

VANTAGENS AMBIENTAIS DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING NO SEGMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

ENVIRONMENTAL ADVANTAGES OF THE LIGHT STEEL FRAMING CONSTRUCTION SYSTEM IN THE CIVIL CONSTRUCTION SEGMENT

Guimarães, Marcio Martins¹

Costa, Viviane da Silva²

Gonçalves, José Roberto Moreira Ribeiro³

Resumo: Por meio do crescimento mercadológico da construção civil, as organizações desse segmento tiveram diversos desafios em relação a gastos excessivos e desperdício de material devido ao uso inapropriado de materiais, além de baixo nível de produção, aumento sobre custos na obra e a falta de economia de recursos ambientais para atender as necessidades e demandas dos projetos relacionados à engenharia civil. Tal situação motivou as organizações da construção civil a refletir sobre aspectos de inovação e modernização quanto aos mecanismos de produtividade e industrialização, nesse contexto o LSF como um meio de tornar o seu negócio mais competitivo no mercado, uma dessas principais características são a economia de recursos ambientais. Considerando tais fatos, e sabendo-se que há diversas vantagens mercadológicas, econômicas e sociais no processo de modernização na área de construção civil, o presente estudo realizou uma análise sobre o mercado da construção civil, com foco nos aspectos ambiental em procedimentos que podem ser utilizados nesse setor para alcançar menor desgaste. Com base neste contexto, a presente pesquisa destacou o seguinte questionamento: quais as principais vantagens do sistema construtivo LSF – *Light Steel Framing* no segmento ambiental da construção da civil? Quanto ao objetivo geral desse estudo, foram analisadas as principais características referentes ao LSF para as obras construtivas no Brasil. Sobre os objetivos específicos, estão incluídos: caracterização de aspectos conceituais referente ao sistema construtivo LSF; descrição de questões técnicas associados ao sistema construtivo LSF; análise sobre as vantagens ambientais oferecidas pelo sistema construtivo LSF no mercado brasileiro da construção civil.

Palavras-Chave: Construção Civil; Engenharia Civil; *Light Steel Framing*; Sistema Construtivo a seco.

Abstract: Through the market growth in civil construction, the organizations in this segment had several challenges in relation to excessive spending and waste of material due to the inappropriate use of materials, in addition to a low level of production, increase in costs in the work and the lack of saving of environmental refusals to meet the needs and demands of projects related to civil engineering. This situation motivated civil construction organizations to reflect on aspects of innovation and modernization as to the mechanisms of productivity and industrialization, in this context the LSF as a means to make their business more competitive in the market, one of these main features are resource saving environmental impacts. Considering these facts, and considering that there are several market, economic and social advantages in the modernization process in the area of civil construction, the present study carried out an analysis on the civil construction market, focusing on environmental aspects in procedures that can be used in this sector to achieve lower wear. Based on this context, the present research highlighted the following question: what are the main advantages of the LSF - Light Steel Framing construction system in the environmental segment of civil construction? Regarding the general objective of this study, the main characteristics related to the LSF for the constructive works in Brazil were analyzed. On the specific objectives, are included: characterization of conceptual aspects regarding the LSF constructive system; description of technical issues associated with the LSF constructive system; analysis on the environmental advantages offered by the LSF constructive system in the Brazilian civil construction market.

Keywords: Civil Construction; Civil Engineering; Light Steel Framing; Dry Cosmetic System.

¹ Graduando em Engenharia Civil – UNISUAM – marcioguimaraes@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Civil – UNISUAM – vscosta23@gmail.com

³ Mestre em Engenharia Agrícola e Ambiental UFRRJ / UNISUAM – joseroberoverde@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil brasileira relacionada ao desenvolvimento de sistemas construtivos de estruturas apresenta-se marcada pelo emprego principalmente, de técnicas artesanais. Esta situação contribui para os elevados índices de desperdício de matéria prima e reflete no elevado gasto de recursos naturais.

A otimização de processos e a industrialização da construção são compreendidas como importantes para reorganização dos métodos construtivos. Ambas são implementadas na construção civil mediante análise dos processos de transformação, fluxo e valor, para que se alcance a modernização de tais processos e, por conseguinte, aumento da produtividade e diminuição ou eliminação dos desperdícios (MOURA et al., 2013).

