

VANTAGENS EM ADOTAR O LIGHT STEEL FRAME: Comparativo entre o método construtivo *Light Steel Frame* e o método convencional de alvenaria

Vitor de Melo Ribeiro ¹

Laísa Cristina Carvalho²

RESUMO

O artigo apresenta um estudo de caso com um comparativo entre o método construtivo *Light Steel Frame* e o método Convencional. Na busca por melhorias no setor da construção civil a fim de atingir o conceito de construção sustentável, que se resume em minimizar o uso de recursos naturais, diminuir o desperdício de matéria prima, reduzir o consumo de energia e o de água, surge como alternativa um método construtivo industrializado. O *Light Steel Frame* (LSF) garante um controle do processo, oferecendo assim, redução de desperdícios e ganhos de produtividade aliados a alta qualidade. O objetivo do estudo, é disponibilizar informações sobre o sistema construtivo *LSF*, apresentando as vantagens e desvantagens em relação ao método convencional e, através de um planejamento orçamentário, apresentar os custos para o desenvolvimento de uma residência popular.

Palavras-chaves: *Light Steel Frame*; sustentabilidade; método convencional de alvenaria

1. INTRODUÇÃO

Alinhado com o rápido crescimento populacional está o aumento da produção de resíduos, o que tem gerado preocupação devido ao grande volume de materiais que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e outros vetores de doenças. Uma alternativa sustentável no setor da construção civil seria a adoção de técnicas construtivas que diminuíssem o desperdício e o número de criação de aterros, proporcionando, assim, um ganho para o proprietário da obra, para a prefeitura que administra a coleta desses entulhos e também para o meio ambiente, uma vez que estaríamos usando menos recursos naturais e reduzindo a poluição.

1. Engenheiro de Produção UNIS-MG, Bacharelado em Engenharia Civil UNIS-MG

2. Professora e orientadora Laísa C. Carvalho do Centro Universitário do Sul de Minas

Diante da procura de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção e na busca de processos mais eficientes que contribuam com o aumento da produtividade e que atenda a demanda crescente, surge o paradigma da construção sustentável. Os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consiste na otimização do consumo de materiais e energia, na redução de resíduos gerados, na preservação do meio natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído.

No Brasil é predominante o método de construção de alvenaria o qual é responsável por uma grande quantidade de resíduos que causam impactos ambientais. Como opção de melhoria no setor, alguns construtores estão adotando um método construtivo que utiliza o aço como matéria prima, chamado *Light Steel Frame*.

O Brasil é um dos maiores produtores de aço e, ainda assim, o sistema *Light Steel Frame* (LSF), apesar de tratar-se de um método de construção antigo, muito utilizado nos EUA, não é tão explorado como deveria. Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa foi apresentar as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos construtivos e através de um comparativo orçamentário, disponibilizar informações sobre a viabilidade em implantar um método construtivo diferente do usual no sul de Minas Gerais, que utiliza-se do modelo convencional para habitações populares, adotando assim, o *Light Steel Frame*.

2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

O meio ambiente vem sofrendo impactos com as atividades do ser humano desde tempos remotos. Tem-se observado fatos contribuintes e agravantes da degradação ambiental vivenciada em todo o mundo, que vão desde o surgimento das atividades agrícolas, passando pela Revolução Industrial, até chegar no atual modo de vida capitalista (CHAVES, 2014).

A construção civil é apontada como uma das maiores causadoras de poluição ambiental. Os resíduos como concreto, argamassas, cerâmicos, madeira, gesso, papel, plástico e metais, gerados nas obras são responsáveis por cerca de 40% da produção de resíduos do país. Tais resíduos são prejudiciais para a saúde da população e para o meio ambiente, causando problemas respiratórios em pessoas devido a desmatamentos, operações com motores a óleo diesel, demolições, uso de materiais tóxicos como amianto e tintas, acarretando também em poluição de cursos de água e contaminação de solo.

Diante desse problema, profissionais da área de Engenharia Civil, criaram o conceito de Construção Sustentável, que tem como objetivo adotar maneiras de projetar menos prejudiciais ao meio ambiente, preocupando-se em poupar recursos naturais durante a produção e pós construção da obra com a adoção de materiais recicláveis e execução de projetos inteligentes, que visam ao melhor aproveitamento dos recursos, como por exemplo, projetos que priorizam o uso da luz natural e aproveitamento da água das chuvas.

Perante o rápido crescimento populacional e os avanços tecnológicos, a indústria da construção civil no mundo tem buscado alternativas mais eficientes de construção com o intuito de diminuir o desperdício, aumentar a produtividade e atender a uma demanda crescente (JUNIOR, Kaminski 2006).

Para as empresas da construção civil, é importante inovar, mas para que isso ocorra, é preciso disponibilizar informações que auxiliem na tomada de decisão, que ajudem a identificar a redução de custos, prazos, etc.

Dentro desta realidade, algumas empresas já investem em soluções sustentáveis, assumindo responsabilidades sociais e ambientais para se destacarem no mercado como uma empresa verde e ainda melhorarem seus processos e qualidade.

O *Light Steel Frame* na construção civil é a alternativa de algumas construtoras que buscam agilidade na execução, altos padrões de qualidade e sustentabilidade da construção. O método utiliza-se de materiais recicláveis, reduz a quantidade de resíduos, além de oferece um alto nível de detalhamento e planejamento, pois o fato de ser industrializado, as atividades no canteiro de obras são de montagem, diferente de uma construção convencional onde há muitas atividades moldadas “in loco” como reboco, chapisco e corte de tijolos por exemplo.

3. O SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

O *Light Steel Frame* é um sistema construtivo industrializado, composto por várias estruturas em aço galvanizado divididas de maneira que cada uma delas possa resistir a uma pequena parcela da carga total e distribuir para a fundação. Trata-se de um modelo construtivo aberto, ou seja, é possível trabalhar com diversos tipos de materiais, é customizável, o que ajuda no controle dos gastos na fase de projeto, além de ser reciclável, possuir grande durabilidade e ter alta resistência ao fogo.

Na concepção estrutural, os perfis galvanizados são unidos de maneira a criar painéis estruturais que são parafusados e espaçados regularmente entre si de acordo com o projeto estrutural, variando entre 400 mm e 600 mm, padrão que os materiais complementares são enquadrados, para assim, otimizar os custos e desperdícios de materiais. Existe a opção de receber os painéis montados pela empresa fornecedora, o que auxilia na produtividade e elimina a necessidade de obter espaços para que a montagem seja feita no próprio canteiro de obras. Na imagem abaixo podemos observar a montagem dos painéis estruturais assim como a organização e limpeza do canteiro de obras desse método construtivo.

