenshan, China

Como medida aos pedidos da OMS e as necessidades apresentadas pela população de Wuhan a China deu início a construção de um hospital que atendesse de forma abrangente a população de Wuhan, assim foram executados os hospitais de Huoshenshan (Monte do Deus Fogo) e Leishenshan (Monte do Deus Trovão), obras que trouxeram à tona sistemas construtivos com eficiência e produção aos holofotes da imprensa, devido a sua rápida construção, tecnologia e metodologias utilizada e a magnitude da capacidade interna que ambos apresentavam comparada ao período de execução.

A China State Construction Engineering Corporation (CSCEC) acionou sua subsidiaria Construction Third Engineering Bureau que se reuniu com uma equipe especializada em construções e projetos modulares e deram início ao planejamento e construção do hospital de Huoshenshan em 23 de janeiro de 2020, que foi finalizado no dia 2 de fevereiro de 2020, tendo seu tempo de execução em apenas 10 dias.

Uma obra de 33.900 metros quadrados construídos, executada em 10 dias, contando com uma equipe de mais de 7 mil trabalhadores, 95 escavadeiras, 33 tratores esteira e 5 rolos compressores, 160 caminhões basculantes e mais de 10 guindastes, a edificação chegou a custar aproximadamente 300 milhões de Yuan, que na contação atual, 23 de junho de 2022, chega ao custo de mais de 226 milhões de reais. (CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION, 2020a)

Quando finalizado, oferecia 1000 leitos, 30 Unidades de tratamento intensivo (UTI), várias áreas de enfermaria, local para estadia da equipe médica, equipamentos de ponta e um fluxo de isolamento eficiente, separado a edificação de isolamento em três áreas, não infectados, área semi-contaminada e área contaminada, o que possibilitou a prevenção do contágio pelos profissionais de saúde que atuavam no local. (CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION, 2020a)

Figura 13 – Visão area do campo de obra, mostrando a chega dos modulos construtivos e sua inguiçagem para o local de instalação.

(Fonte: ZHOU, 2021)

Durante a construção do hospital Houshenshan, em 27 de janeiro de 2020, projetado pela Zhongnan Architectural Design Institute, executado pela China Construction Third

Engineering Bureau e organizado pela Wuhan Real Estate Group, o hospital Leishenshan iniciou sua execução.

Uma a grande obra assim como sua irmã, Huoshenshan, ocupando 79.000 metros quadrados e contando com mais de 10.000 trabalhadores, e uma grande presença de equipamentos trabalhando contra o tempo para a entrega da edificação, que foi entregue no dia 08 de fevereiro de 2020, com o tempo de execução de 12 dias. (CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION, 2020b)

Planejado para oferecer a população 1500 leitos, 2 Unidades de Tratamento Intensivo (UTIs), 3 Unidades Semi-Intensivas (Semi-UTIs), 27 salas de acompanhamento geral, 1 sala de operação, 30 apartamentos para cuidado individual e equipamentos para Eletrocardiograma (ECG), Ultrasom, Raio-x, Tomografia Computadorizada (CT) e equipamentos de Oxigenação por membrana extracorporal (ECMO). Além de contar com áreas para isolamento e suporte a equipe médica atuante no hospital. (CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION, 2020b) e (CHEN et al., 2021)

Figura 14 – Visão area do campo de obra, mostrando a construção do hospital de Leishenshan.

(Fonte: CHEN et al., 2021)

4.1.4 Análise dos dados

A China tendo uma grande expertise em construções modulares e a utilização de sistemas construtivos alternativos desde de 1980 (CHEN et al., 2021), aliada a sua grande exploração de minério de ferro e produção de aço, mostrou que quando bem planejado e escolhendo de forma experta o sistema construtivo a ser utilizado nos empreendimentos, barreiras como prazo, qualidade e disponibilidade podem ser derrubadas.

No estudo de caso dos hospitais, pode-se observar a utilização de sistemas construtivos misto, mais especificamente o sistema Light Steel Frame, sistema de construção com containers e fechamentos com EPS, sistemas esses que apresentam características de industrialização em

seus métodos construtivos, o que facilitou durante sua execução. Na análise feita no trabalho de (CHEN et al., 2021) construções dessa magnitude e necessidade, demorariam mais de 3 anos para sua execução, utilizando sistemas comuns.

Também aliados da eficiência e produção destes hospitais, foi a grande experiencia da China quanto ao hospital executado no ano de 2003, o hospital Xiaotangshan em Pequim, durante a pandemia de SARs, aliado as tecnologias existentes no ramo da construção civil, sistemas modulares e a utilização de ferramentas BIM, que auxiliaram no processo de gestão e planejamento prévio de edificação, campo de obra e das metodologias utilizadas durante a execução.