Outro aspecto consoante à implantação e otimização dos processos industriais modernizados, diz respeito à busca por métodos que sejam menos agressivos ao meio ambiente e contribuam com a sustentabilidade.

Estudos na área da engenharia civil mostram que, sistemas construtivos de cunho artesanal, desenvolvidos a partir de alvenaria convencional retardam o andamento da produção – pois demandam tempo para ser desenvolvidos – e são determinantes para o desperdício de matéria prima, haja vista que, todas as etapas de sua construção são realizadas no local da obra (HASS et al., 2011).

De acordo com os especialistas (CARMINATTI et al., 2013; GORGOLEWSKI, 2006; REGO, 2012; RODRIGUES et al., 2010; VIVAN et al., 2010), com o alargamento do mercado da construção civil na segunda metade dos anos 2000, uma das grandes problemáticas enfrentadas pelas organizações do setor era o acentuado desperdício de insumos, baixa produtividade e excessivos custos com a mão-de-obra.

Tal realidade fez com que os construtores passassem a ver a utilização de novas tecnologias como essencial para que as empresas se mantivessem competitivas no mercado. Dessa forma, os investimentos para modernizar os meios de produção culminaram na crescente industrialização dos canteiros de obras, com destaque para a ininterrupta introdução de novos materiais, ferramentas, processos construtivos e de logística direcionados ao aperfeiçoamento da construção civil, como um todo.

O desenvolvimento constante foi determinante para a otimização da cadeia de processos que se converteu no aumento da competitividade e elevou qualidade dos meios de construção e diminuiu desperdícios com matéria prima.

A área construção civil é uma das principais responsáveis pelo aumento da economia do país. A cadeia de processos da indústria da construção é uma das protagonistas na dinâmica econômica, contribuindo com geração de renda, ofertas de emprego, investimentos e de modo geral, no aumento da qualidade de vida da população.

Considerando os aspectos positivos da modernização dos processos construtivos para o setor, para o desenvolvimento econômico e social do país e para a para a sociedade como um todo, o presente estudo pretende realizar uma análise e caracterização das necessidades da construção civil para que se possa melhorar a qualidade dos processos, diminuindo custos e desperdício de matéria-prima, preservando dessa forma, o meio ambiente.

O LSF é um sistema de concepção racional que possui alto grau de industrialização, que apresenta como ‘carro chefe’ o conceito da utilização de estruturas formada por perfis de aço galvanizado de pequena espessura, formados a frio, como proposta de construção de moradias. Este processo é marcado por altos níveis de eficiência, agilidade na execução e índices baixos de desperdício já que as estruturas de aço substituem as convencionais que são feitas à base de alvenaria (CRASTO, 2005).

Com base neste contexto, a presente pesquisa destacou o seguinte questionamento: quais as principais vantagens ambientais do sistema construtivo LSF no segmento da construção da civil?

Quanto ao objetivo geral desse estudo, foram analisadas as principais características referentes ao LSF para as obras construtivas no Brasil.

Sobre os objetivos específicos, estão incluídos: caracterização de aspectos conceituais referente ao sistema construtivo LSF; descrição de questões técnicas associados ao sistema construtivo LSF; análise sobre as vantagens ambientais do sistema LSF; análise sobre as vantagens competitivas oferecidas pelo sistema construtivo LSF no mercado brasileiro da construção civil.

Dentre os autores citados, estão: Aquino e Barros (2010); Bernardes et al., (2012); Coelho (2014); Dogonski (2016); Faria (2008); Hass e Martins (2011); Jardim e Campos (2006); Leonídio (2013); Moura e Sá (2014); Oliveira, Waelkens e Mitidieri (2012); Rego (2012); Souza (2014); Terni, Santiago e Pianheri (2008); Vivan et al., (2013); Yamashiro (2011); entre outros.

O presente estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica narrativa, no qual foram analisadas as principais vantagens do sistema construtivo LSF no segmento da construção da civil.

