

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Erick Afonso Costa Santos
Júlia Almeida de Souza

**LIGHT STEEL FRAMING: AS CARACTERÍSTICAS DA
CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA**

São Paulo
2021

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC
TATUAPÉ**

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Erick Afonso Costa Santos
Júlia Almeida de Souza

**LIGHT STEEL FRAMING: AS CARACTERÍSTICAS DA
CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA**

Trabalho de Graduação apresentado por Erick Afonso Costa Santos e Júlia Almeida de Souza como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Obras, da Faculdade Tecnologia do Victor Civita - Tatuapé, elaborado sob a orientação do Prof. Dr. Gilder Nader.

São Paulo
2021

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA VICTOR CIVITA – FATEC TATUAPÉ

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONTROLE DE OBRAS

Erick Afonso Costa Santos, Júlia Almeida de Souza

**LIGHT STEEL FRAMING: AS CARACTERÍSTICAS DA CONSTRUÇÃO
INDUSTRIALIZADA**

Aprovado em: ____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor (com titulação) - instituição

Nome do professor (com titulação) - instituição

Nome do professor orientador (com titulação) - instituição

DEDICATÓRIA

“Dedicamos este trabalho com carinho aos nossos familiares e amigos, por estarem sempre presentes em nossas vidas e por não terem medido esforços para que nós pudéssemos concluir este curso”.

AGRADECIMENTOS

“À Fatec Tatuapé de São Paulo pela oportunidade e conhecimento para a realização desse trabalho. Aos nossos colegas de classe e aos professores que não mediram esforços para a realização desse trabalho de conclusão de curso.”

RESUMO

Este trabalho exhibe um estudo sobre a viabilidade construtiva do método Light Steel Framing em edificações residenciais. Devido ao déficit habitacional que ainda perdura na sociedade, se faz necessário desenvolver e utilizar novas tecnologias para diversificar as soluções na construção civil. Sendo assim, o trabalho busca identificar os pontos técnicos que fazem do sistema uma opção viável e confiável para os profissionais do setor e para o público-alvo. São apontadas as informações significativas referente a ele, suas características, dados, referências e atributos de qualidade e desempenho. O estudo estabelece ainda se o método industrializado é habilitado para ocupar maior espaço no cenário brasileiro e ser competitivo frente as técnicas tradicionais, todavia o estudo aponta que o processo de implantação não é simples e necessita de capacitação técnica, normatização e adesão por parte da população e dos profissionais. Por fim, são expostos os benefícios com o uso do sistema, as diretrizes de gestão técnica e as considerações relacionadas ao futuro e a evolução do Light Steel Framing no setor.

Palavras-chave: Light Steel Frame, viabilidade, processo construtivo e déficit habitacional.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1 – Estrutura Steel Frame	18
Figura 2 – Execução de obra de alto padrão em condomínio (Paraná) - fundação tipo radier.....	19
Figura 3 – Perfis de aço	19
Figura 4 – Placas Estruturais OSB.....	20
Figura 5 – Membrana Hidrofugante (TYPAR).....	21
Figura 6 – Parede de LSF	21
Figura 7 – Placa estrutural cimentícia	22
Figura 8 – Tela de fibra de vidro.....	23
Figura 9 – Parafusos e fixadores Steel Frame	24
Figura 10 – Etapas de uma parede de Drywall.....	25
Figura 11 – Painel Wall	25
Figura 12 – Laje Steel Deck	27
Figura 13 – Instalação hidráulica em Steel Frame e Convencional	28
Figura 14 – Instalação Elétrica	28
Figura 15 – Telhado	29
Figura 16 – Comparativo de um cômodo com as mesmas dimensões, 10x10, em alvenaria de bloco convencional e Steel Frame.	37
Figura 17 – Resistência dos materiais expostos a altas temperaturas	38
Figura 18 – Destino das estruturas após seu ciclo de vida.....	41
Figura 19 – Fixação por parafusos, dispensando o uso de concreto ou argamassa.....	44
Figura 20 – Pressão de custos nas obras do Aço	55
Figura 21 – Projeto dos perfis de aço do sistema Steel Frame em 3D	56
Figura 22 – Tamanho do mercado de perfis de aço galvanizado de Light Steel Framing no USA, 2017-2028 (USD Bilhões)	57
Figura 23 – Produção de perfis galvanizados de Light Steel Framing e Drywall, entre 2013 e 2019.	59
Figura 24 – Faturamento bruto das empresas entre 2014 e 2019.....	60
Figura 25 – Distribuição das fábricas nas regiões do país, 2019.....	61

Figura 26 – Ações para o fortalecimento do setor no Brasil de acordo com o levantamento junto as empresas em 2019.....	62
Figura 27 – Makita Cortadora de Metal - 4131	69
Figura 28 – Serra Rápida Portátil – L1230	69
Figura 29 – Parafusadeira Drywall a Bateria 20V - DEWALT-DCF620D2-B2.....	70
Figura 30 – Esquadro Profis 12"	70
Figura 31 – Pincel para Metal	71
Figura 32 – Trena Metrica Emborrachada Profissional 10m Ponta Magnetica.	71
Figura 33 – Pistola Finca Pino - FAI72N Âncora	72
Figura 34 – Boch Heavy Duty Martelete Perfurador Rompedor - GBH 2-24 D	72
Figura 35 – Estilete Profissional L32.	73
Figura 36 – Prumo De Face Parede 700 Gramas 224,0003 Noll	73
Figura 37 – Martelo de Borracha Cabo de Madeira - SPARTA-111305	74
Figura 38 – Bolsa Cinto Kit Ferramentas.....	74
Figura 39 – Grampo Multiuso 2' Irwin.....	75
Figura 40 – Perna Mecânica Para Trabalhos Em Geral De 24 A 40 Pol.-Noll	76
Figura 41 – Jogo Serra Copo 11 Peças MP	76
Figura 42 – Tesoura para Chapa 8 200mm Corte Reto com Mola	77
Figura 43 – Ferramenta de Nível Laser Multifuncional 3D 12 Linhas Linhas Horizontais Verticais com Função de Auto nivelamento.	77
Figura 44 – Plaina Makita 82Mm 3.1/4Pol 220V M1902B	78
Figura 45 – Transportador de Chapas até 115 Kg	78
Figura 46 – Caminhão Munk	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Levantamento de água em incorporada no processo de fabricação de concretos e argamassas em central dosadora. Maringa, PR, 2012.....	43
Tabela 2 – Levantamento do número de obras por seguimento no ano de 2016.	65

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
LSF	Light Steel Framing
NBR	Norma Brasileira
SIMAC	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
M ²	Metro quadrado
BIM	Building Information Modeling
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo
OSB	Oriented Strand Board (Painel de Tiras de Madeira Orientadas)
CUB	Custo Unitário Básico
FGV	Fundação Getúlio Vargas
T	Toneladas
CBCA	Centro Brasileiro da Construção em Aço
PIB	Produto Interno Bruto
ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS.....	15
2	SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING	17
2.1	Definição	17
2.1.1	Fundação	18
2.1.2	Perfis de aço estrutural galvanizado	19
2.1.3	Placas Estruturais OSB (Oriented Strand Board).....	20
2.1.4	Membrana Hidrofugante	20
2.1.5	Manta de Isolamento Termoacústico (Lã de Pet; Lã de Vidro; Lã de Rocha).....	21
2.1.6	Placas Estruturais Cimentícias	22
2.1.7	Tela de tratamento de juntas	22
2.1.8	Parafusos Especiais	23
2.1.9	Placas de Gesso Acartonado	23
2.1.10	Piso Wall – OSB Mezzanino.....	23
2.1.11	Tipos de lajes	26
2.1.12	Steel Deck.....	26
2.1.13	Instalações	27
2.1.14	Cobertura	29
2.1.15	Acabamento	29
2.2	Características do planejamento	30
2.3	A Importância do planejamento de obras em Light Steel Frame	31
2.3.1	Quais são os métodos de planejamento e gestão ideais para o Steel Framing?.....	32
2.3.2	Os principais softwares utilizados em LSF.....	33
2.4	Ganho de área	36

2.5	Durabilidade.....	37
2.6	Resistência ao fogo.....	38
2.7	Falta de mão de obra qualificada	39
2.8	Desenvolvimento sustentável explorando o Light Steel Framing.....	40
2.8.1	Reciclagem.....	40
2.8.2	Construção a Seco	42
2.9	Certificações de construção verde	44
2.10	Controle tecnológico e limitações do projeto	47
2.10.1	Passo a passo de como as empresas podem obter essa qualificação: 48	
2.10.2	Controle de Qualidade.....	49
2.11	Manutenção e prevenção.....	52
3	CUSTOS.....	54
3.1	Qual é o preço do Steel Frame em 2021?.....	54
3.2	Quanto custa o metro quadrado do LSF?	54
3.3	Como é calculado o valor do Steel Frame?.....	56
4	CENÁRIO DO SETOR DE PRODUÇÃO.....	57
4.1	Capacidade Produtiva de aço	57
4.2	Cenário das fábricas de perfis e aço galvanizado	58
5	A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO.....	63
6	CANTEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA	67
6.1	Caraterísticas.....	67
6.2	Etapas.....	67
6.3	Ferramentas e Máquinas	68
6.3.1	Makita Cortadora de Metal.....	69
6.3.2	Serra Rápida Portátil Para Metais.....	69

6.3.3	Parafusadeira	70
6.3.4	Esquadro	70
6.3.5	Pincel para Metal.....	71
6.3.6	Trena Magnéticas	71
6.3.7	Martelete Perfurador.....	72
6.3.8	Estilete.....	73
6.3.9	Prumo de Face	73
6.3.10	Martelo de Borracha	74
6.3.11	Cinto de Ferramentas.....	74
6.3.12	Grampo	75
6.3.13	Perna Mecânica	75
6.3.14	Serra Copo.....	75
6.3.15	Tesoura Corta Perfil	76
6.3.16	Nível Laser	77
6.3.17	Plaina Desbastadora	78
6.3.18	Levantador de Chapas	78
6.3.19	Guindaste.....	79
7	CONTRATOS.....	80
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual do sistema habitacional brasileiro é preocupante devido à quantidade de moradias irregulares ou ainda os que não tem onde morar, em especial a população das grandes metrópoles do país. Um estudo feito pela Fundação João Pinheiro Filho em março de 2021 aponta que o déficit habitacional no país está em 5,8 milhões de moradias. Já o número de residências que apresentam algum tipo de inadequação chega a 24,8 milhões (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2021).

É certo que fatores históricos contribuíram para o contexto atual pois entre os anos de 1960 e 1980 a intensa migração da população rural para as grandes cidades, movimento conhecido como êxodo rural, levou milhares de trabalhadores do campo para as grandes cidades a procura de melhores condições de vida e de trabalho, no entanto, de forma desordenada o resultado foi a superlotação das cidades, o surgimento de moradias irregulares e problemas sociais.

Muito antes, após a lei áurea em 1888 que libertou os escravos no Brasil, mais de 700 mil pessoas foram abandonadas à própria sorte, sem que houvesse realizações de reformas que os integrassem socialmente, intelectualmente ou economicamente. A maioria dessa população procurou as cidades em busca de trabalho. Cortiços passaram então a fazer parte do cenário dessas regiões, pois foi a forma que muitos deles encontram de se abrigar devido à falta de recursos. Logo, em 1927 surge uma das primeiras favelas do país, o “Morro da Providência” no Rio de Janeiro, depois de uma série de medidas do governo que os forçaram a sair dos centros urbanos e comerciais rumo aos morros e regiões mais afastadas (Marigoni, 2011).

Historicamente as cidades não conseguem suprir as demandas por habitação sejam elas por fatores extraordinários, pelo habitual crescimento da população, ou negligência. Muito por conta da falta de iniciativa pública e privada, a construção civil, o principal setor apto a solucionar o problema habitacional, se mantém tradicional e não evolui seus conceitos dificultando a evolução do país nesse quesito.

A lenta movimentação para modernizar a categoria expõem a fragilidade dos métodos atuais, que demonstram baixo desempenho e pouca produtividade. A construção civil no Brasil é tachada pelos processos de execução prevalentemente artesanais, com isso os mecanismos de controle e gestão são pouco eficientes devido à baixa precisão dos métodos construtivos atuais (Santiago, 2008). Além disto, os

desperdícios são recorrentes e são coeficientes da baixa competitividade e dos altos níveis de poluição.

Todavia, existem muitos sistemas e tecnologias capazes de melhorar a indústria e suprir as deficiências nos métodos já estabelecidos. São processos otimizados e que podem atender a alta demanda por edificações. São qualificados pela eficiência produtiva, baixa produção de resíduos e a minimização de desperdícios, e podem ser aplicados em larga escala em obras de pequeno, médio e grande porte.

Um dos sistemas de construção industrializado, denominado Light Steel Framing, tem o conceito que se dedica em transformar o canteiro de obras em uma linha de montagem, semelhante ao que se vê na fabricação de produtos, ou na indústria automobilística (Sienge, 2021), e apresenta-se como uma dessas inovações presentes no mercado. A industrialização é um processo que visa otimizar a produção e isso acontece com a mecanização das atividades que favorecem a confecção em série e em grande escala (Cerqueira, 2021). O interesse em melhorar os processos maximiza a lucratividade dos profissionais, influi positivamente no meio ambiente e aumenta a qualidade das habitações.

Também conhecido como Sistema LSF, o sistema Light Steel Framing utiliza perfis de aço galvanizado, formados a frio, de baixa espessura, como principal elemento estrutural. Seus perfis são pré-fabricados e moldados industrialmente fora do local de obra. Além do sistema de estruturas, o método conta com esquemas específicos de fundação, de isolamento termoacústico, sobretudo elementos de fechamento interno e externos, que facilita, entre os outros processos, as instalações hidráulicas e elétricas (CBCA. 2021).

Considerado um sistema de construção a seco, por minimizar a utilização de água em seus processos, o LSF exige que os profissionais da área tenham profundo conhecimento da tecnologia, para que ela possa realizar desempenhar o máximo da sua capacidade. Por não se tratar de um método comum de construção, um dos grandes desafios é justamente implantar métodos de gestão pouco usuais no setor (MILAN; NOVELO; REIS, 2011).

Ainda não existem normas que tratam sobre a sua metodologia de construção (Barbiere, 2021). Apesar de apresentar provas de ser um sistema eficiente e consolidado em outros países como USA, Japão, Canadá, Inglaterra e Austrália desde

a segunda guerra mundial (decorlit, 2021), no Brasil o sistema é considerado inovador, portanto, a tecnologia depende de órgãos nacionais que contam com profissionais capazes de padronizar os procedimentos quando não existem normas técnicas definidas, a fim de assegurar o desempenho e aspectos importantes sobre do comportamento dos produtos ou sistemas.

Experiências em solo brasileiro já demonstram a capacidade de método Light Steel Framing, que é bastante difundido na construção de galpões, no setor industrial, e residências de alto padrão. Ainda timidamente, o mercado apresenta crescimento e abre caminho para outras possibilidades de utilização como as edificações residenciais do seguimento econômico.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral desse estudo é analisar a viabilidade de implantação do sistema LSF no Brasil aplicado em obras residenciais. Em acréscimo foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar as características e métodos de gestão do sistema;
- Analisar os benefícios do sistema de construção industrializado;
- Investigar os principais aspectos que o sistema precisa evoluir para se expandir no Brasil;
- Comparar os custos da construção em Light Steel Framing perante os efeitos da pandemia do COVID-19.

1.2 Organização dos capítulos

No Capítulo 2, Sistema Construtivo Light Steel Framing, são apresentadas as bases do trabalho, como a definição, características e processos do LSF.

No Capítulo 3, Custos, são descritos o preço do sistema construtivo LSF, o custo do m², como é calculado e os fatores que influenciam o custo total da obra.

No Capítulo 4, Cenário do Setor de Produção, é demonstrada a capacidade produtiva do aço, que é a principal matéria prima do sistema apresentado, o faturamento e a distribuição das fábricas de LSF no Brasil.

No Capítulo 5, A importância da Normatização, apresenta as normas utilizadas para garantir a padronização, conforto e segurança do sistema.

No Capítulo 6, Canteiro de Obras da Construção Industrializada, irá descrever as características, etapas e as ferramentas utilizadas garantindo a eficiência da obra.

No Capítulo 7, Contratos, identificação dos tipos de contratos de obras e qual o melhor método utilizado para construção em LSF.

No Capítulo 8, Considerações Finais, são apresentadas as principais conclusões obtidas.

2 SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

A construção civil está em constante desenvolvimento da industrialização, e com os grandes incentivos direcionados aos investimentos imobiliários. Para acelerar o processo de habitação sem aumentar absurdamente os custos, mantendo a qualidade, eficácia e a maior rapidez na execução houve a necessidade de desenvolver novas tecnologias e métodos construtivos.

Nos Estados Unidos, Japão e em diversos países da Europa, a utilização desse sistema em obras é comum. A cultura foi moldada ao longo do tempo, por motivo da falta de recursos naturais, como a madeira, matéria-prima mais utilizada para a construção das edificações e que ao longo da expansão populacional e preocupação ambiental, se tornou cada vez mais escassa, impulsionando a procura de novos métodos construtivos. (DECORLIT, 2021)

No Brasil o *Light Steel Frame*, encontra-se em processo de desenvolvimento, e o fortalecimento da cultura em obras industrializadas, passa por expandir o sistema em todos os níveis da população. Além da importância ambiental que envolve a utilização do LSF, existe a necessidade de modernizar o setor da construção civil para atender as necessidades sociais, a fim de suprir as deficiências relacionadas a moradia.

2.1 DEFINIÇÃO

O Light Steel Framing (LSF) é definido como um sistema construtivo que utiliza estruturas de perfis leves de aço galvanizado, conhecido internacionalmente na área da construção civil. A utilização do sistema, torna a construção mais rápida, organizada e racionalizada, pois dispensa a utilização de água na maioria das etapas relacionadas as estruturas, fazendo dele um tipo de “construção a seco”.

Atualmente, o LSF tem ganho a preferência de profissionais do setor na concepção dos projetos, e tem conseguido notoriedade em construções de larga escala, por conta da sua alta produtividade e a racionalização dos processos se comparados a uma construção convencional. Esse sistema utiliza para o seu fechamento, placas cimentícias ou *drywall*, substituindo tijolos e blocos de concreto. Os perfis de aço são conformados a frio e a sua montagem forma o esqueleto estrutural de toda a construção, como as paredes, lajes e os telhados, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura Steel Frame



Fonte: Portal Metálica – Lucas Gouveia (2021)

2.1.1 Fundação

O Light Steel Frame representa uma economia de tempo e dinheiro considerável em sua primeira etapa inicial, até 75% do custo da fundação convencional. Isso ocorre, pois sua estrutura é compatível com todos os tipos de relevo e seu peso é menor. Geralmente, são utilizados métodos mais simples de fundação como o Radier, ver Figura 2, ou Sapata Corrida, já que o peso todo é distribuído uniformemente e não possuem cargas pontuais.