Seria imprescritível a utilização de sistemas tradicionais, estruturas em concreto armado e vedações em blocos cerâmicos, durante a execução das edificações, devido a necessidade de encurtar prazos, pois o sistema tradicional tem um défice presente no aguardo da conclusão de etapas, onde é impossível executá-las sem que o levantamento das paredes e cobertura seja completado. Logo a utilização mista de sistemas estruturais leves pré-fabricados e modulares auxiliou na compressão do prazo de entrega, no caso do hospital de Houshenshan foi estimado uma redução de 40% no tempo de execução quando comparado aos uso de sistemas tradicionais de construção e uma taxa de desperdício de insumo reduzido em 80% (ZHOU, 2021)

Como feito positivo da construção dos hospitais de campanha em tempo hábil, foi acompanhado o declínio do contágio ao coronavírus na região, a redução da taxa de mortalidade do vírus e o aumento da recuperação dos infectados.

4.2 Estudo de caso: Edifício Garden A-1 de 10 andares localizado em Changsha, China.

Situado em Changsha, na China, se encontra um prédio de 10 andares, que teve seu prazo de execução feito em apenas 28 horas e 45 minutos. Executado pela empresa BROAD GROUP, teve seu princípio construtivo a utilização de um sistema modular fabricado industrialmente para estrutura dos módulos habitacionais e teve como equipamento para execução três guindastes e uma equipe de 1000 funcionários presentes durante toda etapa de execução do empreendimento. (BROAD GROUP, 2022)

Figura 15 – Execução da Edificação Garden A-1 em Changsha.

(Fonte: BROAD GROUP)

De acordo com a empresa BROAD GROUP, o sistema utilizado, de nome Living Building, tem o mais baixo consumo de energia do mundo, tem um custo menor que construções em aço carbono e apresenta a melhor utilização do ar nos ambientes internos que é a especialidade da empresa.

Como observado na figura a seguir, a empresa utilizou nesta edificação um espaço amplo em seus espaços habitacionais, contando com a grande utilização de esquadria para melhor ventilação dos ambientes e de forma mais quadra a divisão dos ambientes, sem perder a qualidade e conforto.

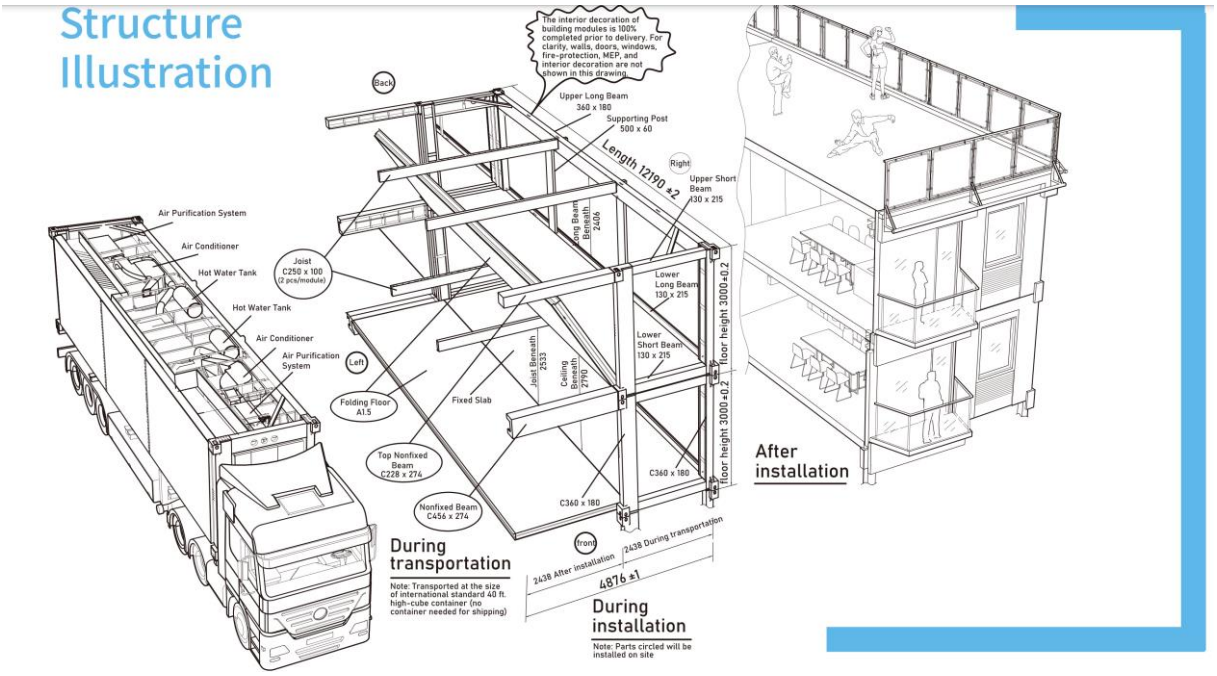
Figura 16 – Visão da edificação já finalizada e suas dimensões internas, apresentando dois espaço habitacionais pequenos e um medio.

(Fonte: BROAD GROUP)

Esse sistema trabalha com módulos construtivos industrializados produzidos dentro da fábrica da empresa, projetado para ser de fácil transporte e instalação, suas dimensões reduzidas auxiliam no transporte do modulo, podendo caber em containers de transporte padrão e serem fixados no local da obra.