Figura 1: Concepção estrutural de uma residência em LSF



Fonte: Smart Sistemas Construtivos, etapas da obra 2018

O LSF é formado por vários componentes e subsistemas, como fundação, fechamento interno e externo, os quais integram a estrutura e são responsáveis por distribuir as cargas linearmente.

A sequência das etapas construtivas é similar ao método convencional de alvenaria, ocorre primeiro o preparo do canteiro de obras, seguido pela fundação, montagem da estrutura, instalações hidrossanitárias e elétricas, isolamento térmico e acústico, fechamento das paredes internas, montagem das esquadrias e revestimentos externos e internos.

3.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS

3.1.1 Fundações

O LSF caracteriza-se por possuir fundações com custos mais baixos devido ao leve peso da estrutura. Os tipos mais utilizados é o radier, uma laje de concreto armado leve e simples de executar e sapata corrida. É necessária uma homogeneidade para a montagem, pois a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis, a escolha do tipo de fundação vai depender da topografia do terreno. As instalações elétricas e hidrossanitárias são executadas juntamente com a fundação, a qual deve ser dimensionada exatamente com a projeção das guias inferiores (perfil U) do projeto para, dessa maneira, garantir a proteção da estrutura.

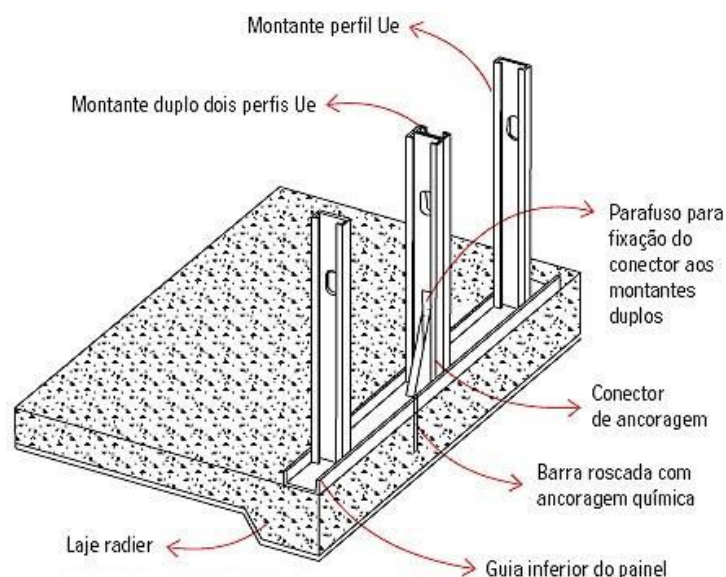
No desenvolvimento da fundação, é preciso executar também a calçada junto ao radier para ajudar no equilíbrio da estrutura e conseqüentemente esse processo ajuda a reduzir o consumo de aço na fundação, reduzindo assim os custos.

A fixação dos painéis é definida de acordo com o projeto estrutural, os tipos mais utilizados são: a química com barra roscada; a com barra roscada tipo “J” e a com fita metálica.

a) Ancoragem química com barra roscada

Depois da concretagem da fundação, as barras são roscadas com arruela e porca no concreto e coloca-se resina química epóxi para melhorar a resistência, também são colocados peças de reforços no encontro dos painéis que garantem o esquadro da estrutura. Na figura 2, um exemplo da forma de fixação da estrutura.

Figura 2: Fixação por ancoragem química com barra rosçada

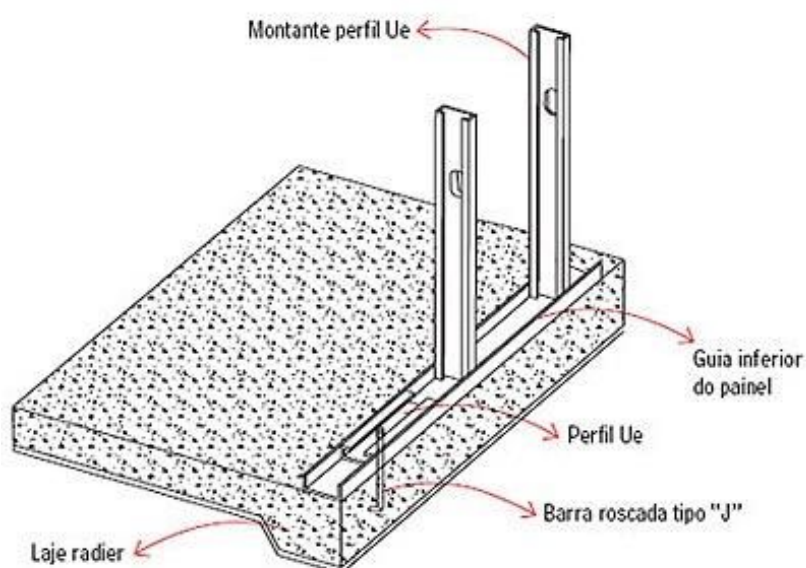


Fonte: Técnica 2018.

b) Ancoragem com barra rosçada tipo “J”

A ancoragem é feita por uma barra rosçada e curvada que é engastada na fundação antes de ser realizada a concretagem. A parte curva fica voltada para o interior da fundação e a reta é usada para engastar no montante ou na guia. Abaixo a figura 3 exemplifica como é feita a fixação.

Figura 3: Fixação por ancoragem com barra rosçada tipo “J”

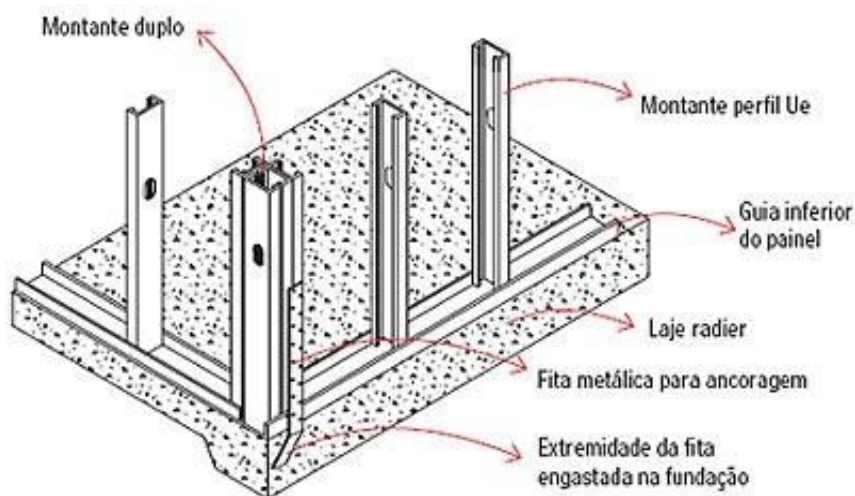


Fonte: Técnica. 2018

c) Ancoragem com fita metálica

A ancoragem do tipo fita metálica é feita da mesma maneira que a ancoragem do tipo “J” porém no tipo com fita metálica são peças metálicas que são engastadas na fundação antes de realizar a concretagem. Devem ficar perfeitamente alinhadas com os montantes para não ocorrer problemas na fixação, caso ocorra deverá ser substituídas por uma ancoragem de barra roscada. A figura 4 exemplifica a fixação por fita metálica.