Vigas baldrame também são bastante empregadas. Para terrenos com topografia difícil, pode-se utilizar de técnicas convencionais de engenharia para fundações, levando-se em conta que os dimensionamentos podem ser reduzidos devido a leveza da estrutura. O LSF é um sistema autoportante, portanto, para que haja uma correta transmissão das ações da estrutura, é preciso prezar pelo perfeito nivelamento e esquadro da fundação. O sistema tem pouca maleabilidade para ajustes na obra, desvios da fundação é uma interferência a ser evitada.

Figura 2 – Execução de obra de alto padrão em condomínio (Paraná) - fundação tipo radier.



Fonte: Habitissimo – Radier: residência em steel frame.

2.1.2 Perfis de aço estrutural galvanizado

Os perfis de aço galvanizado conforme Figura 3, em conjunto de placas estruturais, formam o diafragma da construção em LSF. A estrutura resiste a cargas verticais (telhados e pisos), perpendiculares (ventos) e de corte (sismos), transmitindo-as para a fundação. São utilizados também sistemas de contraventamento. Podem ser construídos em Steel frame: residências e prédios, estruturas comerciais e industriais, escolas, agências bancárias, hospitais, farmácias e afins.

Figura 3 – Perfis de aço



Fonte: GypSteel – Indústria de Aço.

2.1.3 Placas Estruturais OSB (Oriented Strand Board)

OSB é a sigla de Oriented Strand Board (Chapa de Tiras de Madeira Orientada). É uma placa composta por tiras de madeira de reflorestamento organizadas em direções pré-definidas para maior resistência e durabilidade, verificar Figura 4. Essas tiras de madeira são prensadas em camadas perpendiculares entre si e coladas com resina sob alta temperatura e pressão. Assim, ele fica bastante rígido, estável, alta versatilidade, resistente a impactos físicos e à umidade, possui bom isolamento termoacústico e resistente ao fogo e possui resultado satisfatório às exigências das normas estabelecidas pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil da ABNT, como a NBR-14810-3/2006. (HOMETEKA, 2021)

Figura 4 – Placas Estruturais OSB



Fonte: Pedreira – Light Steel Frame: Passo a Passo.

2.1.4 Membrana Hidrofugante

Utilizada nas paredes externas das construções, a membrana hidrofugante, ver Figura 5, forma uma barreira contra o calor, vento e umidade. Proporciona a ventilação adequada às paredes, com a saída do vapor d'água do interior das paredes, o que evita a proliferação de fungos e preserva o conforto dos ambientes.

Figura 5 – Membrana Hidrofugante (TYPAR)

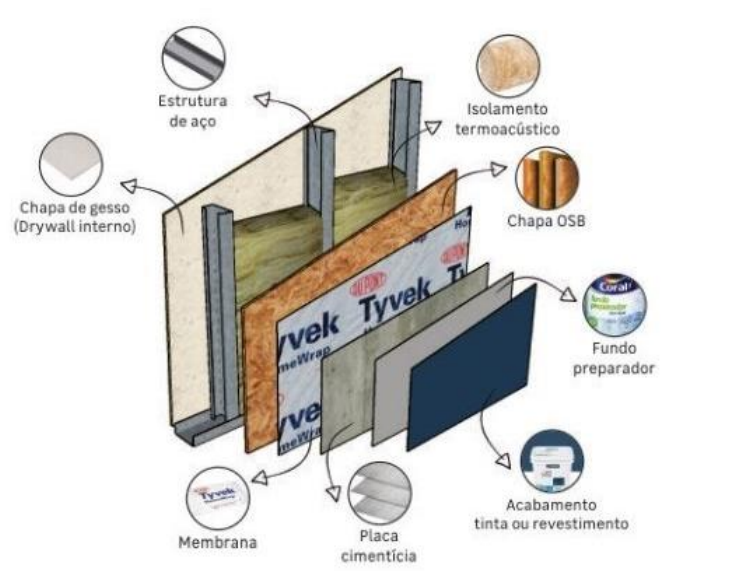


Fonte: Steel Max Construção Inteligente.

2.1.5 Manta de Isolamento Termoacústico (Lã de Pet; Lã de Vidro; Lã de Rocha).

Para isolamento térmico e acústico dos ambientes, a manta de isolamento, ver Figura 6, forma uma barreira para a entrada e saída de ruídos e a transferência de calor. É instalada entre as chapas de fechamento das paredes. O isolamento dos ambientes podem ser: divisórias internas, edifícios residenciais, edifícios comerciais, escolas, lojas, hotéis, cinemas, teatros e entre outros. É um material ecológico, resistente ao fogo e resistente a proliferação de fungos e umidade.

Figura 6 – Parede de LSF



Fonte: Leroy Merlin, 2021.

2.1.6 Placas Estruturais Cimentícias

As placas cimentícias, ver Figura 7, são painéis fabricadas por fibrocimento e agregados, onde são agrupadas com perfis metálicos no meio, criando assim as paredes, fachadas, forros, divisórias, mezaninos e entre outras. São indicadas para a construção de paredes externas ou internas, podendo ser aplicadas em ambientes secos ou molhados. Essas placas são sustentáveis, pois, evitam a produção de entulho e desperdício de material, necessita de quantidade de água reduzida do que o método tradicional, permite cronogramas de obras mais definidos, possui alta durabilidade e não oxida, possui proteção contra micro-organismos, permite ganho de área útil do imóvel, fácil de transportar e montar, construção leve que gera menor sobrecarga em fundações e lajes, material resistente ao fogo, a impactos e à umidade.

Figura 7 – Placa estrutural cimentícia



Fonte: Cimento Itambé.

2.1.7 Tela de tratamento de juntas

A tela de fibra de vidro, ver Figura 8, possui como composição a proteção alcalina, utilizada no tratamento de juntas, possui o objetivo de evitar o surgimento de trincas e fissuras, é indicada para sistemas de placas cimentícias para construções em light steel frame, wood frame, fechamentos e construção a seco.

Figura 8 – Tela de fibra de vidro



Fonte: Leroy Merlin, 2021.

2.1.8 Parafusos Especiais

Detalhes dos tipos de parafusos e fixadores são mostrados na Figura 9.

2.1.9 Placas de Gesso Acartonado

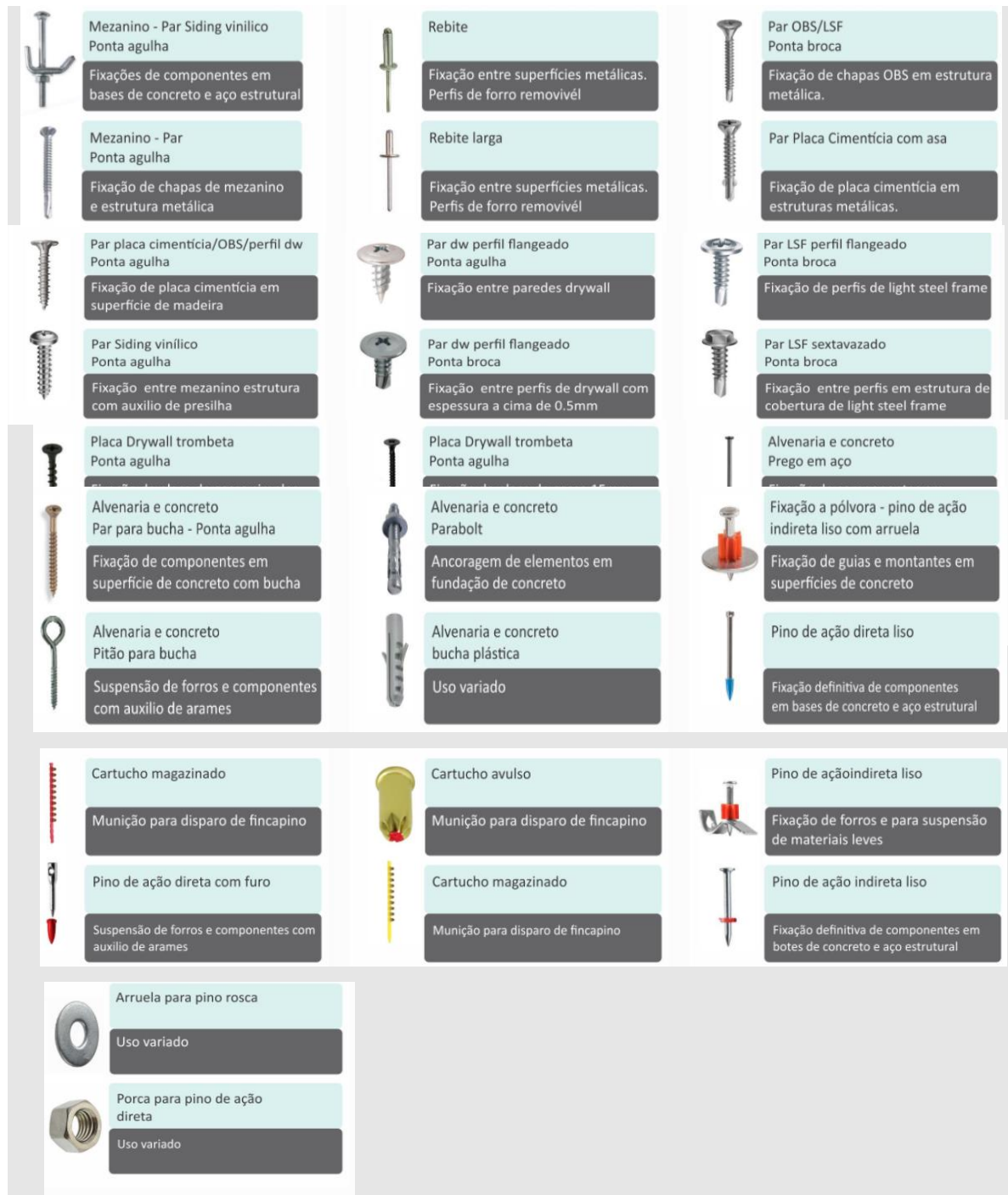
O gesso acartonado, ou drywall, mostrado na Figura 10, é uma placa formada por gesso e papel cartão, sustentada por perfis estruturais fabricados, em madeira ou aço. No caso da utilização do gesso acartonado para paredes, esses perfis estruturais podem ter até três medidas diferentes: 40 mm para paredes estreitas ou divisórias, 70 mm para paredes comuns e 90 mm quando há necessidade de incluir material isolante.

2.1.10 Piso Wall – OSB Mezzanino

O Painel Mezanino, verificar Figura 11, é o produto para utilização em lajes secas e mezaninos, sendo a melhor escolha para uma obra rápida, limpa e sem desperdício – as lajes secas de painéis mezanino sobre viga I, perfis de steel frame, perfis de aço pesado ou vigas de madeira maciça, substituem lajes pré-moldadas de concreto com mais rapidez de execução, sem sujeira, sem escoramento, e permite acabamento imediato após a instalação. O painel, é revestido em ambas as faces por placas cimentícias e possui miolo de OSB Home, o que permite receber diversos tipos de acabamentos e proporciona alta durabilidade e resistência mecânica ao painel. O miolo de OSB Home é uma placa estrutural de alta resistência físico-mecânica e sua

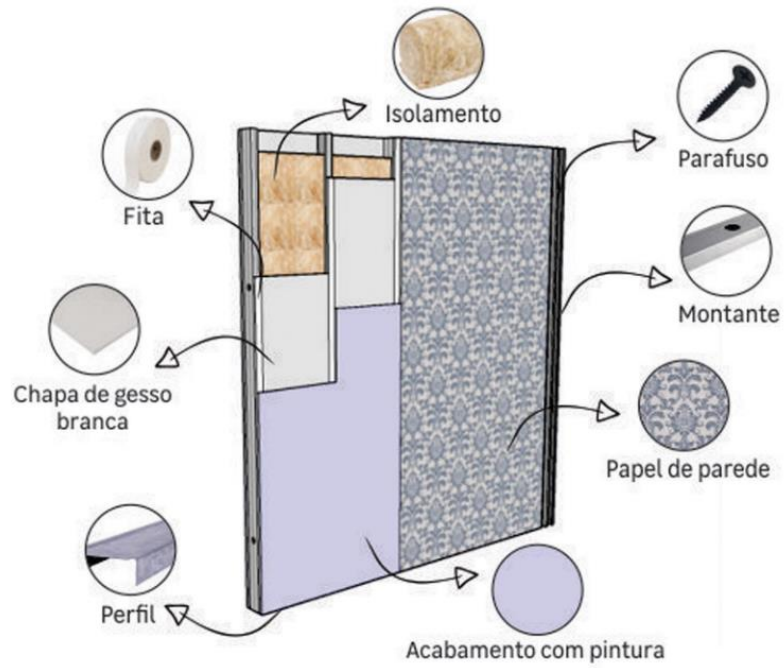
madeira é provida 100% de áreas de reflorestamento, além do material receber um tratamento de ciflutrina, o que o torna um produto diferenciado com proteção ao ataque de cupins e outros insetos xilófagos. (DECORLIT, SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS, 2021).

Figura 9 – Parafusos e fixadores Steel Frame



Fonte: Cataratas Steel Frame – Construções inteligentes

Figura 10 – Etapas de uma parede de Drywall



Fonte: Leroy Merlin, 2021.

Figura 11 – Painel Wall



Fonte: Green Lar

2.1.11 Tipos de lajes

As lajes do LSF possuem diferentes tipos de seção de perfil e três tipos de fechamento: a laje seca, a laje mista e a laje úmida.

Laje seca: É constituída pelo aparafusamento de placas rígidas, como por exemplo, OSB, com 18 mm de espessura, para áreas molhadas. (Intervenções Metálicas em Construções Preexistentes – Unaerp, Silva; 2021, p.4)

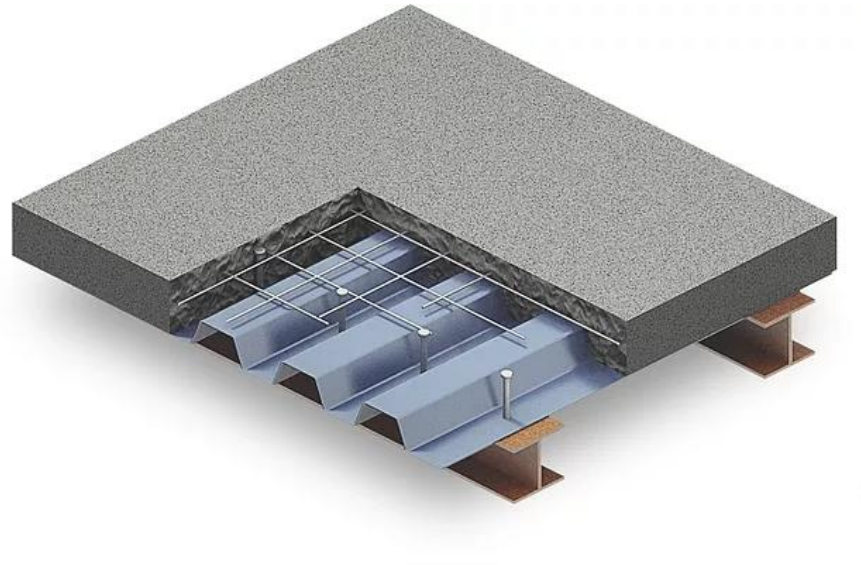
Laje úmida: É constituída pelo aparafusamento de chapas metálicas onduladas, onde é depositada uma camada de 4 a 6 cm de espessura de concreto que servirá de contrapiso para a aplicação de piso cerâmico, de madeira ou outros. Para evitar fissuras no concreto, é empregada uma armadura de distribuição colocada antes da concretagem. (Intervenções Metálicas em Construções Preexistentes – Unaerp, Silva; 2018, p.4)

Laje mista: É uma solução trabalhada com a placa OSB e um contrapiso de 3 a 4 cm de cimento e areia, onde aplica-se a lona terreiro entre cada etapa. Sem a lona terreiro a OSB estufa. Ela é feita com um material que, depois de um tempo com a umidade, estraga, tira a proteção do cupim, a proteção do fogo, tira a resistência a água, perde todas as proteções. Em cima desse contrapiso você poderá colocar pisos cerâmicos. (Dama do gesso, 2021). Podemos citar como exemplo de laje mista: Steel Deck.

2.1.12 Steel Deck

O steel deck de acordo com a Figura 12, é uma laje composta por telha de aço galvanizado e possui uma camada de concreto. O aço, excelente material para trabalhar a tração, é utilizado no formato de uma telha trapezoidal que serve como fôrma para concreto durante a concretagem e como armadura positiva para as cargas de serviço.

Figura 12 – Laje Steel Deck



Fonte: Concreta consultoria

2.1.13 Instalações

As instalações elétricas e hidráulicas no steel frame são as mesmas utilizadas em construções convencionais. Porém, algumas particularidades devem ser observadas. Se forem utilizadas tubulações de cobre para água quente ou gás, é necessário que sejam aplicados espaçadores plásticos para impedir o contato com aço galvanizado dos perfis, de forma a prevenir a formação de corrosão. Registros hidráulicos devem ser fixados a peças auxiliares instaladas horizontalmente, a fim de garantir a firmeza necessária para o seu uso.

O ideal é iniciar as instalações hidráulicas, ver Figura 13, após a finalização completa da estrutura das paredes e lajes e, se possível, quando os revestimentos externos e a cobertura já estiverem instalados. Com isso, evitasse que as intempéries danifiquem os materiais e aumentem o risco de acidentes. O sistema convencional PVC, também é utilizado no LSF, mas o PEX, ver Figura 14, é o que tem ganhado força na construção civil, pois utiliza mangueiras flexíveis ao invés de tubos rígidos, facilitando o manuseio e instalação do sistema.

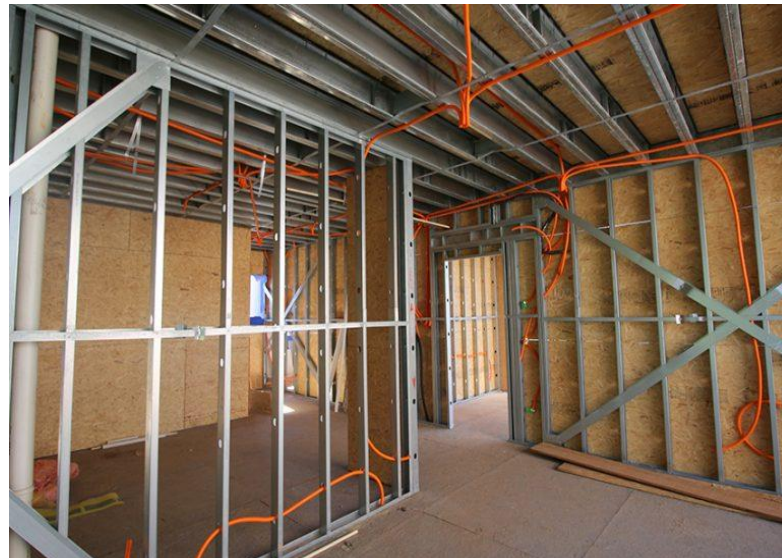
Figura 13 – Instalação hidráulica em Steel Frame e Convencional



Fonte: Pedreira, 2021.