Toda parte interna do modulo é fabricado na indústria, instalações elétricas e hidráulicas, revestimentos e esquadrias. A empresa ainda cita que a produção de suas edificações segue o mesmo princípio das fabricas de carros, onde toda etapa de execução do corpo e feito por máquinas e mãos robô.

Figura 17 – Ilustração de como é feito o transporte e instalação dos modulos habitacionais.



(Fonte: BROAD GROUP)

A empresa diz que seu sistema é até 10 vezes mais leve que o convencional e 100 vezes mais resistentes que os sistemas convencionais, podendo resistir a abalos sísmicos e tufões. A empresa afirma também que seu sistema próprio o B-CORE, permite o levantamento de prédios de até 200 andares.

4.2.1 Análise dos dados

Como dito pela empresa, a construção do edifício Garden A-1 teve a utilização do sistema em Light Steel Frame, apenas modificando os perfis para um modelo patenteado pela empresa e utilizando do método modular de construção. Com o prévio planejamento da edificação e utilização da fábrica para produção dos módulos habitacionais, foi possível esse feito recordista da construção de um complexo habitacional vertical em um prazo tão curto, não apenas a utilização do sistema modular pré-fabricado, mas também da disponibilidade de equipamentos e mão de obra especializada auxiliaram a empresa a alcançar tal patamar de execução.

4.3 Estudo de caso: Trabalho de conclusão de curso produzido por Julio Berton Maso: Análise Comparativa Entre o Sistema Construtivo Light Steel Frame e Alvenaria Estrutural.

Em pesquisas por novas tecnologias no ramo da construção, formas de economia dentro da obra e a busca pela redução de desperdício de insumos, Maso (2017) apresentou em seu trabalho de conclusão de curso uma comparação quantitativa para a construção de uma casa germinada de aproximadamente 38,74 metros quadrados de área útil, usando dois sistemas construtivos, a alvenaria estrutura utilizando blocos de concreto e o Light Steel Frame, a pesquisa de preços foi efetuada tomando base o estado de Santa Cataria.

Seu trabalho está disponível no repositório da Universidade do Sul de Santa Cantaria na tabela abaixo

Tabela 8 – Trabalho utilizado

Autor	Tema	Ano	Link
Julio Berton Maso	ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING E ALVENARIA ESTRUTURAL	2017	https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/4764

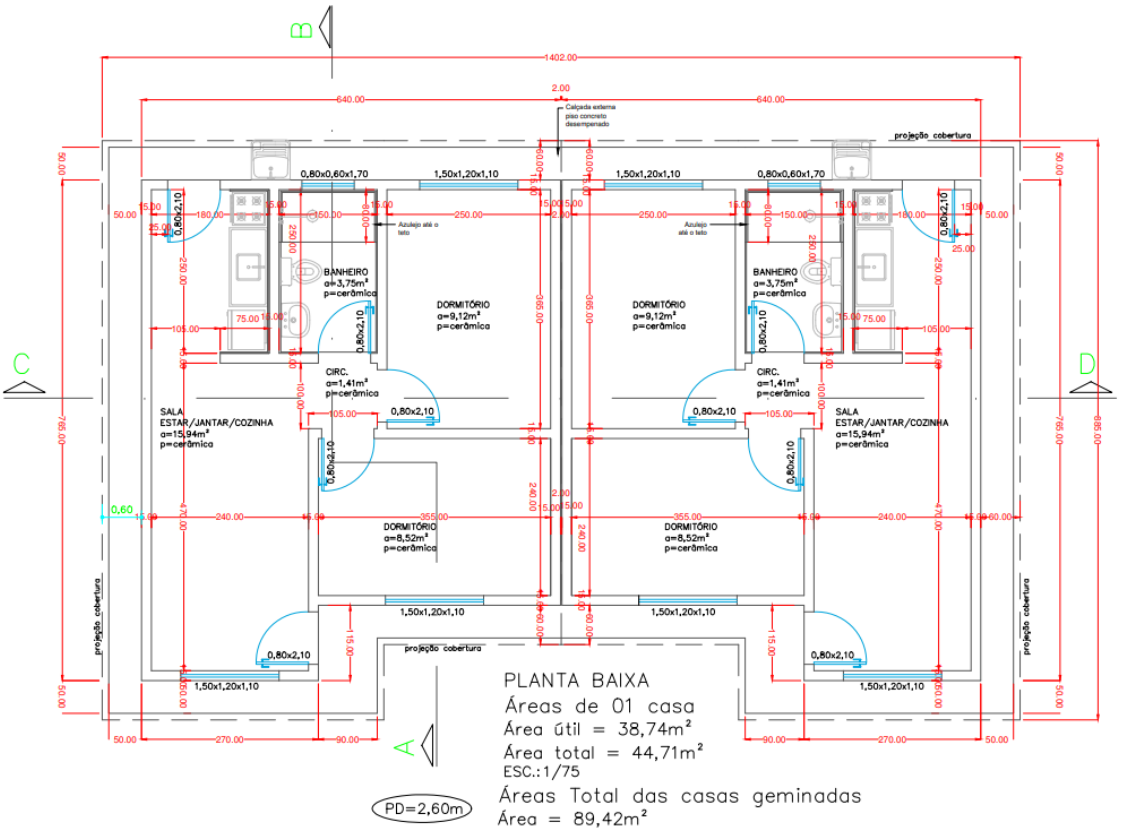
(Fonte: Autor)

4.3.1 Aspectos do projeto

4.3.1.1 Projeto Original

Maso (2017), buscou em sua análise de dados a execução do projeto de uma habitação germinada de 38,74 metros quadrados de área útil, composta por banheiro social, cozinha conjugada com sala e dois dormitórios. Tendo como área total 44.71 metros quadrados, esse projeto foi fornecido pelo seu orientados e aconselhado para que analise dos sistemas partissem da mesma planta.