Figura 4: Fixação por ancoragem com fita metálica



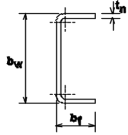
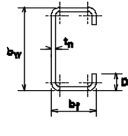
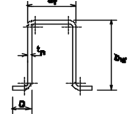
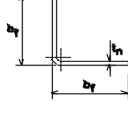
Fonte: Técnica. 2018

3.1.2 Estrutura

A estrutura é composta por perfis de aço galvanizado formados a frio tipo “U” que são elementos horizontais, denominados guias, são usados na base e no topo dos painéis e tipo “Ue” que são elementos verticais, denominados montantes.

Os montantes que constituem os painéis são responsáveis por transferir as cargas que atuam no sentido vertical por meio de suas almas e para isso é essencial que a estrutura do nível que receberá as cargas esteja totalmente alinhada. Abaixo, uma tabela que exemplifica os tipos de seções encontradas de aço formados a frio.

Tabela 1: Seções de aço galvanizado para LSF

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR6355:2003 ¹⁾	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253: 2005

Em relação às dimensões encontradas no mercado, elas variam de 90 a 300 mm, porém podem ser personalizados seguindo um projeto estrutural. As dimensões usuais de acordo com a NBR 6355 estão listadas na tabela abaixo.

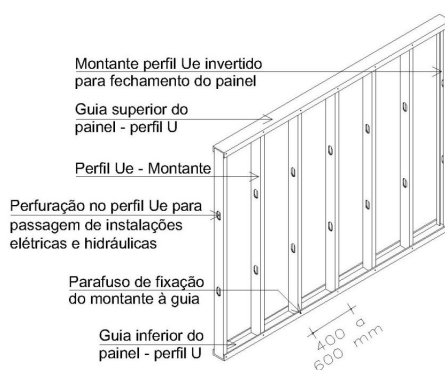
Tabela 2: Dimensões de aço galvanizado para LSF

DIMENSÕES (mm)	DESIGNAÇÃO	LARGURA DA ALMA b_w (mm)	LARGURA DA MESA b_f (mm)	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA – D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneira de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneira de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneira de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: NBR 6355

Os montantes são unidos em seus extremos superiores e inferiores pelas guias e por elementos que auxiliarão na distribuição dos esforços como placas estruturais (placas OSB, placas cimentícias) de fechamento e contraventamentos em “X” ou em “K”. A união dessas peças é realizada com o uso de parafusos galvanizados auto-perfurantes ou auto-atarrachantes, que terão dimensões variadas de acordo com o tipo de peça que será unida. Com a união das peças, é montado um painel conforme a figura 5 abaixo.

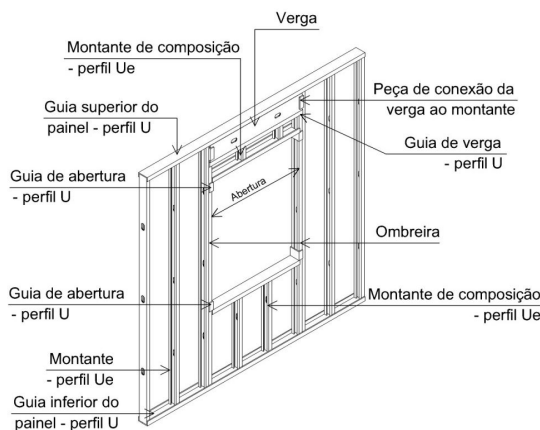
Figura 5: Painel em LSF



Fonte: CASTRO, 2006, p.42

Em locais onde há vãos mais espaçados como para portas e janelas, é necessário o uso de peças que farão o papel de vergas com o intuito de distribuir os esforços nesse espaço para os montantes laterais, os quais são chamados de ombreiras, conforme ilustrado na figura 6 abaixo.

Figura 6: Painel com abertura de janela

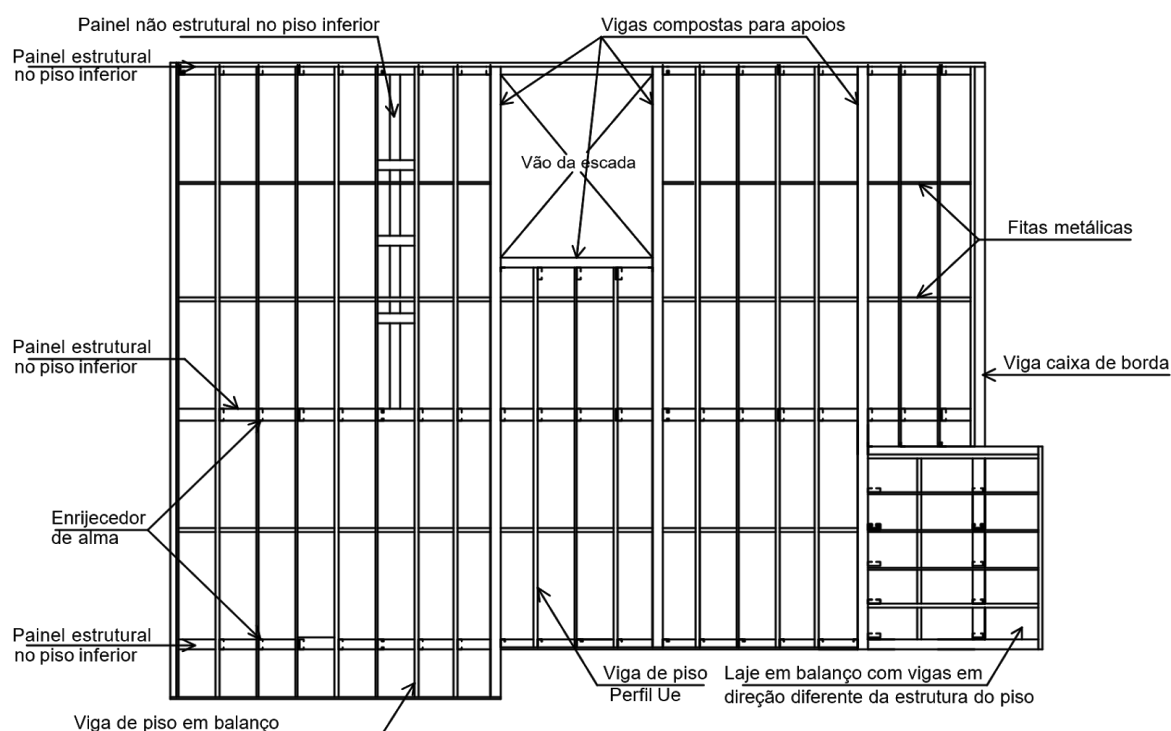


Fonte: CASTRO, 2006, p. 48

No fechamento externo e interno da estrutura pode-se utilizar diversos tipos de placas, como: placas OSB (*Oriented Strand Board*), gesso acartonado, placas cimentícias, dentre outras. A escolha dependerá da finalidade, no caso das placas de gesso acartonado por exemplo, são usadas no interior da edificação.