O PEX – Polietileno Reticulado Monocamada – é composto de tubos flexíveis, desenvolvido para aplicação nas instalações hidro sanitárias, é composto por tubos de polietileno, polímero termoplástico formado por cadeias de monômero de eteno e etileno, passando pelo processo de reticulação, também conhecido como ligação cruzada ou crosslinking, que é que o processo de ligação das moléculas lineares gerando os polímeros tridimensionais de alta massa molar (TIGRE, 2019).

Figura 14 – Instalação Elétrica



Fonte: Dry Frame – Construções e Incorporações.

2.1.14 Cobertura

As coberturas específicas para steel frame, ver Figura 15, apresentam os mesmos princípios das estruturas tradicionais, como por exemplo, telhas shingle, cerâmicas, metálicas ou de fibrocimento. São utilizadas coberturas do tipo laje impermeabilizada, telhado verde ou telhado embutido. O peso da vedação, das mantas termoacústicas, dos forros suspensos, das instalações, equipamentos, da ação do vento e de outros fatores de carga, além do próprio peso, devem ser considerado ao dimensionar a capacidade de suporte da estrutura de cobertura.

2.1.15 Acabamento

O mercado possui materiais que dão à obra em LSF um aspecto similar ao de uma construção em alvenaria e, até mesmo, um acabamento mais refinado. A utilização de placas de madeira ou de gesso tornam as superfícies bem planas. O uso de siding metálico, vinílico ou cimentício para as fachadas conferem valor estético à edificação, além de ajudar no escoamento da água e, conseqüentemente, aumentar a vida útil da fachada. A utilização de forros, de madeira ou gesso, também deixa o imóvel com aspecto estético sofisticado. Nessa etapa, é importante que o usuário da obra e o profissional responsável pelo projeto de arquitetura ou design de interiores interajam a fim de explorar toda a potencialidade de acabamentos que uma construção em LSF pode viabilizar.

Figura 15 – Telhado



Fonte: Construmax Alfa

2.2 CARACTERÍSTICAS DO PLANEJAMENTO

Com a utilização do LSF, é possível que haja a otimização do tempo da execução da obra, mas isso pode depender de alguns aspectos rígidos a serem seguidos. Esse sistema é totalmente industrializado e permite a construção à seco, pois produz a obra com a menor quantidade de resíduos, assim diminuindo as tarefas executadas no local da edificação.

Walter Gropius foi um arquiteto alemão, considerado dos principais nomes da arquitetura do século XX e mentores da construção industrializada, em 1930 nos Estados Unidos, propõe um sistema de produção industrial para construção de casas, ele acreditava que a produção em série de casas pré-fabricadas possui uma série de vantagens sobre processos convencionais em concreto e alvenaria, pois ocorre

“...dentro de fábricas especializadas, em partes separadas e passíveis de serem produzidas em série para que possibilite apenas serem montadas em loco. Esse tipo de construção pré-fabricada e industrializada, além de poder contribuir com o barateamento das edificações, traz também como vantagem uma maior independência dos problemas que podem ocorrer por ocasião da execução, em comparação com o processo convencionais em concreto, que dependem da secagem dos elementos da construção, das argamassas etc., para o andamento da obra. Também deve ser levado em conta o ganho de qualidade em relação à precisão de medidas e encaixes, que dispensam ajustes no local, reduzindo o tempo de montagem no canteiro.” (GROPIUS, 2004)

O planejamento e organização tem como opção viável a metodologia “BIM” (Building Information Modeling), que funciona gerando arquivos de fabricação para as máquinas perfiladeiras. Então, a otimização irá iniciar desde a fase preliminar dos projetos até a entrega do empreendimento, onde a principal característica do processo é a racionalização e obtenção de menores prazos. Além disso, irá gerar economia com mão de obra e custos indiretos, como aluguel de ferramentas ou máquinas, uso de água e energia.

As placas dos revestimentos, possuem dimensões padrão de 120x60cm, então os projetistas e arquitetos podem fazer a utilização das modulações, fazendo o controle de qualidade dos revestimentos, criando projetos de otimização e recorte das placas. Assim, quando elaborado um projeto de paginação é possível elevar a velocidade, pois o corte antecipado dessas placas se torna viável, diminuindo os desperdícios e custos.

Com as tecnologias aplicadas no sistema, os profissionais controlam por completo a produção das estruturas, assim não há recortes em obra ou desperdícios de materiais, pois a estrutura e os elementos que irão fazer a fixação serão enviados juntos, fazendo com a execução da estrutura se inicie após quando a fundação estiver finalizada.

Por esse motivo, a fase inicial dos projetos é uma das principais e de extrema importância para que não haja nenhuma falha ou defeito na hora da execução. Outro ponto de extrema importância que irá refletir no tempo de execução é o cronograma geral da obra, onde a fabricação deverá atender as necessidades do planejamento, permitindo que seja entregue apenas o necessário para cada etapa da obra.

2.3 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DE OBRAS EM LIGHT STEEL FRAME

Com o avanço tecnológico da construção civil e a introdução do LSF no Brasil, é de extrema importância e indispensável um ótimo sistema de gestão de obras para garantir que a obra seja realizada adequadamente, com segurança, eficiência e preservando todas as características citadas do sistema. O planejamento adequado proporciona um projeto rigorosamente definido, pois:

- Define os níveis de piso terminado;
- Possui o sistema totalmente industrializado, minimizando possíveis falhas;
- Projetos compatibilizados automaticamente;
- Possui controle de estoque de materiais;
- Determina todos os materiais dos revestimentos, com tamanhos e locais para abertura;
- Estabelece o nível adequado para o forro;

- Não existe uma tolerância aceitável nas medidas dos painéis, uma vez que são permitidas apenas discrepâncias de mais ou menos 1 mm. Isso, que parece ser impossível, é permitido ao trabalhar com perfis que apresentam dimensões estáveis e os métodos exatos para o corte (ANGULLAR ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO, 2021).

Para que haja economia e viabilidade de aplicação do sistema LSF, o gerenciamento é crucial por criar a possibilidade de atuação em todos os itens que podem atrapalhar a obra, pode-se citar: atrasos, bitributação, retrabalho com documentos importantes e riscos na contratação. Com o gerenciamento de obras adequado, pode-se eliminar os serviços do contrato com construtoras, pois podem ser adquiridos de forma direta com o empreendedor. Ressaltando, que a construtora permanece com a responsabilidade sobre os prazos, qualidade, controle, logística, entre outros fatores da construção. (ANGULLAR - ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO, 2021).

A estratégia produtiva se resume no acompanhamento de cada etapa da obra, diretamente na execução, para que cumpra todos os requisitos de qualidade e prazos estabelecidos. Outro ponto estratégico de qualidade de gestão, é o cronograma no tempo apresentado, junto com o orçamento, totalmente alinhados, para que não haja nenhum imprevisto desde o pré-projeto até a entrega final do empreendimento. Para a eficiência da gestão de obra, é feita a utilização de softwares especializados, que podem acompanhar todas as etapas remotamente e em tempo real permitindo a visualização global, assim o controle geral ficará mais produtivo e automatizado, podendo prever interferências e com a menor quantidade de erros possíveis e, com isso, resolvê-los de forma rápida antes mesmo da execução de certa etapa, fazendo com que o cronograma possa ser realizado dentro do previsto.

2.3.1 Quais são os métodos de planejamento e gestão ideais para o Steel Framing?

O planejamento de obra, pode ser definido como o primeiro passo para a elaboração de um projeto, onde será organizada cada etapa da obra, tendo como objetivo, controlar, organizar, cumprir prazos, prever riscos e atender todas as especificações impostas no projeto. Para que se obtenha sucesso e eficiência na

gestão de obra em LSF, é necessário que sejam adotados alguns métodos e processos, em que podemos contar com o auxílio de alguns programas básicos:

Trello: é uma ferramenta gratuita e online colaborativa para o gerenciamento de processos e tarefas, que organiza os projetos em quadros, onde são inseridas listas de tarefas com descrições, prazos e objetivos a serem concluídos. Ele possui uma interface prática e intuitiva, com checklists, upload de arquivos e sistema de etiquetas com cores, ajudando a categorizar atividades. É um aplicativo completo para o acompanhamento de tarefas e para organizar projetos que envolvem equipes numerosas em grandes empresas, como por exemplo, a integração completa de engenheiros, arquitetos, projetistas e todos os participantes de uma obra. (TECHTUDO, 2021).

Microsoft Excel: o Excel é um dos programas mais utilizados para controle de valores, ou seja, ele irá realizar a informatização de toda a parte matemática da obra, como por exemplo, fluxo de caixa, valores de contrato, gráficos analíticos de prazos, medições, orçamentos e pedidos.

MS Project: é um software de gerenciamento de projetos, que possui ferramentas para o planejamento, execução ou controle de uma série de atividades alinhado à utilização dos recursos, custos e cronograma. (SPBIM, Arquitetura Digital, 2021). Ele possui a ferramenta mais eficaz e rápida de representar graficamente, como por exemplo, Gantt e PERT. Com esse recurso, ele irá direcionar a uma metodologia eficaz de planejamento, pois obriga a utilização de um método para o detalhamento de cada atividade, mostra automaticamente as inconsistências entre a execução do projeto e o que foi previsto pelo planejamento, auxilia o gerente de projetos na tomada de decisões relativas a prazos, custos e recursos e permite de maneira muito rápida e eficiente, o cálculo do caminho crítico do empreendimento. (HAGA, 2021). O caminho crítico de uma obra, é denominada como a tarefa que não possui flexibilidade de datas, sendo assim o ponto que deverá ser observado com cautela, para que não atrase o restante das fases da obra. (continuar)

2.3.2 Os principais softwares utilizados em LSF

De acordo com Marcos Crivelaro, engenheiro civil e professor da Faculdade de Informática e Administração Paulista (FIAP), e o Paulo Roberto M. de Carvalho,

engenheiro, diretor da Stabile Engenharia, empresa que desenvolve softwares para estruturas metálicas, oferece cursos de especialização e membro da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, (ABECE), listaram os principais programas para o dimensionamento e desenho de estruturas metálicas:

Ftool: software de análise bidimensional estruturado no método de elementos finitos. Faz análises de pórticos e bidimensionais com relatórios gráficos de irregularidades, esforços de momento fletor, forças axiais e cortantes. Contudo, não dimensiona segundo a sua resistência (Estados Limites Últimos), uma vez que apenas analisa as peças, suas deformações e esforços. É necessário usar os resultados em outros softwares para fazer a análise da resistência das peças e assim completar os cálculos.

Visual Metal: software de dimensionamento de perfis metálicos somente para Estados Limites Últimos. Para usar com eficácia, o primeiro passo é fazer uso de um software de análise bidimensional (como o Ftool), para então extrair os dados e lançar no programa. Finalizado o cálculo também são gerados relatórios que permitem montar um memorial de cálculo detalhado de cada peça. O programa consegue selecionar o perfil mais leve para utilização no projeto. Contudo, é importante saber que esta ferramenta não atende à norma NBR 14762/10, relacionada a perfis conformados a frio, e à norma NBR8800/08.

Autometal: software educacional que atende as normas brasileiras e permite o uso em projetos profissionais. É amplamente utilizado para análise de treliças planas, cuja principal utilização é o cálculo de galpão treliçado. Realiza análise de deformações, de resistência dos perfis e de cada elemento da treliça. Calcula telhados de duas águas, água simples, arco circular e parabólico. Depois, lista os materiais que devem ser comprados para a fabricação das treliças e possui uma biblioteca de perfis e materiais. Por fim, faz o dimensionamento automático dos pórticos, incluindo esforços de ventos, baseado na NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações.

Metálicas 3D: programa usado para cálculo estrutural e dimensionamento de elementos estruturais metálicos, de alumínio e de madeira. Possui entrada de dados gráficos fácil, onde o usuário pode desenhar a estrutura com comando de cotas. Basta informar as dimensões do projeto ou ainda importar um desenho feito em qualquer software CAD (arquivos dwg ou dxf). As linhas do desenho serão transformadas em

barras, sem a necessidade de redesenhar toda a estrutura. Através do cálculo automático dos coeficientes de flambagem, o software determina os valores apropriados. Após o cálculo, o software gera um relatório com todas as barras que não satisfizeram as especificações conforme a norma escolhida e já indica o perfil ideal para a situação.

EdiLus Steel: ferramenta que permite desenhar e verificar construções de aço, ou calcular elementos específicos no interior de estruturas realizadas com outros materiais (mas precisa estar integrado com EdiLus CONCRETE ou EdiLus MASONRY). As soluções são baseadas na tecnologia BIM (Building Information Modeling). O software possibilita verificar os detalhes e obter, em uma única fase, desenhos executivos, cálculos e as verificações. Vigas e pilares podem ser inseridos, deslocados e alterados diretamente na vista 3D. Para simplificar a inserção dos elementos, o programa conta com a visualização da planta arquitetônica em formato DXF/DWG na vista 3D.

MCalc3D: software de verificação automática da estabilidade, integração com o programa mCalcLIG, recurso do Diafragma Rígido e SupeNó, exportação de arquivos SDNF, modelagem de ligações semirrígidas, modelador de prédios de vários pavimentos e um módulo para modelagem automática de galpões.

MCalcLIG: software que trabalha com o cálculo e detalhamento de ligações, emendas e bases de pilares. O diferencial, mesmo quando comparado com programas estrangeiros, está na existência de mais de 40 tipos de ligações. O mCalcLIG 4.0 pode ser entendido como uma calculadora de ligações onde o programa verifica os itens da ligação e produz a memória de cálculo.

SAP: software de Análise Estrutural e Dinâmica, Linear e Não-Linear para Elementos Finitos. Com interface intuitiva, o programa é versátil e conta com um bom sistema de análise estrutural. Usado geralmente por engenheiros é empregado em projetos de infraestrutura de obras, transporte, instalações de grande porte, e instalação para geração de energia. Com técnicas analíticas avançadas permite análises de Eigen e Ritz. Também analisa catenária de cabos, não-linearidade física com rótulas, apresenta resultados para elementos de casca não-linear de múltiplas camadas, flambagem, colapso progressivo, amortecedores dependentes de velocidade, energia para controle de tração, isoladores de base, análise não-linear de

construção segmentada e plasticidade de apoio. Essas análises podem ser não-lineares estáticas e dinâmicas com variadas cargas no tempo (time-history), integração direta e com opções de análise dinâmica FEA não-linear. Programa faz análise desde um pequeno pórtico 2D até uma análise dinâmica não-linear 3D de grande porte e complexa.

Strap: programa de análise estrutural de elementos finitos, ou seja, barras, planos, paredes e sólidos. O software é gráfico e possui variedade de recursos para análise e modelagem de estruturas simples ou complexas. Conta com biblioteca própria de estruturas típicas, e com apenas alguns parâmetros, permite gerar modelos estruturais como galpões, treliças (Howe, Pratt, Espaciais), pórticos planos, grelhas, reservatórios e caixas d'água.

Revit: O programa trabalha com banco de dados BIM e inclui recursos para projeto de arquitetura, engenharia de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos, engenharia estrutural e construção. Os usuários podem desenvolver projetos utilizando a modelagem paramétrica de elementos, de forma integrada e sobre uma mesma base de dados.

Steel Connections: é uma extensão de conexão estrutural com interface de usuário orientada por API-Driven. Projetado para exibir geometria de conector estrutural detalhada e usado para modificar parâmetros adicionais no ambiente de modelagem do Revit.

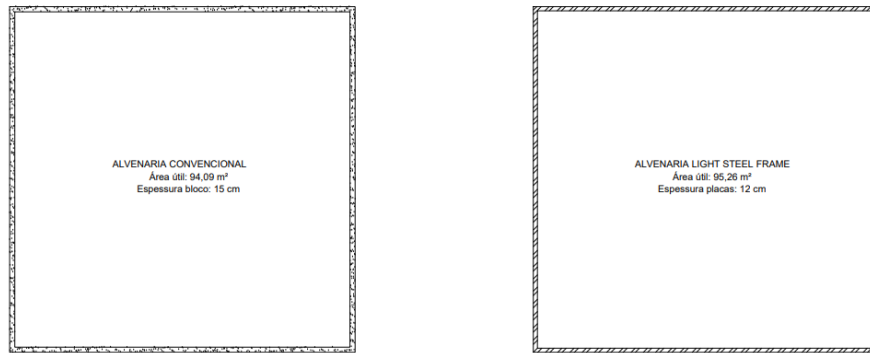
Tekla: software voltado para projetos de construção e gerenciamento de infraestrutura. Com modelagem precisa, o programa é usado principalmente nas estruturas metálicas e em concreto armado, permite o compartilhamento de informações, modelos e planos com outros softwares específicos da arquitetura e MEP (mecânica, elétrica e hidráulica).

2.4 GANHO DE ÁREA

Quando o LSF é comparado com um projeto de edificação de alvenaria convencional, conforme Figura 16, pode-se perceber que a construção realizada com o aço oportuniza um ganho considerável de área útil, isso se justifica porque as espessuras das paredes internas nas edificações são menores comparadas a tijolos

ou blocos. Onde, a espessura final da steel frame é de 120mm, ou 12 cm, enquanto a de tijolos é de 15 cm. Como podemos citar como exemplo na figura 16:

Figura 16 – Comparativo de um cômodo com as mesmas dimensões, 10x10, em alvenaria de bloco convencional e Steel Frame.



Fonte: Autores, (2021).

2.5 DURABILIDADE

A durabilidade do sistema construtivo Light Steel Framing é relacionada diretamente com as características do aço e seus componentes, por ser um material resistente a altas temperaturas, grandes de esforços de tração e compressão, além de ser resiliente a ação de microrganismos e da corrosão.

Segundo a empresa Santos & Delgado, especialista em arquitetura e construções em *Light Steel Framing*, as estruturas metálicas vão exigir manutenção somente após 40 anos de uso em ambiente marítimo. Além disso, no campo esse tempo se estende para 70 anos e levando em consideração como a edificação foi projetada a estrutura pode durar até 150 anos. O processo de galvanização que consiste em na aplicação de uma camada protetora de Zinco sobre a superfície do aço, protege a estrutura da corrosão, que é o principal agressor do aço em ambientes úmidos, é essencial para o bom funcionamento do sistema de forma longa, podendo elevar a duração do sistema estrutural para até 300 anos de vida útil.