Figura 18 – Projeto Original feito pelo professor orientador de Maso.



(Fonte: Valdi Henrique Spohr apud. MASO, 2017)

Como base de análise, Maso (2017) desconsiderou o a fundação devido ambos os sistemas utilizarem a mesma, radier, logo não foi contabilizado no levantamento o valor da fundação e seus insumos, também foi desconsiderado os itens como serviços preliminares, instalações elétricas e hidráulicas e serviços complementares, pois os mesmo não geraram diferença de valores, assim dispensando na análise comparativa. Como explicito pelos dados gerados por Maso (2017) , as etapas onde a diferença de custo foram mais gritantes nos dois sistemas analisados foram o revestimento, pintura, cobertura, supraestrutura e fechamentos.

4.3.1.2 Análise quantitativa e custos apresentados

Maso (2017), para fins de análise elaborou uma planilha contendo o levantamento dos insumos que foram utilizados em ambos os sistemas, e se baseou nas planilhas orçamentarias SINAPI, fornecida pela Caixa econômica Federal, Tabela de Composições e Preço para orçamentos TPCO, fornecido pela PINI e lojas de materiais de construção de sua região para elaborar o possível custo dos sistemas construtivos, como apresentado na tabela a seguir.

Tabela 9 – Tabela orçamentaria alvenaria estrutural, apresentando quantitativo levantado e custo unitário e total dos itens

Item	Descrição	Unidade	Total	Valor Unitario	Valor Total
1.	Superestrutura				R$ 6.982,44
1.1	Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto de 11,5 cm de largura	m2	134,29	R$ 46,99	R$ 6.310,72
1.2	Grauteamento Vertical da Alvenaria Estrutura	m3	0,30	R$ 492,79	R$ 148,79
1.3	Grauteamento de Contraverga da Alvenaria Estrutural	m3	0,09	R$ 449,12	R$ 42,50
1.4	Grauteamento de Cinta Superior ou Verga da Alvenaria Estrutural	m3	1,00	R$ 481,63	R$ 480,43
2.	Cobertura				R$ 7.254,15
2.1	Estrutura com Treliça Metálica	m2	68,19	R$ 22,28	R$ 1.519,12
2.2	Estrutura de Madeira	m2	68,19	R$ 46,00	R$ 3.136,88
2.3	Telhas de Concreto	m2	68,19	R$ 38,10	R$ 2.598,16
3.	Revestimento				R$ 6.692,51
3.1	Revestimento Interno	m2	106,25	R$ 30,93	R$ 3.286,48
3.2	Revestimento Cerâmico	m2	31,28	R$ 33,95	R$ 1.062,07
3.3	Revestimento Externo	m2	66,15	R$ 35,43	R$ 2.343,96
4.	Forro				R$ 1.784,46
4.1	Forro em Gesso Acartonado	m2	37,33	R$ 34,88	R$ 1.301,94
4.2	Forro em PVC	m2	13,68	R$ 35,27	R$ 482,52
5.	Pintura				R$ 3.502,84
5.1	Pintura Externa com Tinta Acrílica	m2	64,02	R$ 18,46	R$ 1.182,09
5.2	Pintura Interna com Tinta Látex PVA	m2	151,23	R$ 15,35	R$ 2.320,75
TOTAL					R$ 26.216,40

(Fonte: MASO, 2017 adaptado pelo autor)

Tabela 10 - Tabela orçamentaria LSF, apresentando quantitativo levantado e custo unitário e total dos itens