No processo de desenvolvimento da laje utiliza-se a mesma técnica de montagem, os perfis utilizados do tipo “Ue” são ajustados de acordo com a distância especificada no projeto e alinhados, recebendo o nome de vigas de piso. Essas vigas são responsáveis pela transmissão de cargas para os painéis e também servirão de suporte para o tipo de laje que será aplicada, úmida ou seca. A figura 7 exemplifica os elementos utilizados para montagem da laje *Light Steel Frame*.

Figura 7: Elementos de uma laje LSF



Fonte: CASTRO, 2006, p. 99

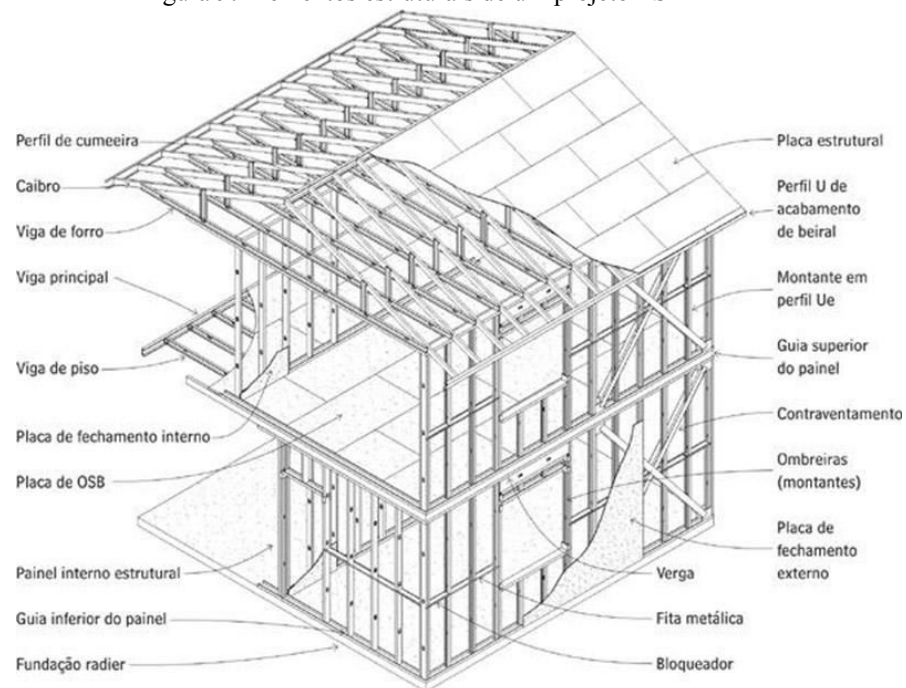
Quanto às coberturas, o LSF não se diferencia muito do sistema convencional, segue o mesmo princípio dos telhados de madeiras. São executados com perfis de aço galvanizado criando treliças ou tesouras, podendo ser inclinadas ou planas, conforme ilustrado na figura 8 abaixo.

Figura 8: Telhado plano em LSF



Fonte: Wikipedia, Light Steel Frame. 2018

Figura 9: Elementos estruturais de um projeto LSF



Fonte: (SANTIAGO et al., p. 14 Rio de Janeiro, 2012)

Um aspecto interessante em construções LSF são as instalações elétricas e hidráulicas. Diferentemente das construções de alvenaria que são erguidas as paredes e depois é necessário realizar cortes nas paredes para fazer as instalações, no sistema LSF não é preciso

quebrar nada, a montagem pode ser feita em conjunto com outras etapas da obra e o desperdício de materiais é mínimo, facilitando também eventuais manutenções.

Figura 10: Instalações elétricas no LSF



Fonte: habitissimo. 2018

4. VANTAGENS DO MÉTODO *LIGHT STEEL FRAME*

É conhecido por ser um sistema construtivo seco, ou seja, não se utiliza água na formulação das estruturas, água, areia e cimento são utilizados apenas na fundação.

Podemos citar algumas das principais vantagens do LSF em edificações, como:

- Padronização dos produtos que constituem o sistema, a matéria prima é industrializada e passa por rigorosos controles de qualidade.
- Alta resistência do aço e qualidade, permitindo também maiores precisões dimensionais.
- Facilidade de obtenção dos perfis galvanizados e com fácil manuseio e transporte devido a leveza das peças.
- Durabilidade e longevidade da estrutura,
- Otimização de recursos naturais, por se tratar de uma obra a seco e com menos desperdícios.
- Facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas.
- Agilidade na construção.
- Material incombustível e 100% reciclável.
- Maiores flexibilidades no projeto arquitetônico.

Segundo Campos (2014), os custos de uma construção em *Light Steel Frame* no sul e sudeste brasileiro são equiparados com o convencional, proporcionando uma vantagem para o LSF pois garante uma obra finalizada em um menor prazo, porém no interior os valores de um projeto em LSF podem ser superiores devido aos fretes para obtenção de materiais e deslocamento da mão de obra especializada.

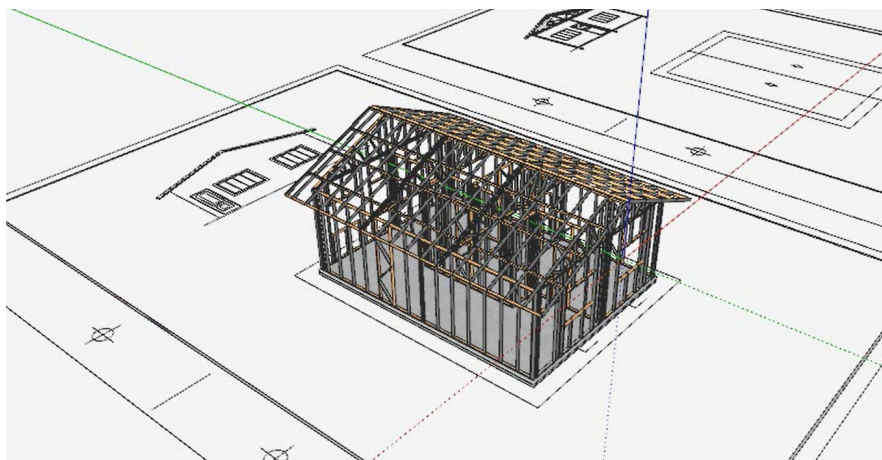
5. MÉTODO DA PESQUISA

Com o intuito de disponibilizar informações sobre o método construtivo *Light Steel Frame*, foi realizado um estudo de caso o qual teve como objetivo realizar um orçamento comparativo com o método construtivo convencional de alvenaria.