O sistema possui a vantagem de ter grande parte de seus componentes (parafusos, placas de fechamento, perfis metálicos, mantas acústicas entre outros) confeccionados em fábricas que seguem normas de segurança e padronização e garantem maior qualidade da edificação, sobretudo, a garantia de que os materiais

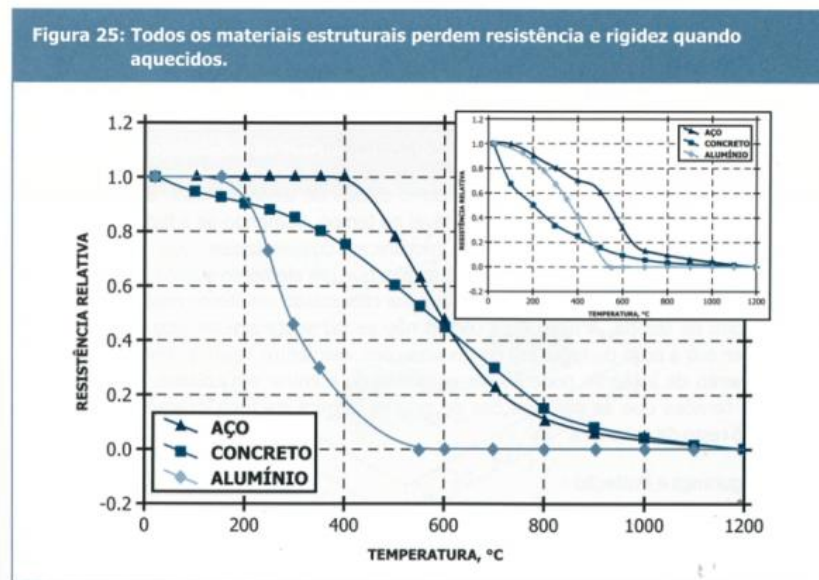
estarão dentro da especificação necessária para atender as necessidades do empreendimento.

2.6 RESISTÊNCIA AO FOGO

Os perfis metálicos do sistema LSF são incombustíveis devido as suas propriedades químicas, sendo assim, não alimentam as chamas em casos de incêndio e dificulta o alastramento do fogo durante um incidente. Além disso, a maioria dos componentes do sistema possuem características que limitam a propagação do fogo. Elementos como: isolamento com lã de vidro, painéis de gesso, placas cimentícias e outros revestimentos, recebem de fábrica proteção contra incêndio para aumentar a segurança das edificações e diminuir a velocidade de propagação do fogo. Todavia, o desempenho do sistema perante a essas circunstâncias, dependerá de condições externas, como a temperatura máxima atingida, teor de umidade do ambiente, fonte de calor/combustível, tempo de exposição a chamas, qualidade e especificações dos materiais e projeto.

De acordo com o resultado da análise exposta na Figura 17 é possível afirmar que dentre os materiais analisados: aço, concreto e alumínio, o aço é o material mais resistente quando exposto a temperaturas extremas. Em uma situação real de incêndio, um edifício estruturado LSF teria maior tempo de intervenção comparado ao edifício e estruturado por concreto.

Figura 17 – Resistência dos materiais expostos a altas temperaturas



Fonte: Engenheiro do aço, 2018.

Para garantir uma edificação segura é importante seguir os requisitos do Regulamento de Segurança Contra Incêndio, art. 23, do Decreto nº 9.662, de 1º de janeiro de 2019, no projeto, além de realizar ensaios que revelem o tempo de resistência ao fogo e analisar o fator massividade de cada elemento estrutural, com base nesses parâmetros é determinada a espessura adequada dos materiais.

O regulamento, prevê que as edificações sejam classificadas por categorias de risco, variando ente os tipos de edifício e sua utilidade. No critério de avaliação, fatores como, altura, área, cargas, local, tipo de construção, entre outros, são elementos levados em consideração para determinar o grau de risco do prédio e suas devidas medidas de segurança. Em Portugal, grande maioria das edificações em LSF são classificadas como “utilização-tipo I – Habitacionais (UTI)” que correspondem a habitações unifamiliares e multifamiliares, nesse tipo de construção o regulamento exige que os elementos estruturais possuem resistência ao fogo suficiente para suportar os carregamentos, manter o isolamento térmico e estanqueidade por ao menos 30 minutos (FUTUR ENG, 2021).

2.7 FALTA DE MÃO DE OBRA QUALIFICADA

A qualificação da mão de obra para o desenvolvimento do sistema LSF no Brasil é importante para que o método possa ser executado na plenitude da sua capacidade e seja eficiente. O LSF necessita de profissionais especializados em suas funções devido aos processos específicos e pouco usuais de construção.

Apesar da diferença entre os métodos de construção convencional e a industrializada, algumas etapas se assemelham entre elas, principalmente na parte elétrica, hidráulica, fundação, revestimentos, pisos, pinturas entre outros, por outro lado, na principal característica do sistema, as estruturas e os elementos de fechamento, é exigido que haja profissionais especializados para desenvolver os projetos, análise estrutural, gestão do empreendimento e a execução do projeto de forma padronizada e precisa. A principal dificuldade do mercado em relação a mão de obra, está em encontrar empresas e profissionais que realizem esse serviço. Portanto, a evolução do LSF no Brasil também passa por desenvolver os profissionais dessas áreas e aumentar a disponibilidade dos serviços.

Cabe aos profissionais, montadores, construtores, instaladores e empreiteiros, buscar ter conhecimento das normas técnicas, e a responsabilidade para desenvolver

as atividades conforme os requisitos e diretrizes delas, essencial para desenvolver um padrão de construção. Da mesma forma que, cabe ao proprietário a aquisição de produtos normatizados para garantir a qualidade e a segurança da edificação para os usuários e trabalhadores. Além disso, compete ao gestor da obra, a responsabilidade de contratar os profissionais qualificados que sejam capazes de executar as atividades de maneira padronizada, respeitando as particularidades do sistema.

A popularização do sistema, através de eventos, workshops, treinamentos e conteúdos digitais tem papel importante para disseminar o sistema e fazer com que mais pessoas tenham contato com a tecnologia e a considerem como uma opção de profissionalização e de negócio, além de aumentar a produtividade de quem já atua na área.

2.8 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EXPLORANDO O LIGHT STEEL FRAMING

2.8.1 Reciclagem

Os métodos atuais têm sido cada vez mais inviáveis devido ao grande impacto ambiental que envolve a construção civil. Seja pelo processo de mineração, para extração de materiais como areia, brita e argila, seja pelo processo produtivo do cimento, que agrava o problema do efeito estufa ou pelo volume de resíduos sólidos produzidos nas obras de construção e reforma que muitas vezes são descartados de forma inadequada, o setor contribuí com altos níveis de poluição ameaçando o futuro sustentável do planeta (BUS CONSTRUÇÃO, 2018).

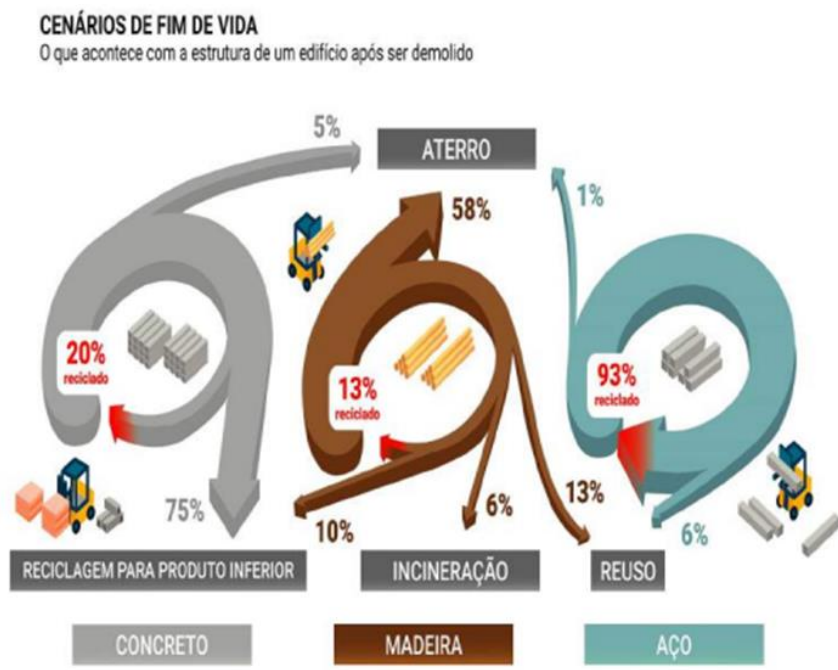
Por outro lado, considerar o LSF como sistema construtivo na concepção de um projeto é também dar outra perspectiva sobre o desenvolvimento sustentável no setor. O aço é o material mais reciclado do mundo e mesmo após o seu ciclo de vida útil ele pode ser recuperado diversas vezes e ainda conservar as suas propriedades. Dentre os materiais empregados nas estruturas o aço é o que possui maior aproveitamento, podendo atingir níveis entre 90% e 100% de reciclagem. (AISC.ORG 2021).

A Figura 18 representa uma ilustração que demonstra o ciclo de vida das estruturas após sua demolição, podendo elas ser construídas em concreto, madeira, aço ou em conjunto. De acordo com a imagem, as estruturas de aço têm quase totalidade de reaproveitamento do material, sendo apenas 1 % integralmente descartável, ou seja, depois de reciclado 93% do aço demolido poderá novamente ser

utilizado como estrutura e 6 % do material que perdeu vida útil ainda pode ser reutilizado em outra construção. Já o concreto, material mais utilizado, destina 5 vezes mais volume para aterros do que o aço em obras da mesma proporção, 75% do material demolido após o ciclo não pode ser reutilizado para estruturas, onde a sua utilidade é maior, e apenas 20 % dele é reciclado.

A Organização Mundial do Comércio (OMC) afirma em seu relatório World Trade Report – Natural Resources que recursos naturais são “estoques de materiais existentes em ambiente natural que são escassos e economicamente úteis” (Super Abril, 2021). Sendo assim precisam ser utilizados de forma racional ou então chegarão ao esgotamento. Pode se dizer então, que o melhor caminho para aumentar a eficiência no uso de recursos é a reciclagem. O processo de recuperação do aço possibilita reduzir a extração de 1400 Kg de minério de ferro, 740 Kg de carvão mineral e 120 Kg de Cal para cada tonelada de aço gerada através da reciclagem, além disso, 1,5 toneladas do composto CO_2 (dióxido de carbono) deixam de ser emitidas e diminuem os desequilíbrios do efeito estufa (Carboneri, 2019).

Figura 18 – Destino das estruturas após seu ciclo de vida



Fonte: Manual de Sustentabilidade de Construção em Aço, 2019.

2.8.2 Construção a Seco

Existem diferentes técnicas ligadas a construção a seco, como:

- a) Placas de gesso – São pré-fabricadas em indústrias especializadas e são personalizadas de acordo com o projeto de construção. É normal que a confecção delas não seja no local da obra e que a entrega do material no destino seja apenas no período adequado de montagem. Elas podem ser identificadas por dois tipos: A placa de gesso lisa, que são utilizadas usualmente para construção de forros e a placa de gesso acartonada, também conhecida como Drywall (parede seca), que servem para construir, não só forros, mas também paredes, como o próprio nome sugere (PALCO SAINT-GOBAIN, 2021).
- b) Painéis EPS – É uma solução para substituir o fechamento tradicional das construções. Os painéis EPS, ou ainda, o poliestireno expandido é versátil e pode beneficiar diversos seguimentos. Na construção civil ele é manipulado para desenvolver maior eficiência termoacústica, podendo criar a partir do material, tijolos, telhas e paredes (AECWEB,2021).
- c) Parede dupla de concreto – Sistema industrializado, que consiste em paredes duplas de concreto com dimensões pré-definidas pelo fabricante, montadas no local da obra com a ajuda de maquinário para içá-las nos locais estabelecidos em projeto. Tem função estrutural e os vãos entre as placas podem ser preenchidos com concreto ou outro material termoacústico (MASSA CINZENTA, 2021).
- d) Light Steel Framing – São perfis de aço galvanizado formados a frio, confeccionados na indústria metalúrgica e posteriormente transportados para o local da obra, onde são montados uma espécie de “esqueleto” com função estrutural para a construção, que em seguida recebe placas de fechamento definidas na concepção do projeto (CBCA, 2021).
- e) Os mecanismos industrializados citados acima, ganham o título de construção a seco por dispensar a obrigatoriedade da utilização de água no processo de construção no local da obra. A atual crise hídrica que o Brasil enfrenta acende um alerta pela falta de manejo e uso sustentável desse recurso. Por isso soluções tecnológicas que auxiliam na diminuição do consumo de água

ganham força em todos os seguimentos de produção (THÓRUS ENGENHARIA, 2020).

Por outro lado, estruturas, fundações, paredes, colocação de piso e revestimentos, são etapas da construção, que quando realizadas nos métodos mais comuns, demanda o uso de concreto ou argamassa. São essas misturas que carecem de água e fazem da construção civil um dos seguimentos que mais consomem água no planeta. Um estudo realizado pela UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar levantou dados sobre o consumo de água na produção de concreto e argamassas em uma usina na cidade de Maringá – PR. O resultado, detalhado na Tabela 1, foi que para cada m³ de concreto usinado são 211 litros de água e 201 litros para produzir cada m³ de argamassa.

Tabela 1 – Levantamento de água em incorporada no processo de fabricação de concretos e argamassas em central dosadora. Maringa, PR, 2012.

Material	Traço (Litros/m³)	Água consumida na lavagem dos caminhões (litros/m³)	Consumo humano e manutenção da indústria (Litros/m³)	Total (Litros/m³)
Concreto usinado	170	28	13,30	211
Argamassa usinada	160	28	13,20	201

Fonte: Robson Rodrigo da Silva; Ronan Yuzo Takeda Violin, 2012.

A construção civil é responsável por 21 % do consumo de água doce disponível no mundo e 13,4 % desse montante é destinado para as edificações (AECWEB, 2021), sendo assim um dos principais agravantes da crise hídrica que o Brasil enfrenta atualmente que por sua vez afeta diretamente no desenvolvimento do setor pois a falta de água nos reservatórios diminui a disponibilidade do recurso e encarece os empreendimentos.

Contudo, o sistema LSF é, além dos perfis de aço galvanizado, um sistema que utiliza as paredes secas para os fechamentos internos e externos. A Figura 19 demonstra como é feita a fixação dos painéis que antecedem as placas de fechamento que, diferente dos métodos construtivos convencionais, dispensa reboco, assentamento, chapisco, concretagem, entre outros nesta etapa da obra, tendo a água como

elemento obrigatório apenas no sistema de fundação, simplificando o desenvolvimento da elevação do edifício.

Figura 19 – Fixação por parafusos, dispensando o uso de concreto ou argamassa.



Fonte: Pedreira, 2021.

2.9 CERTIFICAÇÕES DE CONSTRUÇÃO VERDE

As certificações de construção sustentável possuem o objetivo de incentivar as empresas a executar as obras de forma mais eficiente melhorando os processos para diminuir os impactos da construção civil no meio ambiente e também auxiliar o consumidor no momento da escolha já que os selos indicam o cuidado da empresa por ações sustentáveis. Segundo o Relatório de Inteligência Sebrae (2021), as empresas que optam por esse formato têm vantagens do tipo: redução de custos, valor agregado a marca, potencialização de parcerias e contribuição ao meio ambiente (SEBRAE, 2021). Existem muitos selos existentes, nacionais e internacionais, e com base no comportamento do mercado e número de adesão, no Brasil 4 deles são os mais emitidos para empreendimentos residenciais:

- a) Selo Casa Azul Caixa – Ferramenta de solução socioambiental, é destinado para empreendimentos residenciais novos. O objetivo é certificar empresas que adotam soluções eficientes na concepção, execução, uso, ocupação e manutenção das edificações. As construções que atingirem os requisitos exigidos recebem o Selo Casa Azul + Caixa, esse selo garante taxa

- diferenciadas de financiamento pela caixa ao construtor e ao adquirente (CAIXA, 2021).
- b) Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) – Esse instrumento pode ser aplicado em qualquer edificação e a qualquer momento. Possui um sistema de pontuação que varia de 40 a 110 que determinam certificações classificadas como Silver, Gold e Platinum em ordem de importância. O intuito é incentivar a transformação dos projetos, com foco na sustentabilidade. Para atingir pontuação são analisadas 8 áreas: localização e transporte, espaço sustentável, eficiência do uso de água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação de processos e créditos de prioridade regional (GBC Brasil, 2021).
 - c) Certificação AQUA-HQE | Alta Qualidade Ambiental – É uma certificação internacional designada a desenvolver inovações e melhorias de desempenhos nos processos da construção civil. De origem francesa, recebeu modificação para ajustar os parâmetros e requisitos de acordo com as características encontradas nas construções brasileiras. A implantação do método permite reduzir o consumo de água, energia emissão de gás carbônico e menor extração de matéria prima do meio ambiente. A certificação promete aos construtores maior valor agregado a marca, reconhecimento internacional e diferenciação do portfólio no mercado. Para os consumidores, economia direta no consumo de água e energia elétrica, menos despesas de condomínio relacionadas a limpeza, manutenção e conservação, além de, mais conforto no ambiente (Thorus Engenharia, 2021).
 - d) Selo Procel Edificações – É um instrumento de adesão voluntária que identifica as edificações com as melhores classificações de eficiência energética afim de motivar o mercado consumidor a adquirir imóveis que otimizam o consumo de energia. Para atingir os requisitos exigidos pelo selo, é necessário a implantação do método na fase de concepção do projeto. O site oficial do selo Proce Info, diz que a economia nos investimentos pode chegar a 50% as empresas. A certificação busca premiar edificação residenciais, comerciais e de serviços públicos. Nas unidades habitacionais são avaliados o desempenho de envoltória e o sistema de aquecimento de água (PROCE INFO, 2021).

É importante destacar que para conquistar os selos e certificações é preciso passar pelos processos de fiscalização rigorosos, realizados pelos profissionais dos órgãos emissores. A avaliação pode ser feita por pontuação ou notas que variam de acordo com o cumprimento dos requisitos exigidos por cada certificadora.

Em virtude das características e da filosofia do Steel Framing o sistema construtivo é considerado ecologicamente correto, tendo em conta que o aço empregado nas construções é altamente reciclável, o método bem aplicado, minimiza os desperdícios e diminui o impacto ambiental, além disso, por ser um sistema de construção a seco tem menos consumo de água durante o processo de elevação.