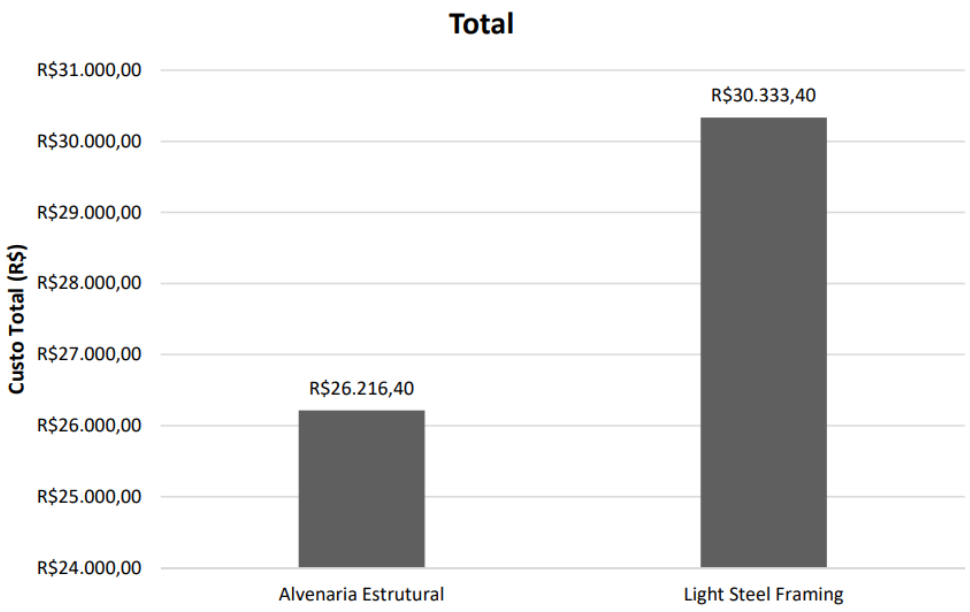
Item	Descrição	Unidade	Total	Valor Unitario	Valor Total
1.	Superestrutura e fechamento				R$ 15.546,93
1.1	Painéis com fechamento em um lado com Gesso Acartonado e no outro com Placa Cimentícia	m2	73,35	R$ 133,10	R$ 9.763,01
1.2	Painéis com fechamento em ambos os lados com Gesso Acartonado	m2	19,47	R$ 72,74	R$ 1.416,34
1.3	Painéis com fechamento em ambos os lados com Placa Cimentícia	m2	23,74	R$ 183,98	R$ 4.367,59
2.	Cobertura				R$ 8.576,70
2.1	Cobertura com perfis para Steel Frame espaçados em 400 mm	m2	68,19	R$ 87,67	R$ 5.978,54
2.2	Telhas de Concreto	m2	68,19	R$ 38,10	R$ 2.598,16
3.	Revestimento				R$ 1.641,70
3.1	Revestimento Interno	m2	0,00	R$ -	R$ -
3.2	Revestimento Cerâmico	m2	33,21	R$ 33,95	R$ 1.127,60
3.3	Revestimento Externo	m2	78,35	R$ 6,56	R$ 514,10
4.	Forro				R$ 2.499,84
3.1	Forro em Gesso Acartonado	m2	39,04	R$ 34,88	R$ 1.361,58
3.2	Forro em PVC	m2	13,68	R$ 35,27	R$ 482,52
3.3	Lã de Vidro 50mm		75,55	R$ 8,68	R$ 655,74
5.	Pintura				R$ 2.068,23
5.1	Pintura Externa com Tinta Acrílica	m2	66,08	R$ 9,45	R$ 624,38
5.2	Pintura Interna com Tinta Látex PVA	m2	161,67	R$ 8,93	R$ 1.443,84
TOTAL					R$ 30.333,40

(Fonte: MASO, 2017 adaptado pelo autor)

4.3.1.3 Análise dos dados

A partir dos orçamentos apresentados por Maso (2017), podemos observar que as mesmas etapas foram analisadas em ambos os sistemas, tendo diferença apenas nos sub serviços que cada uma apresentava, para melhor observação da comparação feita por Maso (2017), ele elaborou um gráfico englobando o custo total da construção.

Gráfico 1 – Custo total dos serviços



(Fonte: MASO, 2017)

Como observado no gráfico, a diferença entre o Light Steel Framing e a Alvenaria Estrutural foi de R$4.117,00 reais, que implica em 15,70% de diferença entre os dois sistemas no custo final do comparativo dos orçamentos.

Mostrando-se com o custo abaixo na comparação, a alvenaria estrutural liderou a questão de economia em várias etapas construtivas das quais foram analisadas, mas a vantagem muda de posição quando estudamos afundo as etapas de revestimento, pintura e tempo de execução.

Como explicito durante todo o trabalho e de acordo com os autores citados, o sistema *Light Steel Frame*, traz um custo elevado nas etapas de superestrutura e cobertura devido a qualidade e produção dos perfis, que vão resistir possivelmente melhor as patologias e a intempérie, assim resultando na redução de vezes necessárias para a manutenção preventiva e reformas, seu custo menor na área de acabamento é resultado da utilização de fechamentos mais uniformes, que dispensam a preparação das paredes e pisos, sendo possível apenas a execução dos assentamentos cerâmicos e pintura das paredes, quando entramos no quesito cronograma, podemos observar a redução do prazo para execução, pois o *Light Steel Framing*, quando bem planejado e projetado, necessita de menos mão de obra para execução e dependendo do método escolhido, a etapa de levantamento estrutural pode ser feito em dias, encurtando o processo de finalização da edificação.

De acordo com Alvarenga (2014) apud Dagonski (2017), o sistema Light Steel Framing traz uma redução de tempo significante, podendo chegar a 5,0 metros quadrados de área

construída por dia, que comparado ao método convencional, pode obter em média 1,5 metro quadrado por dia de trabalho.