Através de pesquisas no mercado da construção civil, foram cotados os preços dos materiais necessários para o desenvolvimento de um projeto em *Light Steel Frame* e a loja Leroy Merlin foi escolhida como referência para tal planejamento orçamentário.

O estudo foi feito com base em um projeto residencial de 58,52 m², o qual foi utilizado pelo estudante durante a graduação na disciplina de Planejamento e Orçamento de Obras para levantamento de custo de um projeto convencional de alvenaria. A partir da planta, conforme a figura 11, o projeto com estruturas de aço galvanizado foi desenvolvido em um software 3D para que assim pudesse calcular o número de perfis, placas, parafusos e outros componentes que fariam parte da estrutura e, desta forma, realizar a cotação na loja de construção online Leroy Merlin.

Figura 11: Projeto 3D em *Light Steel Frame*



Fonte: O autor

6. RESULTADOS

O fornecimento de materiais para construções em *Light Steel Frame* no Sul de Minas Gerais ainda não é difundido devido à baixa demanda por este método construtivo, portanto, o levantamento orçamentário das tabelas abaixo foram realizados com base nos preços dos materiais da loja Leroy Merlin, a qual disponibiliza catálogos online que oferecem um portfólio atualizado com grande variedades de materiais e valores de cada produto.

Tabela 1. Orçamento método convencional de alvenaria

OBRA: PROJETO RESIDENCIAL 58,52 m²					
LOCAL: VARGINHA/MG					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANTID	PR. UNIT. COM M. OBRA	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 1.039,37
1.1	Instalação de canteiro de obras	vb	1,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00
1.4	Locação da obra com gabarito de madeira	m²	58,52	R\$ 5,05	R\$ 295,46
1.5	Limpeza inicial de terreno para implantação da obra	m²	250,00	R\$ 2,18	R\$ 543,91
1.6	Tapume	m²	250,00	R\$ 67,12	R\$ 16.780,21
2	FUNDAÇÃO - sapatas e baldrames				R\$ 4.164,39
2.1	Escavação manual com corte de material de 1ª categoria até 2m	m³	4,14	R\$ 8,70	R\$ 36,03
2.2	Concreto fck = 25 MPa	m³	5,40	R\$ 277,16	R\$ 1.496,69
2.3	Armadura de aço CA-50 DN 6,30 mm, corte, dobra e montagem - Fundação	kg	44,30	R\$ 9,80	R\$ 434,13
2.4	Armadura de aço CA-50 DN 8,00 mm, corte, dobra e montagem - Fundação	Kg	7,50	R\$ 8,95	R\$ 67,13
2.5	Armadura de aço CA-50 DN 6,30 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	1,20	R\$ 9,80	R\$ 11,76
2.6	Armadura de aço CA-50 DN 8,00 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	78,20	R\$ 8,95	R\$ 699,96
2.7	Armadura de aço CA-50 DN 10,00 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	55,60	R\$ 8,28	R\$ 460,19
2.8	Armadura de aço CA-50 DN 12,5 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	19,50	R\$ 7,47	R\$ 145,66
2.9	Armadura de aço CA-50 DN 16,00 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	13,40	R\$ 7,47	R\$ 100,09
2.10	Armadura de aço CA-60 DN 5,00 mm, corte, dobra e montagem - Baldrame	Kg	45,80	R\$ 12,50	R\$ 572,66
2.11	Impermeabilização com hidroasfalto	m²	6,78	20,66	140,09
					-
3	SUPERESTRUTURA				R\$ 11.662,58
3.1	Concreto fck 25 MPa virado em obra - Pilares, Vigas e Laje	m³	6,00	R\$ 277,16	R\$ 1.662,99
3.2	Armadura de aço CA-50 DN 10,00 mm, corte, dobra e montagem - Pilares	Kg	150,20	R\$ 8,28	R\$ 1.243,16
3.3	Armadura de aço CA-50 DN 12,5 mm, corte, dobra e montagem - Pilares	Kg	32,5	R\$ 7,47	R\$ 242,77
3.4	Armadura de aço CA-50 DN 16,00 mm, corte, dobra e montagem - Pilares	Kg	47	R\$ 7,47	R\$ 351,08
3.5	Armadura de aço CA-50 DN 8,00 mm, corte, dobra e montagem - Vigas Cobertura	Kg	53,20	R\$ 8,95	R\$ 476,19
3.6	Armadura de aço CA-50 DN 10,00 mm, corte, dobra e montagem - Vigas Cobertura	Kg	8,00	R\$ 8,28	R\$ 66,21
3.7	Armadura de aço CA-50 DN 12,5 mm, corte, dobra e montagem - Vigas Cobertura	Kg	63,40	R\$ 7,47	R\$ 473,58
3.8	Armadura de aço CA-50 DN 16,00 mm, corte, dobra e montagem - Vigas Cobertura	Kg	55,70	R\$ 7,47	R\$ 416,06
3.9	Armadura de aço CA-60 DN 5,00 mm, corte, dobra e montagem - Vigas Cobertura	Kg	38,20	R\$ 12,50	R\$ 477,63
3.10	Forma para pilares, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, pré-fabricada	Kg	34,63	R\$ 34,04	R\$ 1.178,88
3.11	Forma para vigas, com chapa compensada plastificada, e=12 mm, pré-fabricada	m²	31,54	R\$ 32,36	R\$ 1.020,56
3.12	Laje Pré-Fabricada	m²	58,52	R\$ 64,91	R\$ 3.798,64
3.13	Armadura de aço CA-60 DN 5,00 mm, corte, dobra e montagem - Reforço Laje	Kg	20,38	12,50	254,82
4	ALVENARIA				R\$ 4.683,95
4.1	Alvenaria de bloco cerâmico furado 14x19x39cm, esp parede=14cm	m²	117,50	R\$ 39,86	R\$ 4.683,95
					-
5	COBERTURA				R\$ 7.559,07
6.1	Estrutura de madeira para sustentação do telhado	m²	78,50	R\$ 76,23	R\$ 5.984,07
6.3	Telha Romana	unid	1.500,00	R\$ 1,05	R\$ 1.575,00
7	REVESTIMENTO				R\$ 6.359,26
7.1	Chapisco interno e externo	m²	235,00	R\$ 7,20	R\$ 1.691,32
7.2	Emboço massa única com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia 1:4 para paredes internas	m²	117,50	R\$ 13,75	R\$ 1.615,19
7.3	Emboço massa única com argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia 1:2 para paredes externas	m²	117,50	R\$ 25,98	R\$ 3.052,75
7	PISOS				R\$ 7.891,07
7.1	Contrapiso em concreto 20 MPa dosado em obra, desempenado, esp. 6cm	m²	58,57	R\$ 55,22	R\$ 3.234,14
7.2	Piso Cerâmico esmaltado liso brilhante 30x30cm, cor clara	m²	58,57	R\$ 52,85	R\$ 3.095,64
7.4	Soleiras de granito cinza e = 14 cm	m²	0,54	R\$ 54,81	R\$ 29,60
7.3	Revestimento com azulejo branco 20x20cm PEI-4 para paredes internas - Cozinha	m²	28,98	R\$ 52,85	R\$ 1.531,70
					-
8	PINTURA				R\$ 3.096,95
8.1	Pintura Latex acrílico paredes internas (incluindo selador)	m²	117,50	R\$ 12,83	R\$ 1.507,61
	Pintura Latex acrílico paredes externas (incluindo selador)	m²	117,50	R\$ 11,69	R\$ 1.373,77
8.2	Pintura em esmalte sintético para portas madeira	m²	16,38	R\$ 13,16	R\$ 215,57
					-
9	ESQUADRIAS METÁLICAS				R\$ 6.295,16
9.1	Janelas	unid	7,20	R\$ 645,03	R\$ 4.644,20
9.2	Janela basculante 0,80 x 0,80	unid	7,20	R\$ 229,30	R\$ 1.650,95
					-