A empresa Barbieri do Brasil, dedicada à fabricação de perfis de aço galvanizado para obras de Steel Framing, informa em seu site quais pontos favorecem o sistema LSF na obtenção do LEED, certificação número 2 da lista acima:

A pré-fabricação dos perfis fora do local de obra diminui a chances de alterações no canteiro, e se adequa aos requisitos da categoria Locais Sustentáveis no LEED V4.

Por conta do método de construção que envolve a utilização de isolamento térmico na fase de fechamento, faz com que os edifícios tenham maior eficiência energética garantindo consumo mais racional dos recursos. Dessa forma, se encaixa na categoria Energia e Atmosfera no LEED V4.

Por ser um sistema flexível que permite personalização no projeto que antecede a fabricação, o método garante mais precisão nos processos de execução, beneficiando o baixo índice de desperdícios. Essa característica corresponde ao requisito que fala sobre a redução de resíduos de construção e demolição na categoria Materiais e Recursos LEED V4.

O fato de o sistema ser flexível e durável também facilita possíveis modificações no projeto original. As alterações e/ou ampliações podem ser feitas sem comprometer as estruturas da edificação com menor custo em menos tempo. Isso também é mencionado na categoria Materiais e Recursos do LEED V4.

Por fim, a possibilidade de reciclagem e reaproveitamento, tanto previamente quanto pós construção, do material também garante pontos na categoria Materiais e Recursos do LEED V4 (Barbieri, 2021).

Vale destacar que as certificações elevam o nível das construções, melhora os processos, contribuem para o meio ambiente e agrega valor as empresas que adotam esses sistemas, mas, essa valorização pode encarecer o preço dos imóveis e inviabilizar a adesão do público de baixa renda a depender do tipo de empreendimento e objetivo da empresa idealizadora.

2.10 CONTROLE TECNOLÓGICO E LIMITAÇÕES DO PROJETO

O sistema LSF exige um controle tecnológico avançado, para garantir a qualidade plena do método escolhido, segurança, cumprimento de prazos e de especificações, levando em consideração o planejamento inicial, desenvolvimento dos projetos e a execução. A seguir serão listados os principais pontos para garantir essa eficiência.

- a) Projeto estrutural: Primeiramente, deve-se verificar as empresas que entregam os projetos estruturais completos, com a estrutura extremamente detalhada para que o engenheiro responsável gerencie cada etapa da obra com maior facilidade. Com esse detalhamento preciso, irá garantir a melhor fabricação das estruturas, criando perfis com a precisão milimétrica. Nesse método, utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling), os projetos estruturais irão resultar em arquivos de impressão que serão enviados às máquinas perfiladeiras (equipamentos de processo de conformação contínua que utilizam bobinas de metal plano) onde será dobrado de acordo com o perfil desejado para alcançar os ângulos e formas seguindo as especificações do projeto.
- b) Proteção contra corrosão do Aço: A zincagem é o teor de zinco ou ligas de zinco, revestido no aço a fim de proteger contra a corrosão, para que os perfis não percam suas características estruturais, é o método anticorrosivo mais importantes na construção civil, portanto quando maior a zincagem, maior a vida útil da construção. O mínimo que deve ser utilizado é o Z275 (275g de zinco por m²), já nas regiões litorâneas o recomendado é Z350 (350g de zinco por m²) (Center Steel, 2021).
- c) Mão de obra: O sistema LSF é internacionalmente conhecido pela sua fácil execução, porém, exige profissionais totalmente especializados, treinados e certificados para que não haja desperdícios de materiais, falhas ou má

execução da obra. A mão de obra especializada também é questão de segurança estrutural e acabamento de qualidade.

Assim, para que o sistema construtivo apresente o desempenho proposto, devem estar de acordo com as normas exigidas, como a do Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SIMAC), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional, o SIMAC é um sistema que combate a não conformidade na fabricação, importação e distribuição de materiais, componentes e sistemas construtivos, isto é, exige o cumprimento das normas técnicas brasileiras elaboradas pela ABNT. Para isso, atua nos setores que fazem parte do PBQP-H, qualificando as empresas fabricantes, importadoras e distribuidoras de produtos para a construção civil (sejam elas participantes ou não do programa) e listando em seu portal quais são as marcas conformes e não conformes. Esta publicidade:

- Contribui com a imagem das empresas que investem em uma produção conforme;
- Auxilia as construtoras a adquirirem produtos de qualidade;
- Beneficia o consumidor final, que pode comprar um produto de qualidade.

2.10.1 Passo a passo de como as empresas podem obter essa qualificação:

1. A empresa fabricante, importadora ou distribuidora de produtos para a construção civil, interessada em participar do SIMAC, deve acessar o portal do programa e procurar pelo seu Programa Setorial da Qualidade (PSQ);
2. Na sequência, ela deve entrar em contato com a entidade mantenedora do seu PSQ e iniciar o seu processo de adesão;
3. Feito isso, o fabricante deve avaliar o regimento do SIMAC e se adequar às normas de fabricação da ABNT e aguardar a realização de ensaios em seus produtos;
4. Uma Entidade Gestora Técnica (EGT) acreditada pela CGCRE/INMETRO realizará ensaios com materiais coletados na fábrica e/ou no mercado consumidor;

5. Após a análise, a EGT encaminha um relatório setorial à entidade mantenedora do PSQ com o indicador de conformidade e a relação de empresas qualificadas e não conformes;
6. A entidade mantenedora encaminha este relatório ao PBQP-H, que dá publicidade em seu portal;
7. A periodicidade de atualização desse relatório setorial é trimestral, podendo ser prorrogado para quatro meses a depender do PSQ.

Caso não exista um PSQ para o setor, a empresa pode se qualificar:

1. Buscando a sua entidade setorial representativa para criar um PSQ: porém, esta entidade deve ser nacional e deve garantir representatividade de mais de 50% de tudo o que é produzido no país para o produto-alvo em questão.

O PBQP-H é uma ferramenta do Governo Federal que busca garantir dois pontos fundamentais quando se fala de habitação de interesse social: a qualidade, com obras marcadas pela segurança e durabilidade; e a produtividade do setor da construção a partir da sua modernização. (Governo Federal, 2021).

Além dessas, existem as modulações, espaçamentos e tipologias de fixação e ancoragem encontradas na ABNR 15.758:2009, partes 1,2 e 3. O principal objetivo delas é garantir a qualidade, confiabilidade, segurança, eficiência e compatibilidade, a questão sustentável e do custo econômico.

Todos os profissionais envolvidos como, montadores, construtores, instaladores e empreiteiros devem ter conhecimento das normas e os procedimentos e exigências contidos nela para garantir os padrões durante o processo de execução. Ao responsável da obra, deve-se adquirir produtos de qualidade e com procedência de qualificação, que atendam as normas que são submetidas.

2.10.2 Controle de Qualidade

Para garantir que o sistema cumpra com o seu propósito é indispensável realizar o controle tecnológico através de ensaios de materiais e componentes, pois assim é possível reduzir gastos desnecessários e retrabalhos que podem ser atribuídos aos materiais fora de especificação. Sobretudo, o processo de testagem é importante para assegurar a durabilidade do sistema e a boa experiência para o usuário.

Existem diferentes ensaios que podem ser realizados previamente a cada etapa da obra para avaliar a conformidade do material antes de seu início. Por ter como característica boa parte de componentes de origem industrializada, os fabricantes podem ser responsabilizados caso um produto não esteja cumprindo os requisitos mínimos de segurança e desempenho. Esse aspecto respalda o construtor e o mercado consumidor (moradores), em possíveis falhas que levem a manutenções precoces, acionando a garantia dos produtos junto aos fabricantes, sendo esse um diferencial do sistema LSF frente aos demais métodos existentes no Brasil. No entanto, é importante que na fase de concepção do projeto, seja detalhado todos os esforços que os edifícios irão sofrer e dedicar o tipo de material correto para cada ambiente.

Logo, grande parte desses ensaios são realizados antes do material chegar na obra, de modo que que facilita o desenvolvimento da edificação. Porém, esse fato não dispensa a responsabilidade dos profissionais envolvidos na obra de conhecerem o comportamento dos materiais e solicitarem os resultados dos ensaios pertinentes.

2.10.2.1 Controle Tecnológico das Estruturas

- a) Ensaio de Tração – Utilizado para determinar as propriedades mecânicas do material e avalia a tensão normal máxima de ruptura, tensão normal de escoamento, ductilidade do material e alongamento e estrição. Para esse ensaio é possível seguir a norma ASTM 30 e a NBR ISO6892-1 que especifica métodos de ensaios para materiais metálicos. Além disso, a NBR 6153/1988 aborda a Determinação das Propriedades Mecânicas a Tração.
- b) Ensaio de Compressão – Possui o objetivo de analisar o comportamento do material em relação ao seu limite de resistência a compressão e durante o ensaio observa o tamanho da dilatação transversal e longitudinal. A principal norma para esse ensaio é a ASTM 9.
- c) Ensaio metalográfico – também denominado como macrografia, o ensaio tem objetivo analisar quais são as possíveis conexões das propriedades químicas, mecânicas e física no material e analisar como elas se relacionam observada a característica da estrutura ou constituição dos elementos de metal. A norma ABNT NBR 13284-1995 fixa as condições exigíveis na preparação de corpo-de-prova.

- d) Ensaio de Dureza Rockwell – Este é um ensaio realizado para maioria dos produtos de aço e visa determinar o quanto o metal resistente ao impacto e qual será a sua deformação plástica permanente. É normatizado pela ABNT NBR NM 146-1.
- e) Ensaio de Dureza Vickers – Avalia o grau de dureza no material além de outra propriedade mecânicas. Também é feita a classificação do metal em relação a deformação plástica localizada.
- f) Ensaio de Dureza Brinell – Assim como os ensaios Vickers e Rockwell, este ensaio também tem como o objetivo avaliar a dureza do metal, no entanto o ensaio de Brinell é capaz de avaliar uma área maior do corpo de prova devido o tamanho do penetrador do equipamento de teste. Especificado pela ABNT NBR ISO 6506-1:2019.
- g) Ensaio de Dobramento – O ensaio é um teste qualitativo que avalia a ductilidade do material. O ensaio é normatizado pela norma ABNT NBR 6153/1988.
- h) Ensaio de impacto Charpy – O teste mede a quantidade de energia absorvida do impacto pelo corpo de prova. É possível avaliar a resiliência do material através da taxa de destruição. O ensaio é especificado pela norma ABNT NBR ISSO 148-1:2021.
- i) Ensaio de Temperabilidade Jominy – O ensaio busca avaliar a capacidade formação martensita em toda a estrutura do aço e pode apresentar diagnóstico em relação a microestrutura mais resistente, condição ideal do produto e a comparação entre fases. É especificada pela norma ABNT NBR 6339. Especificada pela norma ABNT NBR NM ISO 6507-1:2008.
- j) Ensaio de Corrosão – O teste é feito para garantir que o tempo de vida útil máximo do material seja alcançada. O ensaio produz diagnósticos em relação ao comportamento de um corpo de prova exposto em uma atmosfera altamente corrosiva. A partir dos dados originados da experiência é possível decidir em o local mais adequado para aplicar o material. A norma ABNT NBR 6210 estabelece os requisitos exigíveis para o preparo dos corpos de prova metálicos antes do ensaio.
- k) A norma ABNT NBR 15217, estabelece requisitos realização de ensaios para perfis de Drywall.

2.10.2.2 Controle Tecnológico de Componentes

Ensaio Placas OSB:

- Ensaio de Determinação de Umidade norma EN-326-1/1994
- Massa Específica norma EN 323/2000
- Módulo de Elasticidade norma EN 326-1/1994
- Ensaio de Flexão norma EM-310/1993 / ASTM 1037-06a / CSA-0437.1.93
- Ensaio de Dureza (Janka) norma ASTM D-1037-06A
- Ensaio de Resistência ao Impacto norma ABNT 7190/1997
- Ensaio da Resistência ao Cisalhamento à Compressão norma ASTM D-1037-06A
- Ensaio de Tração Paralela as Faces norma ASTM D-3500-90
- Ensaio de Tração Perpendicular as Faces norma EN-319/1993
- Ensaio de Resistência e da Rigidez ao Cisalhamento método B da norma ASTM D 2719-94.

Ensaio para Chapas de Gesso:

- Requisitos para Chapas de Gesso para Drywall norma ABNT NBR 14715
- Resistência à Tração na Compressão, requisitos na norma ABNT NBR 12142/9;
- Resistência à Compressão, requisitos na norma ABNT NBR 12129/91;
- Determinação de massa unitária, sugestão em norma ABNT NBR 13207/94;
- Determinação de módulo de finura, sugestão na norma ABNT NBR 13207/94.

Controle de qualidade de Placas Cimentícias:

- Requisitos e Métodos de Ensaio referenciada na norma NBR 15498/2007.

2.11 MANUTENÇÃO E PREVENÇÃO

As manifestações patológicas no sistema LSF, podem ser evitadas a partir de uma série de fatores principalmente ligados ao detalhamento, projetos de acordo com as normas técnicas e a negligência de mão de obra.

Nas construções convencionais, a manutenção em sistemas elétricos e hidráulicos, exige a quebra das paredes para então solucionar o problema interno, além de, posteriormente ter que preencher a área aberta, esperar o período de secagem da argamassa, e só depois o trabalho de acabamento, pintura, revestimento

ou rejunte. Além de complexo, o serviço é demorado e pode levar ao menos uma semana para ser concluído.

Para fazer a manutenção, reparos ou alterações nas placas de vedação do Light Steel Framing, é realizado apenas um corte com uma serra na área desejada e após a manutenção, poderá reutilizar a mesma placa para fazer o fechamento, tornando fácil e prático a reparação de qualquer eventual problema, podendo ser realizado em média de dois dias.

3 CUSTOS

3.1 QUAL É O PREÇO DO STEEL FRAME EM 2021?

O custo do LSF, não possui um valor fixo, pois pode variar com as especificações do projeto, valor do aço no mercado, revestimentos, acabamentos e materiais no geral. De acordo com a empresa “Tecnoframe”, especializada em diversos serviços e produtos para a montagem da estrutura em Light Steel Frame, o LSF custa 30% a menos em relação a alvenaria, o motivo principal é devido ao menor prazo de execução, menor custo com fundações por ser uma construção leve, racionalização de materiais e de mão de obra. Vale lembrar que a fidelidade orçamentária é um dos grandes aspectos positivos do sistema Light Steel Frame

3.2 QUANTO CUSTA O METRO QUADRADO DO LSF?

De acordo com pesquisas e uma simulação feita em junho de 2021, de uma residência de 40,80 m², o valor do metro quadrado (m²) estimado para construção em Alvenaria convencional é aproximadamente R\$ 2.374,00, totalizando o total de R\$ 96.882,00, o valor foi baseado no preço mínimo do CUB/m² (preço base de construção no Brasil de alvenaria em 2020). Já o sistema em Steel Frame foi constatado com empresas especializadas, o valor do m² é R\$ 4.000,00 aproximadamente, totalizando o valor de R\$ 163.200,00.

Em 2020, de acordo com pesquisas, o m² do LSF era de R\$ 1.100,00, mas devido a pandemia do COVID-19, o mercado entrou em uma enorme crise econômica que se intensificou em 2021, assim estima-se 80% de aumento do aço, uma das principais matérias primas que mais sofreram reajuste no âmbito da construção civil (ver Figura 20). Essa notável diferença é o que reflete a grande diferença do m² entre as duas tecnologias. Todos os materiais sofreram reajuste, como por exemplo, as placas OSB de madeira, drywall, lãs de isolamento, mas nada comparado ao grande salto no valor do aço.

Figura 20 – Pressão de custos nas obras do Aço

Pressão de custos nas obras

Fio de cobre, aço e cimento puxam altas acumuladas - em %

Material	Varição no bimestre	Varição em 12 meses
Fio de cobre	3,04	51,26
Aço	15,38	45,73
Cimento	5,24	37,42
Tubo de ferro	10,25	30,13
Tubo de PVC	7,4	29,02
Vidro	10,86	20
Bloco de concreto	4,31	18,22
Bloco cerâmico	3,82	13,89
Concreto	3,71	13,52
Tinta branca	1,27	10,77
Azulejo	3,81	10,53
Marmitex	0,6	8,68
Brita	2,46	7,35
Areia	1,47	7,18

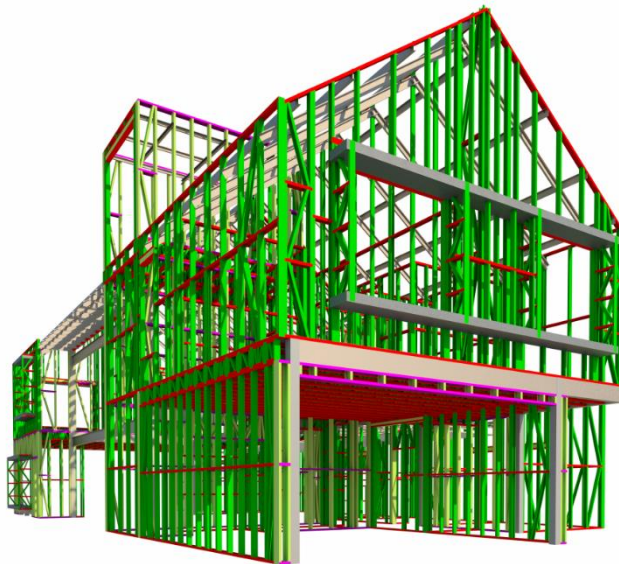
Fonte: Sinduscon-SP com base no CUB calculado pela FGV.

Com esses dados citados, observamos que o sistema LSF possui um valor elevado em relação a alvenaria convencional, mas é nessa comparação que as pessoas se enganam, o motivo disso é que normalmente são embutidos custos adicionais que não foram previstos no projeto de alvenaria, justamente pela falta de visão do projeto e de precisão. Já no LSF, o planejamento da obra é extremamente criterioso e decidido no projeto inicial, pois toda a estrutura de aço é pré-fabricada por perfis industrializados de acordo com as especificações, não sendo possível fazer alterações, e por fim, evitando gastos inesperados no valor final da obra.

Nesse aspecto, a residência em LSF possui o custo-benefício, onde não possui desperdício de materiais e menor quantidade de resíduos na obra, e quando produz, pode ser totalmente reciclável, colaborando com o meio ambiente e minimizando os impactos na natureza, já que a construção civil é uma das áreas que mais agride o ambiente. O LSF é econômico à longo prazo, onde irá permitir maior conforto térmico, fazendo com que o consumo de aquecedores e ar-condicionado, seja menor, após toda a vida útil da obra finalizada. Outro fator, é que o sistema LSF, é 60% mais rápido de construir, do que a alvenaria, devido à sua rápida montagem em estruturas com perfis de aço (Figura 21), promovendo a economia do tempo, facilitando a rápida venda e moradia das pessoas que estão necessitando habitá-las. Assim é pode-se

demonstrar que o custo não deve ser levado em consideração de imediato, mas sim, a longo prazo, permitindo que as pessoas que habitarem consigam manter sua moradia com baixo custo de manutenção ou problemas futuros.