Tabela 11 – Cronograma de execução de uma habitação social em LSF

Etapa **Prazo(dias)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Pré-montagem da estrutura	X												
Marcação da locação das paredes	X												
Instalação da estrutura de paredes	X												
Instalação da estrutura de telhados	X												
Instalação das placas cimentícias	X	X	X										
Instalação das telhas de cobertura			X										
Instalação das esquadrias			X	X									
Instalações elétricas				X									
Instalações hidráulicas				X									
Instalação de placas de gesso e isolamentos				X	X								
Instalação do forro interno					X	X							
Pintura interna e externa						X							

(Fonte: CONSTRUMETAL, 2010 apud DAGONSKI, 2017)

Tabela 12 – Cronograma de execução de uma habitação social em Alvenaria.

Etapa **Prazo(dias)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Marcação da locação das paredes	X												
Execução da alvenaria	X	X	X	X	X								
Execução do reboco externo					X	X	X						
Instalação da estrutura de telhados							X						
Instalação das telhas de cobertura								X					
Instalação das esquadrias								X	X				
Instalações elétricas									X	X			
Instalações hidráulicas									X	X			
Revestimento interno em gesso corrido											X	X	
Instalações do forro interno												X	X
Pintura interna e externa													X

(Fonte: CONSTRUMETAL, 2010 apud DAGONSKI, 2017)

4.4 Análise dos dados coletados.

Os casos estudados apresentam pontos em comum, que explicam a redução na execução do empreendimento, a utilização de ferramentas BIM e a industrialização do principal produto utilizado, os módulos de construção pré-fabricados.

A análise e estudo da edificação antes da execução é de extrema importância quando falamos do sistema LSF, pois seus cálculos são feitos em níveis milimétricos, para que toda sua

execução seja feita de acordo com o prescritivo do planejamento, desde as instalações até a estrutura em si, tudo tem que estar de acordo e conversando para que não haja divergências durante a montagem, e a utilização de ferramentas com sistema BIM auxilia durante essa etapa de planejamento, possibilitando vários âmbitos do projeto terem interações e retornando informações importantes para o executor e sua equipe.

Em questão de custo, baseando-se no trabalho de conclusão de curso de MASO, onde o mesmo avaliou de forma quantitativa o custo entre o sistema LSF e o sistema com alvenaria estrutural, ele concluiu que em certas etapas da construção o Light Steel Frame apresenta um valor elevado, como superestrutura e cobertura, devido a qualidade e produção dos perfis que compõem essas etapas, porem quando entramos nas etapas de acabamentos o sistema consta com uma grande redução de custos, devido a utilização de fechamentos e materiais que possibilitam facilidade na execução das pinturas e revestimentos.

Como custo final, MASO analisou uma diferença de R$ 4.117,00 entre os dois sistemas analisados durante seu levantamento de dados, que de acordo com ele resume em 15,70% a favor do sistema com blocos de concreto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo pela melhoria e evolução das tecnologias voltadas a construção civil vem ganhando notoriedade após desdobramentos ocorridos durante a história do ser humano, vindo desde produções de edificações em pau-a-pique, construção de pirâmides com a utilização de pedras maciças e atualmente a execução de residências com a utilização de vários materiais e tecnologias que auxiliam na assertividade durante a execução do empreendimento.

Após o estudo e entendimento das análises feitas durante todo o processo de elaboração deste trabalho de conclusão de curso, podemos observar alguns aspectos que favorecem a consolidação do sistema Light Steel Frame em países de primeiro mundo.

Como exposto nos estudos de caso dos hospitais em Wuhan, China e o complexo habitacional Garden A-1 em Changsha, China, observou-se que a expertise da prática de construções envolvendo sistemas pré-fabricados e atualização de forma eficiente das ferramentas presentes no ramo da construção civil, contribui para formação de profissionais capacitado para execução e planejamento destes métodos, assim como fomenta a utilização do mesmo em vários tipos e necessidades das construções.

A presença de um estudo prévio, equipamentos para auxiliar e mão de obra capacitada para execução tem impacto positivo quando falamos em qualidade e tempo, pois saber captar

uma necessidade e ter escolhas assertivas para sua execução vem de anos de prática e experiencia.

Prospectando essa ideia para o âmbito brasileiro e considerando a atual situação do sistema LSF, as vantagens presentes durante o trabalho mostram que o sistema se torna um atrativo para grandes empresas que focam na produção em massa com o gasto do tempo e execução reduzido, sendo positivamente para elas a implementação do sistema em seus empreendimentos ou complexos habitacionais, quanto ao cliente final, torna-se possível o aceite da alternativa quando os atrativos da modularidade e qualidade da edificação são o principal objetivo, por mais que se encontre com um custo elevado, sinais que a procurar por viabilizar ainda mais o Light Steel Frame em território brasileiro estão crescendo e se tornando possíveis partindo de estudos presentes em artigos e trabalhos ao redor do Brasil e incentivos da Caixa Econômica Federal, que se aliou ao Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) e ao Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de são Paulo (SINDUSCON/SP) para desenvolver um estudo técnico sobre o sistema, pautando requisitos mínimos que devem ser observados para a viabilização do financiamento de uma edificação habitacional uni ou multifamiliar, requisitos esses presentes no manual "*Steel Framing* – Requisitos e condições mínimos para financiamento pela CAIXA". De acordo com a Caixa Econômica Federal pode ser financiado até 80% da obra durante 30 anos, com as taxas e juros praticados no sistema em alvenaria artesanal.