10	ESQUADRIAS DE MADEIRA				R\$ 2.473,42
10.1	Porta interna de madeira completa 80x210	unid	4,00	R\$ 494,76	R\$ 1.979,06
10.2	Porta interna de madeira completa 70x210	unid	1,00	R\$ 494,37	R\$ 494,37
					-
11	LOUÇAS E METAIS				R\$ 915,33
11.1	Pia de cozinha (1,20x0,50m)	und	1,00	R\$ 135,00	R\$ 135,00
11.2	Tanque de lavar roupa (PVC)	und	1,00	R\$ 78,90	R\$ 78,90
11.3	Lavatório para banheiro	und	1,00	R\$ 100,48	R\$ 100,48
11.4	Vaso sanitário com caixa acoplada c/ assento	und	1,00	R\$ 248,83	R\$ 248,83
11.5	Chuveiro (P.V.C.)	und	1,00	R\$ 46,96	R\$ 46,96
11.6	Torneira metal	und	3,00	R\$ 27,17	R\$ 81,51
11.7	Porta toalhas	und	1,00	R\$ 15,90	R\$ 15,90
11.8	Porta papel higiênico	und	1,00	R\$ 19,99	R\$ 19,99
11.9	Saboneteira	und	1,00	R\$ 13,86	R\$ 13,86
11.10	Reservatório de fibra de vidro 250 litros	und	1,00	R\$ 173,90	R\$ 173,90
12	LIMPEZA				R\$ 148,06
12.1	Limpeza geral da edificação	m²	58,52	R\$ 2,53	R\$ 148,06
					-
SUB TOTAL GERAL					R\$ 56.288,60

Fonte: O autor

Tabela 2. Orçamento método *Light Steel Frame*

OBRA:	PROJETO RESIDENCIAL 58,52 m²				
LOCAL:	VARGINHA/MG				
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTD	PR. UNIT. COM M.OBRA	PR. TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 543,91
1.1	LIMPEZA INICIAL DE TERRENO COM IMPLANTAÇÃO DA OBRA	m²	250,00	R\$ 2,18	R\$ 543,91
2	FUNDAÇÃO				R\$ 3.914,99
2.1	CONTRAPISO COM TELA POP	m²	58,52	R\$ 66,90	R\$ 3.914,99
3	SUPERESTRUTURA				R\$ 20.168,30
3.1	PARABOLT 3/8	pçs	40	R\$ 4,00	R\$ 160,00
3.2	BANDA ACÚSTICA	rolos	6	R\$ 87,90	R\$ 527,40
3.3	GUIA 90MM (0,95mm)	pçs	110	R\$ 35,90	R\$ 3.949,00
3.4	MONTANTE 90M (0,95mm)	pçs	240	R\$ 35,90	R\$ 8.616,00
3.5	PARAFUSO BROCA 4,8 X 19mm	pçs	4000	R\$ 0,70	R\$ 2.800,00
3.6	PLACA ACARTONADO 1,20 X 1,80	pçs	26	R\$ 37,60	R\$ 977,60
3.7	MASSA PARA ACARTONADO 28kg	baldes	2	R\$ 68,60	R\$ 137,20
3.8	FITA PARA ACARTONADO	rolos	2	R\$ 19,60	R\$ 39,20
3.9	LÃ DE VIDRO (OPCIONAL)	m²	55	R\$ 23,60	R\$ 1.298,00
3.10	PARAFUSO BROCA GALVANIZADO 3,5 X 25	pçs	1000	R\$ 0,80	R\$ 800,00
3.11	PERFIL F530	pçs	38	R\$ 11,55	R\$ 438,90
3.12	PENDURAL F 530	pçs	70	R\$ 2,50	R\$ 175,00
3.13	ARAME 10	MTS	100	R\$ 2,50	R\$ 250,00
4	FECHAMENTO EXTERNO				R\$ 13.303,85
4.1	PLACA OSB 11,1 MM	pçs	36	R\$ 58,95	R\$ 2.122,20
4.2	MEMBRANA HIDRÓFUGA 0,91x 30,48 (27,74m²)	rolos	4	R\$ 208,15	R\$ 832,60
4.3	PLACA CIMENTICIA 10MM	pçs	35	R\$ 89,55	R\$ 3.134,25
4.4	MASSA PARA JUNTAS CIMENTICIA 5KG	baldes	4	R\$ 122,15	R\$ 488,60
4.5	FITA DE JUNTAS FIBRA DE VIDROS 100mm	rolos	4	R\$ 58,15	R\$ 232,60
4.6	TELA DE FIBRA 1M X 50M	rolos	4	R\$ 349,15	R\$ 1.396,60
4.7	MASSA PARA BASE COAT 20KG	cx	15	R\$ 95,15	R\$ 1.427,25
4.8	PARAFUSO 4,2 X 32MM SEM ASA (OSB)	pçs	1500	R\$ 1,21	R\$ 1.815,00
4.9	PARAFUSO 4,2 X 32MM COM ASA (CIMENTICIA)	pçs	1500	R\$ 1,21	R\$ 1.815,00
4.10	CANTONEIRA PERFURADA	pçs	5	R\$ 7,95	R\$ 39,75
5	FECHAMENTO INTERNO				R\$ 8.569,50
5.1	PLACA ACARTONADO 1,20 X 1,80	pçs	86	R\$ 37,60	R\$ 3.233,60
5.2	MASSA PARA ACARTONADO 28kg	baldes	3	R\$ 68,60	R\$ 205,80
5.3	FITA PARA ACARTONADO	rolos	2	R\$ 19,60	R\$ 39,20
5.4	LÃ DE VIDRO (OPCIONAL)	m²	112	R\$ 23,60	R\$ 2.643,20
5.5	PARAFUSO BROCA GALVANIZADO 3,5 X 25	pçs	3000	R\$ 0,80	R\$ 2.400,00
5.6	CANTONEIRA PERFURADA	pçs	6	R\$ 7,95	R\$ 47,70
6	COBERTURA				R\$ 4.905,00
6.1	PERFIL CARTOLA 3mts	pçs	90	R\$ 37,00	R\$ 3.330,00
6.2	TELHA ROMANA	pçs	1500	R\$ 1,05	R\$ 1.575,00
7	REVESTIMENTO				R\$ 7.890,85
7.1	CONTRAPISO EM CONCRETO 20 MPA	m²	58,57	R\$ 55,22	R\$ 3.234,24
7.2	PISO CERÂMICO ESMALTADO LISO BRILHANTE 30 X 30 cm	m²	58,57	R\$ 52,85	R\$ 3.095,42
7.3	SOLEIRAS DE GRANITO CINZA	m²	0,54	R\$ 54,81	R\$ 29,60
7.4	REVESTIMENTO COM AZULEJO BRANCO 20 X 20 cm - COZINHA	m²	28,98	R\$ 52,85	R\$ 1.531,59