Figura 21 – Projeto dos perfis de aço do sistema Steel Frame em 3D



Fonte: Tecnobra – Projetos Steel Framing

3.3 COMO É CALCULADO O VALOR DO STEEL FRAME?

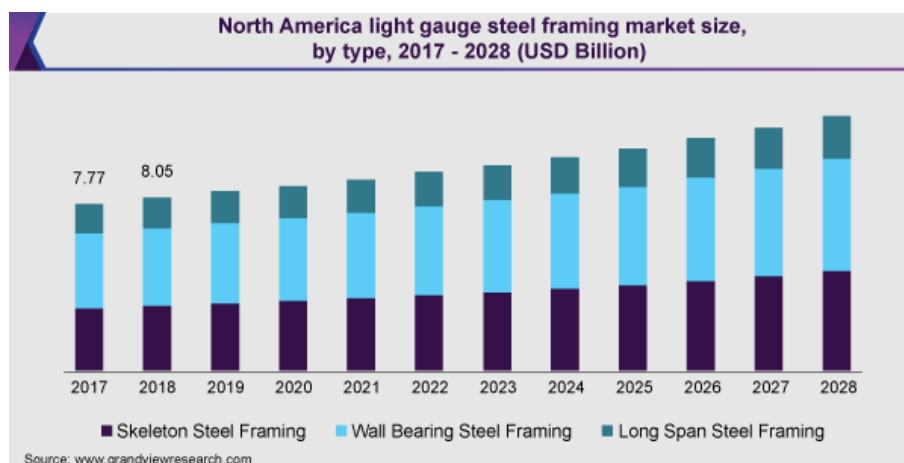
Os cálculos usados para orçar um imóvel em Steel Frame são muitos. A equipe do Tecnoframe calcula o valor de todo aço que será usado, de acordo com o tamanho do projeto, como também todo revestimento e acessórios que serão utilizados na obra. Os fatores que costumam alterar o valor de cada projeto são o valor nacional do aço que, segundo especialistas, modifica em torno de 4 vezes por ano, a complexidade de cada projeto e o tamanho de cada um deles. Comparado com a alvenaria, o desperdício de materiais é praticamente zero e grande parte de sua estrutura é reciclável.

4 CENÁRIO DO SETOR DE PRODUÇÃO

4.1 CAPACIDADE PRODUTIVA DE AÇO

Tendo em vista, que o sistema Light Steel Framing tem o aço como sua principal característica, é importante que o país tenha capacidade de produção e/ou importação para atender a demanda e expandir a cultura de construção a seco no setor. O LSF tem forte influência nos Estados Unidos e é o sistema mais utilizado para construções residências no país que também é um dos maiores produtores e importadores de aço do planeta. O País produziu 87,8 milhões de toneladas em 2019 e importou 27,1 milhões no mesmo ano (Brasson,2019). Skeleton Steel Framing, como é conhecido o sistema LSF nos USA, teve seu mercado avaliado em US\$ 33,89 bilhões de dólares em 2020, e mantém perspectiva de crescimento para os próximos anos. A Figura 22, ilustra a expectativa de desenvolvimento até o ano de 2028. Iniciativas do governo da China e Índia para desenvolver esquemas habitacionais, também devem impulsionar o crescimento global do método, sendo a China maior exportadora e produtora de aço e a Índia a segunda maior produtora no ranking da World Steel Association. (Grand View Reaserch, 2021).

Figura 22 – Tamanho do mercado de perfis de aço galvanizado de Light Steel Framing no USA, 2017-2028 (USD Bilhões)



Fonte: Grand View Reaserch, 2021

O Brasil figura no ranking da Word Steel e ocupa o 9º lugar com 32,2 milhões de toneladas de aço produzido em 2019 e tem boa parte desse montante, 13,3 milhões de toneladas, destinado para exportações (BASSON, 2019). O Brasil é considerado

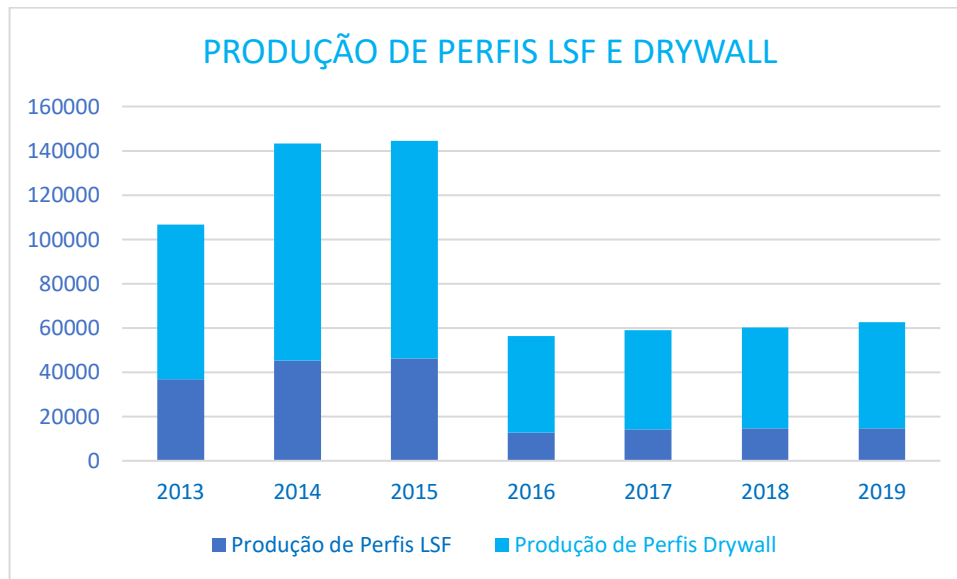
um grande produtor, apesar da quantidade de aço feita no país ser distante dos números dos países citados anteriormente. As 18,9 milhões de toneladas que ficam no país e a capacidade das usinas, que chegaram a 51 milhões de toneladas, faz do território brasileiro um local próspero para o desenvolvimento de construção em aço, uma vez que o Canadá, quem tem 40% de seus empreendimentos comerciais e grande parte das construções residenciais feitas com o Light Steel Framing, teve em 2019 um total de 20,2 milhões de toneladas de aço no país somando produção e importação.

Além da produção de aço, outros fatores, como, a economia, também impacta no crescimento do setor. Em 2020, a produção de aço fechou em queda de 4,9% em relação ao ano anterior, com 31 milhões t, ano em que muitos seguimentos sofreram com as consequências do Covid-19 e a economia brasileira sofreu um de seus piores anos. Por outro lado, em 2021 com tímida retomada da economia que teve aumento de 1,2% no PIB, o primeiro semestre fechou em alta de 24% na produção de aço se comparado ao ano de 2020. Confirmado essa ideia, o presidente do Instituto Aço Brasil (IABr) disse em entrevista que, o consumo de aço e o desenvolvimento econômico “andam juntos e são indissociáveis” (Agência Brasil, 2021). Sendo assim, o aumento da produção aliada à políticas públicas, seguido de novos seguimentos que estimulem o consumo contribuem para o desenvolvimento da economia do país, que em contrapartida fatores externos que abalam a economia atingem diretamente os campos ligados ao aço.

4.2 CENÁRIO DAS FÁBRICAS DE PERFIS E AÇO GALVANIZADO

As fábricas de perfis de aço galvanizados produzem perfis estruturais, chamados de perfis de LSF e/ou os perfis não estruturais, chamados perfis de Drywall. Parte das fábricas também realizam a montagem das edificações. Na Figura 23, é possível analisar o desenvolvimento da produção desses perfis nos últimos anos, segundo o levantamento anual do CBCA junto à indústria brasileira do seguimento.

Figura 23 – Produção de perfis galvanizados de Light Steel Framing e Drywall, entre 2013 e 2019.



Fonte: Autores (2021).

Fonte de dados: Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA), estudo anual de Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados de Light Steel Framing e Drywall.

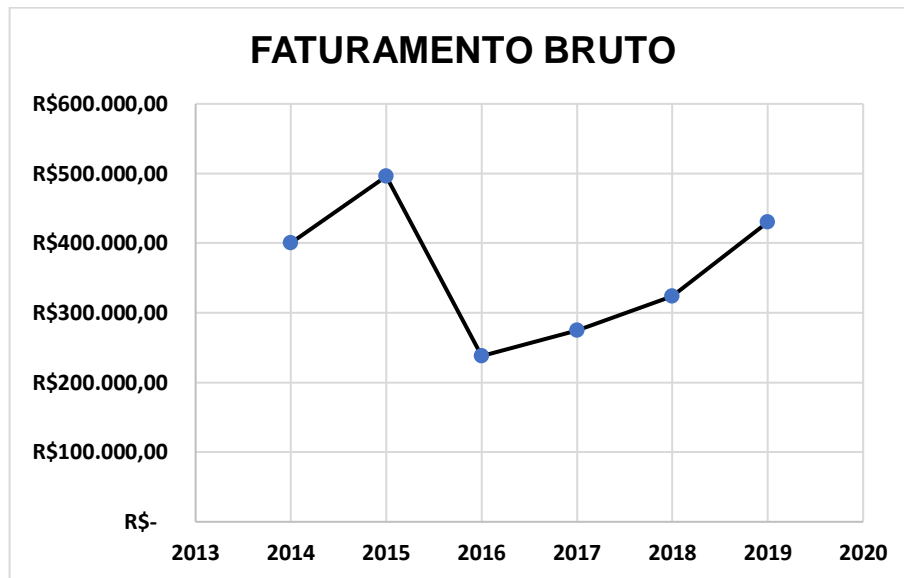
O CBCA iniciou a pesquisa anual em 2013 e desde então são feitos os levantamentos a fim de servir como subsídio as entidades para melhorar o direcionamento de suas ações. Em 2015 o melhor ano da produção, desde o início do estudo, foram 144.480 t, o último estudo em 2019 revela um volume fabricado de 62.600 t.

A diminuição na demanda do seguimento industrial enfraqueceu produção de perfis estruturais. Uma maior demanda nos empreendimentos residenciais de padrão econômico seria capazes de causar impacto na produção, no entanto, os profissionais não consideram esse seguimento de construção o mais competitivo (CBCA, 2021).

As edificações residenciais de médio/alto padrão tem sido a preferência do mercado para aplicação do sistema estrutural, que é classificado pelos profissionais como, o setor mais favorável e competitivo para aplicar os perfis LSF. Ainda assim a demanda vinda da construção de empreendimentos comerciais também segue em alta. Segundo a pesquisa, os dois tipos de obras são os principais destinos dos perfis LSF e Drywall, com menos participação das edificações industriais nos últimos anos.

A Figura 24 mostra o resultado do levantamento em relação faturamento das empresas. A maior queda no faturamento coincide com a queda de produção no mesmo período. No entanto, desde 2017 o faturamento tem aumentado, mesmo a produção não tendo grandes variações de volume.

Figura 24 – Faturamento bruto das empresas entre 2014 e 2019.



Fonte de dados: Centro Brasileiro de Construção em Aço, estudo anual de Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados de Light Steel Framing e Drywall.

A maior parte das empresas se concentram na região Sudeste do país, no entanto as empresas garantem a entrega dos perfis em outras regiões (CBCA, 2020). Apesar do mapa na Figura 25 não representar consumo, as regiões sul, sudeste e nordeste são as que mais sofrem com as condições climáticas e uma das principais características do sistema é o alto desempenho térmico das edificações, que favorecem o aquecimento do mercado nessas regiões.

Figura 25 – Distribuição das fábricas nas regiões do país, 2019.



Fonte: Centro Brasileiro de Construção em Aço, estudo anual de Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados de Light Steel Framing e Drywall 7ª edição, 2020 com base em 2019.

Segundo a arquiteta Helena Rodrigues, especialista em Light Steel Framing e uma das pioneiras do sistema no Brasil, o sistema é muito popular em São Paulo onde mercado é bastante aquecido nas cidades do interior paulista, no Sul do país, o sistema também é aceito em boa proporção e volume construção, com diferentes tipos de obras. O Norte é a região com a menor aceitação pelo sistema e consequentemente o menor volume de construção, além disso, desde o início do estudo do CBCA sobre o cenário das fábricas, nenhuma empresa do setor na região participou. A arquiteta projeta que a região nordeste tem crescido no seguimento com boa aceitação do público e dos profissionais e espera um número de obras muito maior nos próximos anos (Dama do Gesso, 2018).

As empresas classificam a falta de capital de giro e a falta de políticas públicas, como os principais entraves interno para o crescimento do negócio. A melhora nos processos internos e problemas de gestão são problemas que se relacionam e são grandes obstáculos para as empresas. O baixo conhecimento e a falta de cultura do mercado em relação ao uso sistema é o principal problema externo que elas encontram. Com base nessas adversidades as entidades consideram as ações para divulgar os sistemas como as mais importantes para fortalecer o setor de construção metálica (CBCA, 2020). Na Figura 26, são apresentadas as respostas mais comuns

que as empresas classificam como ações mais relevantes para esse movimento. Palestras e divulgação para o público em geral é a resposta com maior incidência.

Figura 26 – Ações para o fortalecimento do setor no Brasil de acordo com o levantamento junto as empresas em 2019.

PRINCIPAIS AÇÕES PARA FORTALECIMENTO DO SETOR



Fonte: Centro Brasileiro de Construção em Aço, estudo anual de Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados de Light Steel Framing e Drywall, 7ª edição, 2020 com base em 2019.

5 A IMPORTÂNCIA DA NORMATIZAÇÃO

O sistema Light Steel Frame ainda não possui uma norma brasileira específica para ele. Por ser um sistema originalmente estrangeiro e recém-chegado, a implantação dele passa por um processo de adaptação, levando em consideração as necessidades e exigências que devem ser adequadas para o cenário brasileiro. Normas já existentes que se assemelham ao sistema, são utilizadas como base pelos construtores para garantir maior padronização, segurança e conforto nas edificações. A viabilização do método, atualmente, leva em conta o cumprimento das seguintes normas:

- a) ABNT NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Dimensionamento, criada em 2001 e revisada em 2010, que tem o objetivo de estabelecer os princípios gerais para o dimensionamento dos perfis metálicos.
- b) ABNT NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Independente do sistema de construção, essa norma visa determinar os valores dos carregamentos para dimensionar as cargas solicitantes e garantir a segurança das estruturas nas edificações.
- c) ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Esta norma determina os processos e cálculos necessários para proteger as edificações da ação dos ventos. Apesar de não especificar um único sistema de construtivo, a norma limita-se a construções mais comuns nos aspectos de forma, dimensões e localização.
- d) ABNT NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações – Requisitos gerais. Estabelece os requisitos e métodos de ensaios dos perfis destinado a paredes estruturais, estrutura de telhado, estruturas de entrepiso, e fachadas. Além disso, a norma especifica os materiais que devem ser utilizados e padroniza as seções e aberturas dos perfis.
- e) ABNT NBR 6355: Perfis estruturais de aço formados a frio. Esta norma fixa os requisitos dos perfis estruturais utilizados para criação de painéis reticulados

em conjunto com a norma 14672. Esta norma está relacionada com os aspectos da matéria prima (Compreendendo o Light Steel Framing, 2021).

Além do suporte das normas ABNT NBR existentes, os construtores contam as diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT), que avalia novos produtos e sistemas a fim de suprir, provisoriamente, as lacunas de normatização técnica em sistemas que ainda não são abrangidos por normas nacionais de forma integral. Atualmente, existem 2 documentos regidos pelos profissionais do SiNAT para direcionar as construções em LSF no Brasil, são eles:

- Diretriz SiNAT N° 003 Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”) – Este documento fornece as características essenciais que o sistema possui, e apresenta requisitos de desempenho estrutural em todos os elementos da edificação que são empregues os perfis de aço, seja na vedação interna e externa, piso ou cobertura. Além disso, a norma trabalha padrões de desempenho termoacústico, durabilidade e manutenibilidade.
- Diretriz SiNAT N° 009, Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (fachada leve em steel frame) – O objeto dessa diretriz são os sistemas de vedação vertical sem função estrutural, considerados como fachadas leves. Dentre os componentes mais relevantes são avaliados, a resistência, estabilidade, deformações, solicitações de cargas e segurança contra incêndio.

As normas técnicas e diretrizes são importantes para garantir padronização nos processos e determinar um padrão de qualidade para os sistemas e produtos, isso faz aumentar a credibilidade do método LSF. Além disso, elas servem de parâmetros para os agentes financiadores, que avaliam uma série de requisitos em relação a método e processo de construção com base nas normas e diretrizes.

O programa Casa Verde e Amarelo, antigo programa Minha Casa, Minha Vida, é uma iniciativa do Governo Federal de facilitar o acesso da população a uma moradia própria. A principal iniciativa o programa é garantir taxas de juros menores, pela Caixa

Econômica Federal, para a população de baixa renda em imóveis do seguimento econômico (Wikipédia, 2021).

Esses Imóveis são em geral de tamanho pequeno e médio, podendo variar entre 35m² e 50m², podem ser divididos em 2 ou 3 quartos, em bairros onde os edifícios mantêm o padrão, e ficam em locais mais afastados dos grandes centros e são posicionados estrategicamente em alguns pontos das cidades, mais comumente em bairros periféricos. Os apartamentos desse seguimento não fazem uso de recursos luxuosos e contam com serviços básicos de segurança, portaria e serviços de limpeza. Os artigos de revestimentos, piso e decoração, são simples e buscam atender as necessidades básicas para um edifício popular. O custo com energia e água tende a ser menor, assim como o custo com o imóvel e condomínio.

Esse padrão de construção é o principal mobilizador do setor imobiliário no Brasil, pois, esse tipo de edificação tem mais demanda do que oferta, haja vista os índices do déficit habitacional, nesse sentido se faz necessário o desenvolvimento de novos métodos construtivos para fortalecer o setor e aumentar a produção de imóveis. A Tabela 2 apresenta o resultado do levantamento, realizado pela Rede de Obras, mostrando que as construções populares são muito mais pretendidas do que os seguimentos de padrão mais alto.

Tabela 2 – Levantamento do número de obras por seguimento no ano de 2016.

Padrão	Lançamento	Blocos	Unidades	Banheiros	Vagas	Área Útil (M ²)	Área Total (M ²)
Alto	21	25	659	3451	2053	146.370,00	241.602,00
Médio	97	163	7602	17827	11182	615.025,00	1.079.317,00
Popular	151	636	24500	28964	6389	1.223.355,00	1.750.225,00
Total	269	824	32761	50242	19624	1.984.750,00	3.071.144,00

Fonte: AEC web, 2016.