Incentivos como esse acenam para a possibilidade do uso do sistema em programas habitacionais como o Casa verde e amarela, executado por grandes construtoras, que visam a redução de custos e prazos de entrega reduzidos, assim prospectando o acesso a população mais carente de moradia própria, contando com a qualidade e segurabilidade da edificação, aliado a esses tópicos, a movimentação por meio das mídias sociais como revistas, cartilhas, vídeos, apresentações e campanhas de marketing auxiliariam em difundir cada vez mais o sistema no território, podendo alcançar assim uma maior parte da população que não teve acesso.

Pontos como esses tornam o sistema cada vez mais atrativo para a população brasileira, motivando que futuramente o sistema *Light Steel Framing* possa se consolidar no território, suprindo as necessidades presentes no ramo construtivo e abrangendo não apenas setor habitacionais, mas também indústrias, comércios e setores corporativos, mostrando cada vez mais a versatilidade que o sistema LSF pode oferecer aos seus usuários.

REFERÊNCIAS

AECWEB. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas/13620>. Acesso em: 10 jun. 2022.

ALLEN, D. History of Cold Formed Steel. **Nov, 2006**, p. 5, nov. 2006.

BARBIERI. **Steel Framing: A importância do planejamento**. Disponível em: <http://www.adbarbieri.com/pt-br/steel-framing-a-importancia-do-planejamento>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BELLEI, I. H. **Edifícios industriais em aço: projeto e cálculo**. [s.l.] Pini, 2008.

BORTOLOTTO, A. L. K. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO MÉTODO LIGHT STEEL FRAMING PARA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA-RS. p. 101, 2015.

BROAD GROUP. **2021 BROAD Top 10 News**. Disponível em: <http://en.broad.com/NewsDetail-89.aspx>. Acesso em: 16 jun. 2022.

BROAD GROUP. **1000-Year Building**. Disponível em: <http://en.broad.com/ProductShow-111.aspx>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CAMPOS, H. C. Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema light steel framing. 2010.

CASSAR, B. C. ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS: ALVENARIA CONVENCIONAL X. p. 108, set. 2018.

CBCA. **Guia do Construtor em Steel Framing - CBCA**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CBCA. **Estatísticas - Produção de estruturas de aço cresce 24,9% em 2020**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

CHEN, L.-K. et al. Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic. **Automation in Construction**, v. 124, p. 103555, abr. 2021.

CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION. **Huoshenshan Hospital: CSCEC's 10-day race against the epidemic**. Disponível em: <https://english.cscec.com/CompanyNews/CorporateNews/202002/3018349.html>. Acesso em: 16 jun. 2022a.

CHINA STATE CONSTRUCTION ENGINEERING CORPORATION. **Leishenshan: CSCEC rush-builds a second coronavirus hospital**. Disponível em: <https://english.cscec.com/CompanyNews/CorporateNews/202002/3019126.html>. Acesso em: 16 jun. 2022b.

CICHINELLI, G. Revista Equipe de Obra - Instalações em Steel Frame. n. 50, 2012a.

CICHINELLI, G. Revista Equipe de Obra - Passo a passo: Fechamento e impermeabilização em OSB. n. 53, 2012b.

CRASTO, R. C. M. DE. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados : light steel framing. 2005.

CUNHA, R. F. **ATENÇÃO AO INESPERADO: UM ESTUDO DE CASO NO HOSPITAL DE CAMPANHA DA AERONÁUTICA**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/18141796-Atencao-ao-inesperado-um-estudo-de-caso-no-hospital-de-campanha-da-aeronautica.html>. Acesso em: 15 jun. 2022.

DAGONSKI, B. L. Estudo da viabilidade técnica e econômica do método construtivo light steel frame em habitações sociais. 20 jun. 2017.

DECOR FÁCIL. **Steel frame: o que é, vantagens, desvantagens e fotos**. Disponível em: <https://www.decorfacil.com/steel-frame/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras. Porto Alegre**, v. 15, p. 50–58, 2002.

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

GATTI, W. UNIVERSIDADE ALTO VALE DO RIO DO PEIXE - UNIARP CURSO DE ENGENHARIA CIVIL. p. 131, 2016.

HANDA, D. K. C.; FONTANINI, P. S. P. Barreiras de implementação do sistema light steel framing no Brasil. **WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS**, p. 1–5, 19 ago. 2019.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. B.S. thesis—[s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

Histórico da pandemia de COVID-19 - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 15 jun. 2022.

IMPÉRIO DAS TELLHAS. **Império das telhas - Estrutura Steel Frame**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.imperiodastelhasblumenau.com.br/produto/estrutura-steel-frame/>. Acesso em: 11 jun. 2022

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Dados estatísticos fevereiro / ICIA marçoInstituto Aço Brasil**, 18 mar. 2022. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/noticia/dados-estatisticos-fevereiro-icia-marco-2/>. Acesso em: 8 maio. 2022

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. Levantamento do estado da arte: seleção de materiais. **Projeto: Tecnologias para construção habitacional mais sustentável**, 2007.