8	PINTURA				R\$	3.096,66
8.1	LATEX ACRÍLICO INTERNAS	m ²	117,5	R\$ 12,83	R\$	1.507,53
8.2	LATEX ACRÍLICO EXTERNAS	m ²	117,5	R\$ 11,69	R\$	1.373,58
8.3	ESMALTE SINTÉTICO	m ²	16,38	R\$ 13,16	R\$	215,56
9	ESQUADRIAS METÁLICAS				R\$	6.295,18
9.1	JANELAS	unid	7,20	R\$ 645,03	R\$	4.644,22
9.2	JANELA BASCULANTE 0,80 X 0,80	unid	7,20	R\$ 229,30	R\$	1.650,96
10	ESQUADRIAS DE MADEIRA				R\$	2.473,41
10.1	PORTA INTERNA DE MADEIRA COMPLETA 80 X 210	unid	4,00	R\$ 494,76	R\$	1.979,04
10.2	PORTA INTERNA DE MADEIRA COMPLETA 70 X 210	unid	1,00	R\$ 494,37	R\$	494,37
11	LOUÇAS E METAIS				R\$	915,33
11.1	PIA DE COZINHA (120 x 0,50)	unid	1,00	R\$ 135,00	R\$	135,00
11.2	TANQUE DE LAVAR ROUPA (PVC)	unid	1,00	R\$ 78,90	R\$	78,90
11.3	LAVATÓRIO PARA BANHEIRO	unid	1,00	R\$ 100,48	R\$	100,48
11.4	VASO SANITÁRIO COM CAIXA ACOPLADA C/ ASSENTO	unid	1,00	R\$ 248,83	R\$	248,83
11.5	CHUVEIRO (PVC)	unid	1,00	R\$ 49,96	R\$	49,96
11.6	TORNEIRA METAL	unid	3,00	R\$ 27,17	R\$	81,51
11.7	PORTA TOALHAS	unid	1,00	R\$ 15,90	R\$	15,90
11.8	PORTA PAPEL HIGIÊNICO	unid	1,00	R\$ 19,99	R\$	19,99
11.9	SABONETEIRA	unid	1,00	R\$ 13,86	R\$	13,86
11.10	RESERVATÓRIO DE FIBRA DE VIDRO 250 LITROS	unid	1,00	R\$ 173,90	R\$	173,90
SUBTOTAL GERAL					R\$	72.076,98

Fonte: O autor

Através das tabelas de comparação de custos, pode-se perceber que o método construtivo LSF possui custo mais elevado que o método convencional, resultando em uma diferença de R\$ 15.788,38, o que daria um preço por m² para o LSF de aproximadamente R\$ 1.230 e para o convencional de R\$ 960. Nota-se que a maior diferença de custos no LSF encontra-se na superestrutura, representando 28% e no fechamento externo e interno, representando 30%. Os custos desses itens são praticamente duas vezes maiores que no método convencional de alvenaria pois tratam-se de materiais industrializados que empregam mão de obra especializada.

Os custos de materiais no método convencional são menores porque os insumos utilizados não são industrializados e a mão de obra para esse sistema construtivo é abundante.

É oportuno comentar que não foi considerado o tempo de conclusão da obra, nem os custos no método convencional com transportes de materiais. No método LSF a velocidade de execução é superior ao método convencional e praticamente não há gastos com transportes, visto que é um sistema industrializado e seus materiais podem ser armazenados com mais praticidade.

Com a análise de custos demonstrada, é conveniente apresentar os principais diferenciais de cada um dos métodos construtivos.

No sistema LSF, as paredes possuem peso inferior ao de alvenaria convencional, proporcionando uma vantagem já que o custo da fundação é reduzido. No processo construtivo, o sistema LSF apresenta outra vantagem, pois não é necessário quebrar paredes

para passagem de tubulações hidráulicas nem elétricas. É possível fazer a montagem junto com o desenvolvimento da obra e, em casos de reparos futuros, basta retirar o revestimento interno de maneira simples para a localização do problema e, ao concluir, recolocar o revestimento e pintar. Um procedimento desse no método de alvenaria convencional não seria concluído em apenas um dia, seria preciso quebrar, aplicar a massa, esperar a secagem para depois poder pintar.

Enquanto no sistema convencional o isolamento térmico é feito apenas com a vedação da alvenaria, no LSF as estruturas podem receber entre as placas lã de vidro ou lã de rocha que também proporcionam um ótimo isolamento acústico.