Os empreendimentos do seguimento popular também são mais financiados pela CAIXA, no entanto, para as edificações em LSF é necessário aprovação do sistema construtivo com base as normas e diretrizes, que é feito por meio do Ministério de Desenvolvimento Regional através da concessão da documentação DATec (Documento de Avaliação técnica). Esse documento tem como base os procedimentos e requisitos de desempenho expressos nas diretrizes do SiNAT (Nº 003 e Nº 009) e avalia se o empreendimento cumpre com as condições de execução/operação, uso e manutenção do sistema, para cada caso o construtor deve

apresentar o projeto da sua edificação para ser certificado (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2021).

Porém, por mais importante que seja a iniciativa dos profissionais especialistas em desenvolver diretrizes para construção e criar ligações com normas já existentes, essas atividades não substituem a relevância de uma norma ABNT NBR específica para o sistema, que facilitaria os meios de financiamento popular pela caixa no programa de habitação. Tendo em vista que, entre 2009 e 2019 cerca 4,1 milhões de casas foram entregues em sua maioria construídas com o sistema convencional de construção, financiados pela iniciativa do Governo Federal, Minha Casa, Minha Vida (Exame, 2021), a regularização do sistema no cenário nacional motivaria as construtoras a investirem ainda mais no sistema, que se apresenta como um sistema construtivo competitivo em diferentes aspectos, como: desempenho, produtividade e lucratividade.

6 CANTEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

6.1 CARACTERÍSTICAS

Segundo a NBR 12284/20, o canteiro de obras é o conjunto de “áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência”. As áreas operacionais estão relacionadas aos agrupamentos dos recursos necessários para produção, enquanto as áreas de vivência dizem respeito a região que os trabalhadores utilizam para realizar atividades que não estão diretamente ligadas ao trabalho e que vão desde lazer, descanso ou até realizar treinamentos. O canteiro de obras é planejado para aproveitar da maneira mais eficiente os locais do terreno que não são ocupadas pela edificação, de modo que, os elementos do canteiro sejam distribuídos estrategicamente para garantir a segurança dos que estão no local e o melhor funcionamento das etapas da construção.

A melhor maneira de planejar o canteiro de uma construção realizada através do método Light Steel Framing é adaptar o canteiro pensando na característica da construção e no que ela se propõe. A construção em LSF promete obras limpas, rápidas, com carregamentos mais leves, número reduzido de trabalhadores, elementos pré-fabricados, grande quantidade de aço, entre outros. Então o canteiro desse tipo de construção privilegia espaço para de descarte e reuso de materiais, locais adequados para o armazenamento seguro das estruturas metálicas e dispensa o uso de maquinário pesado ou alojamento para muitas pessoas, por exemplo.

6.2 ETAPAS

Por ser um sistema de construção industrializado o local das obras também segue o esquema no estilo linha de produção, onde as etapas da edificação são bem definidas em projeto. No geral as construções seguem o seguinte padrão:

- Projeto – O projeto é feito detalhadamente para que a equipe de montagem saiba exatamente o que vai fazer.
- A fabricação dos perfis – Após a concepção do projeto os perfis são fabricados sob demanda em fábricas especializadas.
- Personalização e Montagem dos perfis – Na maioria dos casos os perfis são cortados de forma personalizada seguindo o projeto, além disso, antes dos

painéis irem para o local da obra eles são montados para facilitar a fixação e para dar mais velocidade no processo de elevação.

- Transporte – Após o processo de confecção das estruturas elas são transportadas até o local da obra.
- Fixação das estruturas – Durante o período de preparação dos perfis outras fases da construção são finalizadas. É fundamental que nessa etapa a fundação esteja pronta para que, por meio de parafusos especiais, as primeiras fixações dos painéis sejam feitas na estrutura.
- Fechamento externo – Feito o esqueleto da edificação com os painéis metálicos a construção recebe os painéis estruturais OSB para iniciar o fechamento externo.
- Cobertura – Etapa em que é feita a estrutura que recebe o telhado.
- Instalações elétrica e hidráulica – As aberturas nos painéis, onde a tubulação e cabos irão percorrer, são determinados em projeto e facilita a execução quando as estruturas já estão fixadas.
- Instalação de isolamento acústico – Após a finalização das instalações hidráulicas e elétricas as paredes são preenchidas com lã de rocha ou lã de vidro (opcional), para aumentar a eficiência termoacústica do ambiente.
- Fechamento interno – Feito o isolamento, as paredes são recebidas as placas de DryWall, fixadas nas estruturas metálicas, no lado interno da edificação.
- Acabamento externo e Interno – Na fase final, o acabamento pode ser feito de diferentes formas e irá depender do tipo de projeto, podendo variar entre, placas cimentícias, o próprio DryWall, pintura, revestimento, entre outros.
- Limpeza – Para finalizar, é feita a limpeza geral do edifício para ser feito a entrega do empreendimento. Nesse tipo de construção as obras produzem muito menos resíduos do que um outro método construtivo, além disso, boa parte do material produzido é reutilizável.

6.3 FERRAMENTAS E MÁQUINAS

Ao chegar em um canteiro de obra de uma construção em LSF logo se percebe que não se trata de uma obra comum, além da grande quantidade de estruturas metálicas e o número reduzido de pessoas presentes no local, as máquinas e equipamentos utilizados também são diferentes. As centrais de argamassa, estoque

de agregados, formas de madeira, bastante comum em obras tradicionais, dão espaço para um cenário mais enxuto.

6.3.1 Makita Cortadora de Metal

A Figura 27 apresenta a Máquina Cortadora de Metal, como o nome indica, serve para cortar metais de até 6 mm de espessura. Seu corte é de alta velocidade, não produz poeira, minimiza as queimas e rebarbas. É utilizada principalmente nas fases de fabricação e padronização de perfis e painéis.

Figura 27 – Makita Cortadora de Metal - 4131



Fonte: Renato Rayol, 2021.

6.3.2 Serra Rápida Portátil Para Metais

A Figura 28 apresenta a Serra Rápida Portátil para Metais, que realiza cortes a frio, sem rebarba e possui alta produtividade utilizando uma única lâmina. Faz cortes em baixa temperatura, com pouca faísca e poeira. Também é utilizada na fase de fabricação dos painéis metálicos.

Figura 28 – Serra Rápida Portátil – L1230



Fonte: Makita, 2021.

6.3.3 Parafusadeira

A Figura 29 apresenta a Parafusadeira, elemento essencial na construção em LSF principalmente na montagem da estrutura e na fixação de placas de fechamento e revestimento. Os modelos a bateria aumentam a produtividade e deixam o ambiente mais organizado, sendo mais fácil realizar trabalhos distante dos pontos de energia elétrica e ainda evita o emaranhado de fios pelo canteiro.

Figura 29 – Parafusadeira Drywall a Bateria 20V - DEWALT-DCF620D2-B2



Fonte: Loja do Mecânico, 2021.

6.3.4 Esquadro

A Figura 30 apresenta o Esquadro, importante para auxiliar na colocação dos painéis metálicos, sendo utilizado para ajudar com as marcações das posições onde eles são fixados. Esquadros menores são ideais para apoiar os perfis de LSF com mais precisão e encaixe.

Figura 30 – Esquadro Profis 12"



Fonte: Sodimac, 2021.

6.3.5 Pincel para Metal

A Figura 31 apresenta imagens de pincéis para metal. Os de ponta fina ajudam a marcar os perfis nos locais onde eles serão perfurados para fixação, já os de ponta grossa servem para identificar o tipo ou nome de cada painel.

Figura 31 – Pincel para Metal



Fonte: Leroy Merlin, 2021.

6.3.6 Trena Magnéticas

A Figura 32 apresenta a trena, que é indispensável para o sistema, tendo vista a precisão exigida nos processos de execução. As trenas ajudam a controlar e medir as distâncias entre os painéis e de outros elementos. A trena magnética ajuda os montadores a realizar medições sem a necessidade de uma segunda pessoa para segurar a ponta em distâncias maiores.

Figura 32 – Trena Metrica Emborrachada Profissional 10m Ponta Magnetica.



Fonte: Mercado Livre, 2021.

2.1.1 Finca de Pino

A Figura 33 apresenta a Finca de Pino, ferramenta necessária para fazer a fixação provisória dos painéis metálicos na fundação Radier. Ao posicionar os elementos, são disparados alguns tiros de finca de pino para evitar que eles se desloquem durante o posicionamento de outros painéis.

Figura 33 – Pistola Finca Pino - FAI72N Âncora



Fonte: Dominik Metal Center, 2021.

6.3.7 Martelete Perfurador

A Figura 34 apresenta o Martelete Perfurador, utilizado para fixação definitiva dos painéis após aferição do prumo e esquadro de todos os elementos estruturais. O perfurador faz o furo nos perfis metálicos e no radier de concreto, para que posteriormente a fixação seja feita pelo meio de Parabolts ou Chumbadores Químicos.

Figura 34 – Boch Heavy Duty Martelete Perfurador Rompedor - GBH 2-24 D



Fonte: Sodimac, 2021

6.3.8 Estilete

Bastante utilizado nas obras de Light Steel Framing para fazer cortes nas membranas de impermeabilização e placas de gesso acartonado ou em alguns modelos de placas cimentícias. A Figura 35 apresenta o estilete, importante em atividades que não exija variação de profundidade para evitar que haja rompimento da lâmina.

Figura 35 – Estilete Profissional L32.



Fonte: Loja do Estilete, 2021.

6.3.9 Prumo de Face

O Prumo de Face apresentado na Figura 36 é uma ferramenta que possui um peso metálico em forma de cilindro em uma das pontas de um cordão, e na outra extremidade, uma peça de madeira, chamada de taco, que tem a mesma largura do peso metálico. É utilizado para garantir que os painéis não estejam inclinados antes da fixação, ou seja, verificar se os perfis estão “aprumados”, portanto para garantir que as estruturas estão na posição correta e não haja imprecisão o prumo de face é a ferramenta mais indicada.

Figura 36 – Prumo De Face Parede 700 Gramas 224,0003 Noll



Fonte: Leroy Merlin, 2021.

6.3.10 Martelo de Borracha

Em algumas ocasiões é necessário empregar força para encaixar um painel entre outros já fixados, por isso, para fazer esse encaixe sem danificar o material é utilizado o martelo de borracha, apresentado na Figura 37, ao invés de outra ferramenta mais rígida.

Figura 37 – Martelo de Borracha Cabo de Madeira - SPARTA-111305



Fonte: Loja do Mecânico, 2021.

6.3.11 Cinto de Ferramentas

O cinto de ferramentas, apresentado na Figura 38, é um acessório que aumenta a produtividade dos montadores na obra, com o uso dele o acesso das ferramentas e materiais, como parafusos, parafusadeira, martelo, ficam ao alcance das mãos e poupa muito tempo dos trabalhadores.

Figura 38 – Bolsa Cinto Kit Ferramentas



Fonte: Reino em Casa, 2021.

6.3.12 Grampo

Os grampos, ilustrado na Figura 39, podem ser úteis, tanto para fixação provisória dos painéis tanto para instalação de membranas impermeáveis, elas são normalmente instaladas por dois profissionais, um fica responsável para segurar uma ponta enquanto o outro fixa a tela. A produtividade dessa atividade aumenta com o uso dessa ferramenta, possibilitando que apenas um montador faça a instalação utilizando o grampo, uma vez que ele pode grampear uma extremidade enquanto faz a fixação em outros pontos.

Figura 39 – Grampo Multiuso 2' Irwin



Fonte: C-JAÚ Ferramentas, 2021.

6.3.13 Perna Mecânica

A Figura 40 apresenta a perna mecânica, esse instrumento é ideal para substituir escadas e andaimes para realizar trabalhos em alturas elevadas. Aumenta a produtividade na realização de pequenas alturas ou instalação de forros por conta da facilidade de manuseio e transporte da ferramenta.

6.3.14 Serra Copo

A Figura 41 apresenta a Serra de Copo, ferramenta ideal para fazer aberturas para caixa de eletricidade e na furação para terminais de instalação hidráulica. O diâmetro do instrumento pode variar dependendo da finalidade para qual ela será empregue.

Figura 40 – Perna Mecânica Para Trabalhos Em Geral De 24 A 40 Pol.-Noll



Fonte: Magazine Luiza, 2021.

Figura 41 – Jogo Serra Copo 11 Peças MP



Fonte: Leroy Merlin, 2021

6.3.15 Tesoura Corta Perfil

A tesoura para chapa, apresentada na Figura 42, é produzida com lâminas de bordas temperadas, fixador que impede abertura acidental de mordente e são utilizadas para cortar chapa de metal. Umas ferramentas manuais mais utilizadas na obra de LSF, utilizada para cortar perfis não estruturais de Drywall.

Figura 42 – Tesoura para Chapa 8 200mm Corte Reto com Mola



Fonte: Sodimac, 2021.

6.3.16 Nível Laser

A exigência por precisão nesse método construtivo, faz crescer a popularidade de ferramentas como o nível laser, ilustrado na Figura 43, que tem substituído outras ferramentas mais tradicionais como o prumo, cordão, nível de mangueira e o peso, pois marca o nível com extra precisão.

Figura 43 – Ferramenta de Nível Laser Multifuncional 3D 12 Linhas Linhas Horizontais Verticais com Função de Auto nivelamento.



Fonte: Amazon, 2021.

6.3.17 Plaina Desbastadora

A plaina desbastadora, apresentada na Figura 44, é uma ferramenta de acabamento que diminui as imperfeições nos perfis metálicos que passaram por cortes na fase de fabricação e personalização.

Figura 44 – Plaina Makita 82Mm 3.1/4Pol 220V M1902B



Fonte: Hipermercado Extra, 2021.

6.3.18 Levantador de Chapas

O Levantador de Chapas, ilustrado na Figura 45, auxilia na instalação de chapas de revestimento, de forro e revestimento. O equipamento é desenhado e revestido com material de baixo atrito para evitar danos nos painéis ou escorregamentos. Ele é capaz de posicionar as chapas de maneira correta além de prendê-las com maior facilidade.

Figura 45 – Transportador de Chapas até 115 Kg



Fonte: Loja do Mecânico, 2021.

6.3.19 Guindaste

Para edifícios altos os guindastes são indispensáveis para içar os painéis que serão fixados nos pavimentos superiores. Existem diferentes tipos, que se adaptam em situações diversas, eles podem ser fixos ou móveis, sobre uma máquina ou veículo. Os mais utilizados nas construções em Light Steel Framing é o caminhão guindaste, um deles é o Caminhão Munk apresentado na Figura 46, sua capacidade pode variar entre 30 e 1.000 toneladas.

Figura 46 – Caminhão Munk



Fonte: Betano, Revista do Automóvel, 2021.

7 CONTRATOS

Com o objetivo de eficácia e transparência na realização e entrega das obras no geral, possuem 4 modalidades de contratos e tipos de empreitada previstos na lei 8.666/1993 (atualizada dez/2020) – Licitações e Contratos:

1) Empreitada por Preço Global

Nesse modelo de contrato, o cliente irá pagar por um preço fixo, que será definido no início da obra e a construtora irá executar a obra completa, portanto é de extrema importância que os projetos e o escopo estejam bem alinhados para que não haja a necessidade de alterações futuras, deve-se atentar para as questões tributárias envolvidas, que podem pesar na decisão desse tipo de contrato.

2) Construção por Administração

Utilizado quando há um projeto básico, mas muitos detalhes que o contratante deseja definir ao longo da execução. A construtora executa a obra e cobra ou uma taxa de administração sobre os custos de materiais e mão de obra. Nesta modalidade existe uma prestação de contas para o cliente com ampla transparência sobre os custos envolvidos. Da mesma forma que ocorre em qualquer tipo de contrato, é importante firmar a parceria com uma empresa confiável, que irá buscar os menores prazos e custos.

3) Preço Máximo Garantido (PMG)

Esse contrato pode ser entendido como um sistema “híbrido” entre as modalidades anteriores: a construtora elabora um orçamento aberto e propõe uma taxa de remuneração; caso a obra, ao final, tenha tido um custo menor do que o previsto, ambas as partes irão dividir o valor economizado (o cliente recebe um desconto sobre o valor final, e a construtora recebe parte do valor como remuneração) caso o custo seja maior, a construtora assume o gasto extra.

4) Empreitada por Preços Unitários

Comum em obras de manutenção, de infraestrutura e de reformas, esse contrato estabelece um preço determinado por unidades de medida (ex: metro quadrado de assentamento de piso, metro cúbico de estrutura de concreto). Ao final

de uma etapa, mede-se o quanto foi feito, e cobra-se com base no valor acordado por unidade.

De acordo com as pesquisas utilizando como base 4 contratos de diferentes obras de Light Steel Frame, como exemplo a empresa Construtora e Transportes Vilapack LTDA, com a obra localizada no município de Congonhas - São Paulo, é notável que, na maioria dos casos, utilizam-se o regime de contrato Empreitada por Preço global e utilizam como base também, o tipo Pregão, que significa o menor preço no valor da proposta orçamentária.

O regime empreitada por Preço Global, é adequada quando existem informações precisas sobre o projeto a ser executado, e isso é encontrado principalmente em obras de LSF, pela sua alta precisão de projeto e montagem. Isso envolve a existência de um projeto executivo, havendo predeterminação dos encargos, atividades, dos materiais, circunstâncias pertinentes ao objeto, e a descrição da obra ou do serviço com elevado grau de precisão, torna-se possível formular uma proposta global pelo contrato.

Quanto menos precisa e exata a configuração da obra a ser executada, menos viável será a utilização de uma empreitada por preço global. Havendo apenas um projeto básico, o particular não obterá informações suficientes para estimar o valor global da sua remuneração e então não existe previsibilidade do custo quando o projeto ainda se encontra em aberto, portanto, a administração acaba optando pela empreitada por preços unitários.

Com isso, mesmo sendo uma incerteza e cada obra possuir sua individualidade, a partir dos aspectos citados, normalmente é escolhido o contrato do tipo de preço global pela necessidade de possuir um escopo de alta precisão, mas isso poderá variar de acordo com cada obra.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho pretendeu identificar as principais características do sistema e estudar a viabilidade de implantação do Light Steel Framing no Brasil para aplicação em empreendimentos residenciais, a partir de revisões bibliográficas, análise de conteúdo informativo, análise de dados e vídeos.

Para se atingir uma compreensão sobre a viabilidade de implantação do sistema LSF no Brasil em obras residenciais de larga escala, definiu-se três objetivos específicos. O primeiro, analisar as características e métodos de gestão do sistema. A análise permitiu concluir que, o LSF possui, além de um sistema de estrutura característico, um sistema de fechamento interno e externo específico. Também são utilizadas ferramentas e máquinas adaptadas para o sistema, e isso contribui para que seja exigida mão de obra qualificada em todas as etapas da construção. Constatou-se ainda, que os métodos para gerir o sistema tem sido ajustado para os padrões brasileiros, através de recursos tecnológicos necessários para planejar do início ao fim, prevendo todas as fases da obra, facilitando o acompanhamento e controle das atividades.