LABUTO, L. V. PAREDE SECA – SISTEMA CONSTRUTIVO DE FECHAMENTO EM ESTRUTURA DE. p. 67, 7 abr. 2014.

MASO, J. B. Análise comparativa entre o sistema construtivo light steel framing e alvenaria estrutural. 2017.

METALICA. **Steel Frame – A construção inteligentePortal Metálica**, [s.d.]. Disponível em: <https://metalica.com.br/steel-frame-a-construcao-inteligente/>. Acesso em: 10 jun. 2022

MONTEIRO, R. **ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE DE PRODUÇÃO DE PERFIS DE AÇO**

FORMADOS A FRIO - Jus.com.br | Jus Navigandi. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/73084/acompanhamento-e-analise-de-producao-de-perfis-de-aco-formados-a-frio>. Acesso em: 8 maio. 2022.

O que é Fundação Radier. **Açoplano**, 31 jul. 2018. Disponível em: <https://www.acoplano.com.br/blog/o-que-e-fundacao-radier/>. Acesso em: 10 jun. 2022

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala; trad. **Cristina Schumacher.: Porto Alegre, RS: Artes Médicas**, 1997.

OLIVEIRA, A. B. DE F. INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS DE CICLO ABERTO ESTRUTURADOS EM AÇO NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL RESIDENCIAL BRASILEIRA. 21 jun. 2013.

OLIVEIRA, G. V.; SILVA, A. B. **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.** [s.l.] s.n, 2012.

PROJETO HABITE. **Quantos pavimentos podem ser construídos em Light Steel Frame?Projeto Habite**, 15 out. 2018. Disponível em: <https://projetohabite.com.br/quantos-pavimentos-podem-ser-construidos-em-light-steel-frame/>. Acesso em: 23 jun. 2022

Revestimento Lã de Vidro - Isolamento Térmico e Acústico. Disponível em: <https://www.acusterm.com.br/produto/la-de-vidro>. Acesso em: 10 jun. 2022.

RIBAS, R. A. DE J. Avaliação das condições físico-construtivas e de desempenho de uma edificação estruturada em aço. Estudo de caso : prédio da EM da UFOP. 2006.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: engenharia**. Rio de Janeiro (RJ): IBS/CBCA, 2006a.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: engenharia**. Rio de Janeiro (RJ): IBS/CBCA, 2006b.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel framing: arquitetura**. 2ª Edição ed. Rio de Janeiro (RJ): Instituto Aço Brasil, 2012.

SLACK, N. **Vantagem Competitiva em Manufatura–Atingindo Competitividade em Manufatura nas Operações Industriais**São Paulo: ed. Atlas, , 2002.

SOUSA, A. DE; MARTINS, N. Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema light steel framing na construção de residências em palmas–TO. **Trabalho de conclusão de curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins**, 2009.

STACHERA JR, T.; CASAGRANDE JR, E. F. A EMISSÃO DE GASES CAUSADORES DO EFEITO ESTUFA NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ALGUMAS INDÚSTRIAS DO SETOR DE CERÂMICA VERMELHA DE CURITIBA. 2006.

Stålbyggnadsinstitutet - The Swedish Institute of Steel Construction. Disponível em: <https://www.sbi.se/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

STEEL, C. Manual de procedimiento construcción con Steel framing. **Buenos Aires: Autor**, 2008.

TOLEDO, R. DE. Identificação de fatores que influenciam o processo de inovação tecnológica no subsetor de construção de edifícios: um diagnóstico preliminar. 2001.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY MINERAL RESOURCES PROGRAM. **Lead: World Refinery Production, By Country**. Disponível em:

<https://www.indexmundi.com/en/commodities/minerals/lead/lead_t13.html>. Acesso em: 19 jun. 2022.

VIVAN, A. L. Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing. 30 jun. 2011.

VIVAN, A. L. Linha de montagem para a produção de habitações em light steel frame : projeto e otimização. 25 maio 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **COVID-19 Strategic Preparedness and Response Plan Operational Planning Guideline**. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-strategic-preparedness-and-response-plan-operational-planning-guideline>. Acesso em: 15 jun. 2022.

WORLDSTEEL. **Total production of crude steelworldsteel.org**, 2022. Disponível em: <https://worldsteel.org/steel-by-topic/statistics/annual-production-steel-data/P1_crude_steel_total_pub/CHN/IND>. Acesso em: 19 jun. 2022

ZHOU, M. Rapid construction and advanced technology for a Covid-19 field hospital in Wuhan, China. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, p. 29–34, 2021.

ZHU, W. et al. Establishing and Managing a Temporary Coronavirus Disease 2019 Specialty Hospital in Wuhan, China. **Anesthesiology**, p. 10.1097/ALN.0000000000003299, 8 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2005

CICHINELLI, Gisele. Revestimento em PVC. Revista Equipe de Obra. 50. ed. 2012.