Outro fator relevante é a questão da sustentabilidade. É importante que na concepção de um projeto seja pensado não apenas no bem estar dos usuários da edificação, mas também no impacto que tais construções causam ao meio ambiente. Ao conhecer o sistema LSF, percebe-se que o uso de água é mínimo, ocorre apenas na realização da fundação, o que não acontece no método construtivo convencional, que depende do uso de água até a conclusão da obra. Além disso, o sistema construtivo industrializado contribui com um canteiro de obras mais limpo e sem desperdícios de materiais.

As desvantagens apresentadas no LSF são o limite de pavimento, que é comum encontrarmos construções térreas ou com até 5 pavimentos e a mão de obra, por ser um sistema construtivo não usual em muitas regiões, existe carência de profissionais especializados e isso pode acarretar em uma obra mais cara.

No caso do método convencional, as desvantagens são a geração de resíduos, retrabalhos, técnicas construtivas que muitas vezes são improvisadas durante a execução do serviço, matéria prima de alguns elementos de fontes não renováveis e sistema de produção lento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que, no mercado atual, as empresas que não buscam aperfeiçoamento de seus produtos através das inovações que surgem a cada dia ficarão de fora da concorrência. O uso de novos materiais e tecnologias que oferecem melhores benefícios na construção civil já é uma realidade e os profissionais da área devem acompanhar o crescimento.

Através das pesquisas realizadas para disponibilizar um comparativo orçamentário com um método construtivo que ainda não é usual na região do sul de Minas Gerais, o estudo de caso pôde contribuir para a melhor compreensão do sistema construtivo LSF, apresentando os componentes utilizados na concepção estrutural e os custos.

A intenção em realizar o comparativo entre os dois sistemas construtivos surgiu ao pensar em construção sustentável, visto que sustentabilidade é uma tendência e o termo não é associado apenas à preservação dos recursos naturais, mas também é vista como inovação e altas tecnologias, o que faz com que os consumidores enxergam como um diferencial as empresas que adotam meios sustentáveis na construção civil. O LSF é apontado como um método construtivo sustentável pois os impactos ambientais causados são mínimos em relação ao método convencional de alvenaria e possui maior eficiência produtiva. Tais aspectos oferecem vantagens para programas de construções de moradias populares como o Minha Casa Minha Vida que necessitam de agilidade e racionalização, agregando valor na produção em larga escala e na redução de desperdícios de matéria prima.

O resultado do estudo mostrou que ambos os métodos construtivos são viáveis, o método construtivo convencional oferece custos mais baixos para um curto prazo e o LSF oferece custos mais elevados a curto prazo que são compensados com a agilidade da entrega da edificação e com as manutenções futuras que acabam sendo menos dispendiosas. Estima-se que o tempo de conclusão do *Light Steel Frame* é equivalente a 1/3 do convencional de alvenaria, uma vez que a fabricação e a montagem de uma edificação é otimizado pois essas etapas podem ser executadas em conjunto. Um exemplo, seria a execução da fundação e a montagem dos painéis de aço galvanizado na indústria fornecedora, desta maneira, as peças já iriam chegar prontas no canteiro de obras. Outro exemplo seria a montagem dos painéis junto com as instalações elétricas e hidráulicas. É essa flexibilidade na construção com LSF que garante que os princípios da construção enxuta sejam praticados, adotando a racionalização na construção civil e permitindo maiores quantidades em pouco tempo.

Analisando pelo lado da sustentabilidade, o LSF é mais vantajoso por conta dos benefícios gerados ao meio ambiente e pelo fato de seus materiais serem recicláveis, podendo reutilizá-los em usos diversos na construção civil.

Em relação a produtividade e qualidade no processo, o *Light Steel Frame* possui características que garantem um controle de toda cadeia de produção, permitindo assim, maior durabilidade das edificações, redução de desperdícios e uma obra limpa.

O *Light Steel Frame* mostrou-se tão acessível quanto ao método convencional de alvenaria, observa-se que a predominância do método convencional ocorre devido ao conservadorismo e por causa da grande oferta de mão de obra pouco especializada.

O fato do *Light Steel Frame* exigir uma mão de obra qualificada e componentes industrializados faz com que a procura por esse método construtivo seja baixa, tornando-o menos conhecido em determinadas regiões. A dificuldade em encontrar fornecedores de materiais para o *Light Steel Frame*, no sul de Minas Gerais, implicou na escolha de lojas - no caso a Leroy Merlin, escolhida para esse estudo - que disponibilizam seus produtos em catálogos online e que realizam entregas para diversas áreas do Brasil.

O artigo apresentou um estudo de caso com o planejamento orçamentário e as principais características do LSF e do método convencional. Como sugestão para aprofundamento do tema, sugere-se por exemplo:

- Projetos habitacionais populares em *Light Steel Frame*;
- produtividade na construção civil utilizando o *Light Steel Framing*;
- Sustentabilidade de edificações em LSF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355: Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253: Perfis de Aço Formados a Frio Com Revestimentos Metálicos**. Rio de Janeiro, 2014.

CASTRO, R. C. *Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: Light Steel Framing*. p. 229. Ouro Preto, 2005.

CHAVES, H. D. *Diretrizes Sustentáveis na Construção Civil: Avaliação do Ciclo de Vida*. p. 58. Rio de Janeiro, 2014.

CAMPOS, P. F. Light Steel Framing: Uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de planejamento. p. 198. Dissertação (Mestrado) – Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2014.

Habitissimo Disponível em:

<https://fotos.habitissimo.com.br/foto/divisorias-em-drywall-gesso-montagem_714198>

Acesso em 2018

JUNIOR, J. K. Construções de Light Steel Frame. 2006

PEDROSO, S. P., FRANCO, G. A., BASSO, G. L., BOMBONATO, F. A. Disponível em <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>. Acesso em 31/05/2018

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho, CASTRO, Renata Cristina Moraes de. “Steel framing” Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço. 2012. 151p.

Smart Sistemas Construtivos: Etapas da Obra. Disponível em: <<https://www.smartsistemasconstrutivos.com.br/etapas-da-obra/>> Acesso em 2018

Téchne Disponível em:

<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-3.aspx>> Acesso em 2018

Téchne Disponível em:

<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-3.aspx>> Acesso em 2018

Téchne Disponível em: <

<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-3.aspx>> Acesso em 2018

VIVIAN, A. L., PALIARI, J. C., Design for Assembly aplicado ao projeto de habitações em Light Steel Frame.

Wikipédia Light Steel Frame Disponível em: <

https://pt.wikipedia.org/wiki/Light_Steel_Framing> Acesso em 2018