Depois, o segundo objetivo, analisar os benefícios da utilização do sistema de construção industrializado. Verificou-se que a partir da industrialização do canteiro de obras e na produção dos materiais, a construção ganha em precisão, controle, tempo de execução, ganho de área significativo e velocidade. Apesar do processo possuir, a princípio, um modelo de linha de produção como proposta, esse formato de construção permite que o projeto seja flexível e personalizado, além disso, a pré-fabricação de grande parte dos materiais e componentes, contribuem para uma construção mais limpa, com o baixo índice de produção de resíduos e altos níveis de reaproveitamento. Sobretudo, foi visto que a industrialização otimiza a produção em larga escala através da mecanização das atividades e maximiza a lucratividade. Além do mais, ela influi diretamente no meio ambiente e melhora a qualidade das habitações.

Por fim, o terceiro, investigar os principais aspectos que precisam evoluir no sistema para sua expansão no Brasil. A análise permitiu concluir que o sistema é carente de mão de obra qualificada, tanto para etapas de execução quanto no planejamento e gestão, sendo um dos principais entraves para a evolução das

empresas. Existe, além disso, o desafio de superar o preconceito por parte do público sobre o sistema LSF que utiliza padrões menos convencionais de construção, para torná-lo mais popular e competitivo em frente aos outros tipos de edificações mais comuns. A ausência de normatização e políticas públicas, específicas para o método construtivo é um dos principais obstáculos na implantação do sistema em larga escala, pois, a falta de regulamentação diminui a credibilidade do LSF no mercado, limita as opções de financiamento e dificulta o controle tecnológico. Levou-se em consideração também que, o aumento do aço, que é a principal matéria-prima do sistema, influenciou diretamente no custo do metro quadrado em relação aos outros métodos construtivos e observou-se que os materiais específicos para o sistema LSF possui a dificuldade de serem encontrados nos depósitos convencionais e o déficit de encontrar profissionais especializados para realizar as devidas manutenções necessárias.

REFERÊNCIAS

ABCEM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA. **SiNAT: diretrizes para aprovação do Light Steel Framing**. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/site/blog/sinat-diretrizes-para-aprovacao-do-light-steel-framing> . Acesso em: 17 ago. 2021.

ACEWEB. **Consumo de Água na Construção Sustentável**. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/a/consumo-de-agua-na-construcao-sustentavel_8741. Acesso em: 5 set. 2021.

AÇO BRASIL. **Dados do Setor**. Disponível em: <https://acobrasil.org.br/site/dados-do-setor/>. Acesso em: 12 set. 2021.

AEC WEB. **12 softwares de dimensionamento e desenho de estruturas metálicas**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/12-softwares-de-dimensionamento-e-desenho-de-estruturas-metalicas/17440>. Acesso em: 23 set. 2021.

AEC WEB. **Painéis de EPS para construção: vantagens e desvantagens**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/paineis-de-eps-para-construcao-vantagens-e-desvantagens/11168>. Acesso em: 10 nov. 2021.

AECWEB. **Residencial popular continua forte**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/residencial-popular-continua-forte/13186>. Acesso em: 6 set. 2021.

AGÊNCIA BRASIL. **Produção de aço bruto do Brasil cresce 24% no primeiro semestre**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-07/producao-de-aco-bruto-do-brasil-cresce-24-no-primeiro-semester>. Acesso em: 12 set. 2021.

AGÊNCIA BRASIL. **Produção de aço caiu 4,9% em 2020, informa o Instituto Aço Brasil**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-01/producao-de-aco-caiu-49-em-2020-informa-o-instituto-aco-brasil>. Acesso em: 12 set. 2021.

AL., N. C. F. A. A. D. S. C. M. V. S. C. R. P. N. E. Análise Da Combustibilidade De Painéis OSB . **Anais Do Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia Da Madeira**, Campinas, v. 1, n. 15296, p. 1, mar./2018. Disponível em: <https://proceedings.science/cbcm-2013/trabalhos/analise-da-combustibilidade-de-paineis-osb.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021.

ANGULLAR ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO. **Mão de obra construção light steel frame**. Disponível em: <https://www.angullar.com.br/mao-obra-construcao-light-steel-frame>. Acesso em: 22 set. 2021.

BARBIERE. **Como um incêndio afeta uma moradia em Steel Framing?**. Disponível em: <https://blog.barbieridobrasil.com.br/como-um-incendio-afeta-uma-moradia-em-steel-framing/>. Acesso em: 25 set. 2021.

BARBIERI. **O que é a certificação LEED?**. Disponível em: <https://www.adbarbieri.com/pt-br/o-que-e-a-certificacao-leed> . Acesso em: 5 set. 2021.

BASTOS, Eliomar Ferreira. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DE PAINEL DE OSB DO TIPO FORM . **BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP**, Campinas, v. 1, n. 297, p. 3, ago./2009. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp107033.pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

BRANCO, Fernando; GARRIDO, P. P. & M. Vida Útil na Construção Civil: Boletín Técnico. **ACONPAT BRASIL**, Portugal, v. 4, n. 1, p. 3, mar./2013. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/06/bt58.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

CAIXA. **Selo Casa Azul CAIXA**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/negocios-sustentaveis/selo-casa-azul-caixa/Paginas/default.aspx> . Acesso em: 5 set. 2021.

CATARATAS STEEL FRAME CONSTRUÇÕES INTELIGENTES. **Parafusos e fixadores drywall e steel frame**. Disponível em: <http://cataratasdecoracoes.com.br/parafusos-e-fixadores-drywall-e-steel-frame/>. Acesso em: 10 set. 2021.

CBCA. **Light Steel Framing**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/agenda/light-steel-framing> . Acesso em: 10 nov. 2021.

CENTER STEEL. **Como o Light Steel Frame pode tornar as obras mais rápidas?** Disponível em: <https://centersteel.com.br/obra-rapida-steel-frame/>. Acesso em: 11 mai. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO ; INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing. Resumo Executivo - Pesquisa 2014**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 6 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO ; INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing. Resumo Executivo - Pesquisa 2015**. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 5 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO ; INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing. Resumo Executivo - Pesquisa 2016.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 7 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Produção de estruturas em aço tem crescimento de 25,6% em 2019.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/estatisticas/> . Acesso em: 12 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing - Pesquisa 2017.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 8 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing - Pesquisa 2018.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 8 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing - Pesquisa 2019.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 10 set. 2021.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO METÁLICA. **Cenário dos Fabricantes de Aço Para Light Steel Framing - Pesquisa 2020.** Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca/>. Acesso em: 12 set. 2021.

COMPREENDENDO O LIGHT STEEL FRAMING. **Dimensionamento Estrutural em Light Steel Framing de Acordo com a ABNT NBR 14762.** Disponível em: <https://compreendendofsf.gomboc.com.br/normas-utilizadas-no-sistema-constructivo-light-steel-framing/> . Acesso em: 20 set. 2021.

CONSTRUÇÕES ASF. **Como um incêndio afeta uma casa em Steel Framing.** Disponível em: <https://www.asf.arq.br/single-post/2018/06/13/como-um-inc%C3%AAndio-afeta-uma-casa-em-steel-framing>. Acesso em: 25 set. 2021.

CONSTRUMAX ALFA. **Telhado steel frame - perfil steel frame para telhados.** Disponível em: <https://www.construmaxalfa.com.br/telhado-steel.html>. Acesso em: 12 set. 2021.

DAMA DO GESSO. **Pode ser feita laje de steel frame?** Disponível em: <https://damadogesso.com.br/pode-ser-feita-laje-de-steel-frame/>. Acesso em: 26 set. 2021.

DECORLIT - SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS. **Painel mezanino**. Disponível em: <https://decorlit.com.br/painel-mezanino/>. Acesso em: 10 set. 2021.

DRY FRAME. **Passo a Passo de Uma Obra em Steel Frame**. Disponível em: <https://dryframe.com.br/passo-a-passo-de-uma-obra-em-steel-frame/>. Acesso em: 12 set. 2021.

ERBS, A. *et al.* Determinação das propriedades físicas e mecânicas do gesso reciclado proveniente de chapas de gesso acartonado. **Associação Brasileira de Cerâmica**, Curitiba, PR, v. 61, n. 360, p. 482, dez./2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/PZD4gVKJjgqYpMbzvcm463m/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 24 out. 2021.

EXAME. **Desidratado após uma década, Minha Casa Minha Vida é desafio para governo**. Disponível em: <https://exame.com/brasil/marca-do-pt-minha-casa-minha-vida-esta-desidratado-e-desafia-o-governo/>. Acesso em: 20 set. 2012.

FREIRIA, J. D. C. *et al.* ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CANTEIROS DE OBRAS: SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL VERSUS SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME (LSF). **XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, João Pessoa - PB, v. 1, n. 306, p. 2, out./2016. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_324_30804.pdf. Acesso em: 21 set. 2021.

FUTUR ENG. **Desempenho do LSF perante incêndios**. Disponível em: <http://www.futureng.pt/lst-fogo>. Acesso em: 25 set. 2021.

GBC BRASIL. **Compreenda o LEED**. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

GOVERNO FEDERAL. **Capacidades**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/composicao/secretarias-nacionais/habitacao>. Acesso em: 17 ago. 2021.

GOVERNO FEDERAL. **Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadequacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas>. Acesso em: 28 ago. 2021.

GOVERNO FEDERAL. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h>. Acesso em: 26 set. 2021.

GOVERNO FEDERAL. **SIMAC - Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/simac-sistema-de->

qualificacao-de-empresas-de-materiais-componentes-e-sistemas-construtivos.
Acesso em: 26 set. 2021.

GRAND VIEW RESEARCH. **Light Gauge Steel Framing Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type, By Region, And Segment Forecasts, 2021 - 2028**. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/light-gauge-steel-framing-market> . Acesso em: 12 set. 2021.

GYPSTEEL INDÚSTRIA DE AÇO. **4 cuidados na escolha dos Perfis Steel Frame e Perfis Drywall**. Disponível em: <http://www.gypsteel.com.br/cuidados-na-escolha-dos-perfis-steel-frame-e-drywall/>. Acesso em: 14 jul. 2021.

HANCE CONSTRUCTION. **Butler Building Renovation and Durability of Steel**. Disponível em: <https://www.hanceconstruction.com/news/blog/butler-building-renovation-and-durability-of-steel>. Acesso em: 26 set. 2021.

Hass, d. C. G. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. Curitiba, Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8331/2/CT_EPC_2011_2_14.PDF. Acesso em: 17 ago. 2021.

HOMETEKA. **OSB: Tudo que você precisa saber sobre o material**. Disponível em: <https://www.hometeka.com.br/aprenda/osb-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-o-material/>. Acesso em: 14 jul. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **SiNAT Inovador**. Disponível em: https://www.ipt.br/solucoes/426-sinat_inovador.htm. Acesso em: 5 set. 2021.

LAB TESTE LABORATÓRIO METALÚRGICO . **Ensaio de Tração em Aço**. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/ensaio-tracao-aco>. Acesso em: 22 out. 2021.

LAB TESTE LABORATÓRIO METALÚRGICO. **Ensaio de dureza vickers**. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/ensaio-dureza-vickers>. Acesso em: 22 out. 2021.

LAB TESTE LABORATÓRIO METALÚRGICO. **Ensaio de Dureza**. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/ensaio-dureza-brinell1> . Acesso em: 22 out. 2021.

LAB TESTE LABORATÓRIO METALÚRGICO. **Ensaio de Temperabilidade Jominy**. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/ensaio-temperabilidade-jominy> . Acesso em: 22 out. 2021.

LEROY MERLIN. **Chapa de Drywall Standard 1,80x1,20m Branca Placo**. Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/chapa-de-drywall-standard-1,80x1,20m-branca-placo_89750724?store_code=41&gclid=CjwKCAjwhOyJBhA4EiwAEcJdcVjQtX1hXf

GKGkkrLm57ihzaZndHZ1IrtOKM1gewkm0Lht0Tu-5_FhoCy_gQAvD_BwE. Acesso em: 10 set. 2021.

LEROY MERLIN. **Tela de Fibra ProFort Base Coat System 1mx50m PlacLux.** Disponível em: https://www.leroymerlin.com.br/tela-de-fibra-profort-base-coat-system-1mx50m-placlux_89120563. Acesso em: 10 set. 2021.

MASSA CINZENTA. **Parede dupla de concreto potencializa industrialização.** Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/parede-dupla-de-concreto-potencializa-industrializacao/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais impactos ambientais da construção civil e como evitá-los.** Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/impactos-ambientais-da-construcao/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

MY FARM. **Êxodo rural: o que é e os impactos no agronegócio.** Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/exodo-rural/>. Acesso em: 28 ago. 2021.

PEDREIRÃO. **Light Steel Frame, passo a passo.** Disponível em: <https://pedreira.com.br/light-steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em: 14 jul. 2021.

PLACO SAINT-GOBAIN. **Benefícios da Placa de Gesso.** Disponível em: <https://www.placo.com.br/blog/beneficios-placa-de-gesso>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PORTAL STEEL FRAME. **Gerenciamento de obras: tecnologia para uma gestão eficiente.** Disponível em: <https://www.portalsteelframe.com.br/gerenciamento-de-obras-tecnologia-para-uma-gestao-eficiente/>. Acesso em: 22 set. 2021.

PORTAL STEEL FRAME. **Moradias construídas em steel framing.** Disponível em: <https://www.portalsteelframe.com.br/artigos/moradias-construidas-em-steel-framing-perguntas-frequentes/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

PROAQT EMPREENDIMENTOS METALÚRGICOS LTDA.. **Ensaio Metalográfico.** Disponível em: <https://www.proaqt.com.br/ensaio-metalografico> . Acesso em: 22 out. 2021.

PROCEL INFO. **Selo Procel Edificações.** Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}>. Acesso em: 5 set. 2021.

SAINT GOBAIN. **Construa ou reforme em menos tempo com a placa cimentícia.** Disponível em: <https://www.saint-gobain.com.br/experiencias/blog/construa-ou-reforme-em-menos-tempo-com-placa-cimenticia>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SANTOS E DELGADO ARQUITETURA E CONSTRUÇÕES. **QUAL A DURABILIDADE DE UMA ESTRUTURA EM LIGHT STEEL FRAME?** Disponível em: <http://santosedelgado.com.br/blog/qual-a-durabilidade-de-uma-estrutura-em-light-steel-frame/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO. **Habitação.** Disponível em: <http://www.habitacao.sp.gov.br/detalhe.aspx?Id=6> . Acesso em: 27 ago. 2021.

SIENGE PLATAFORMA. **O que é industrialização na construção e por que investir nisso?**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-industrializacao-na-construcao-e-por-que-investir-nisso/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

SPBIM ARQUITETURA DIGITAL. **O que é o ms project?** Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-o-ms-project/>. Acesso em: 23 set. 2021.

STEEL FRAME BRASIL. **O Steel Frame é Mais Resistente Do Que a Alvenaria?**. Disponível em: <http://steelframebrasil.com.br/steel-frame-e-mais-resistente-do-que-alvenaria/>. Acesso em: 25 set. 2021.

STEEL FRAME. **Casa steel frame x casa de alvenaria: comparação de preços.** Disponível em: <http://lightsteelframe.eng.br/casa-steel-frame-x-casa-de-alvenaria-comparacao-de-precos/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

STRUCTURE MAG. **AISI Cold-Formed Steel Design Manual Updated.** Disponível em: <https://www.structuremag.org/?p=9191> . Acesso em: 20 set. 2021.

SUPER INTERESSANTE . **Esgotamento dos recursos naturais Leia mais em: <https://super.abril.com.br/ciencia/esgotamento-dos-recursos-naturais/>.** Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/esgotamento-dos-recursos-naturais/>. Acesso em: 6 set. 2021.

SUSTENTABILIDADE SEBRAE. **Certificações verdes.** Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2016_7_CERTIFICA%C3%87%C3%95ES_VERDE.pdf. Acesso em: 5 set. 2021.

TECH TUDO. **Como funciona o Trello? Saiba tudo sobre programa para organizar projetos.** Disponível em: <https://www.techtodo.com.br/listas/2019/10/como-funciona-o-trello-saiba-tudo-sobre-programa-para-organizar-projetos.ghtml>. Acesso em: 23 set. 2021.

TECNOFRAME. **Steel Frame é Melhor que Alvenaria?**. Disponível em: <https://tecnoframe.com.br/steel-frame-e-melhor-que-alvenaria/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

THÓRUS ENGENHARIA. **Quais são os tipos e as vantagens de construção a seco?**. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/quais-sao-os-tipos-e-as-vantagens-de-construcao-a-seco-entenda/>. Acesso em: 10 nov. 2021.

THÓRUS ENGENHARIA. **Você sabe o que é certificação AQUA-HQE?**. Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/certificacao-aqua-hqe-construcao-sustentavel/> . Acesso em: 5 set. 2021.

UKESSAYS. **History of Light Gauge Steel**. Disponível em: <https://www.ukessays.com/essays/construction/history-and-development-of-light-gauge-steel-within-the-construction-industry.php>. Acesso em: 25 set. 2021.

UM SO PLANETA. **Entenda o que as mudanças climáticas têm a ver com a crise hídrica**. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2021/08/01/entenda-o-que-as-mudancas-climaticas-tem-a-ver-com-a-crise-hidrica.ghtml> . Acesso em: 6 set. 2021.

UNEP. **Emissões do setor de construção civil atingiram recordes em 2019 - relatório da ONU**. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civil-atingiram>. Acesso em: 29 ago. 2021.

VIOLIN, R. R. D. S. ;. R. Y. T. **GESTÃO DA ÁGUA EM CANTEIROS DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar**, Maringá - PR, v. 1, n. 8, p. 2, out./2013. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Robson_Rodrigo_da_Silva2.pdf. Acesso em: 6 set. 2021.

VIVA DECORA PRO. **<https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/norma-drywall/>**. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/norma-drywall/>. Acesso em: 22 set. 2021.

WIKIPÉDIA . **Mudança do clima**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Mudan%C3%A7a_do_clima. Acesso em: 6 set. 2021.

WIKIPÉDIA. **Galvanização**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Galvaniza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 26 jul. 2021.

WIKIPÉDIA. **Programa Casa Verde e Amarela**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa_Casa_Verde_e_Amarela . Acesso em: 5 set. 2021.

YOUTUBE. **Arquiteta Helena Rodrigues, REGIÕES COM STEEL FRAME: ONDE CONSTRUIR?**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FodYIWG-PcM> . Acesso em: 19 fev. 2021.