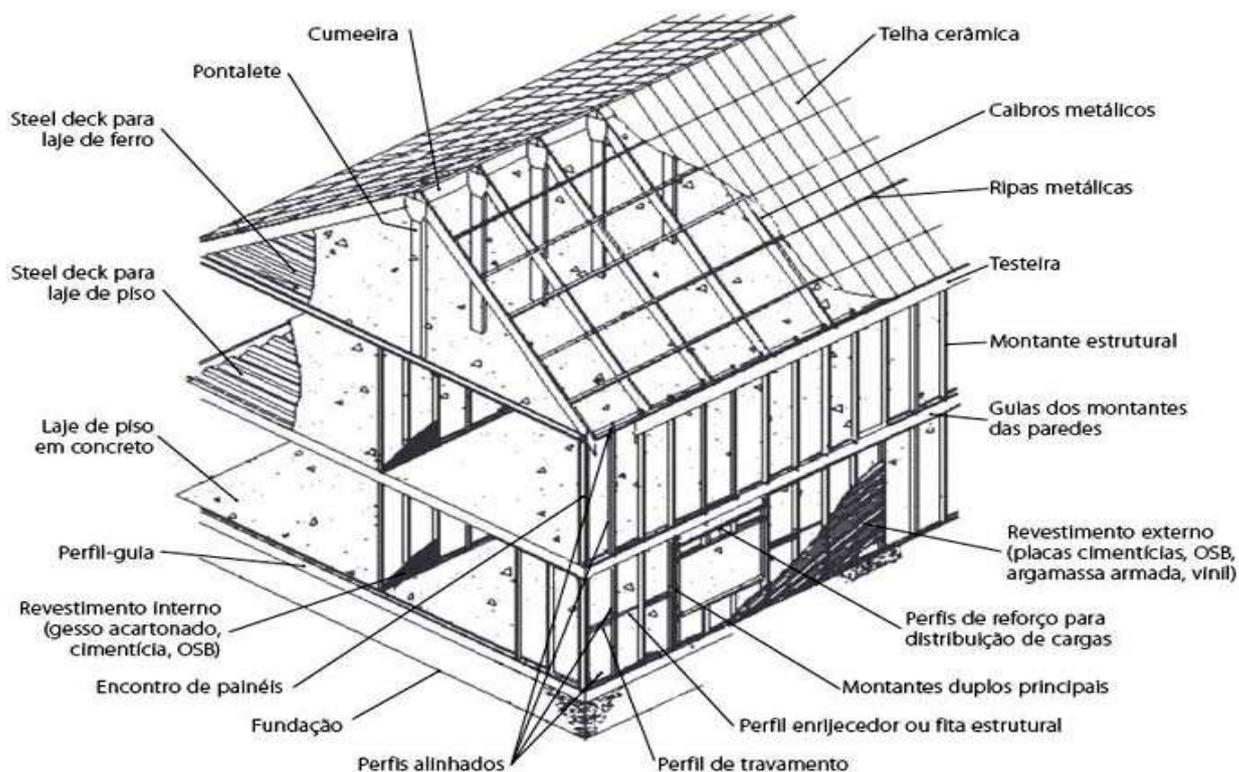
A presente pesquisa está dividida da seguinte maneira: inicialmente, é realizada uma introdução, onde são descritos os objetivos gerais, objetivos específicos, justificativa, problema, metodologia e demais questões introdutórias à pesquisa; no segundo capítulo, são caracterizados aspectos técnicos e conceituais referente ao sistema construtivo LSF; no terceiro capítulo, são analisadas as vantagens competitivas oferecidas pelo sistema construtivo LSF no mercado brasileiro da construção civil; no quarto capítulo, é descrita a metodologia aplicada para o desenvolvimento da presente pesquisa; na última etapa, finalmente, são descritas as considerações finais, onde abordam-se as principais conclusões a respeito do presente estudo.

2 SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING*: ASPECTOS CONCEITUAIS

O LSF é um sistema construtivo de concepção plausível, que tem como fundamental particularidade uma base composta de painéis estruturais e não estruturais fundamentadas por PFF – Perfis Formados à Frio de aço galvanizado. É um método autoportante de elaboração a seco que possibilita agilidade na execução, deve-se ao fato de ser um sistema construtivo de caráter industrial e ter maior controle do método construtivo se relacionado aos métodos habitualmente defendidos no Brasil. Trata-se de um método pelo qual se compreende um esqueleto baseado em aço constituído por vários componentes individuais unidos entre si, passando estes a operar em união para resistir às cargas que demandam a construção e dando formato a mesma (SANTIAGO et al., 2012).

Com intuito de que a performance e as funções do sistema construtivo sejam atingidos, é preciso que estes subsistemas estejam conectados entre si e que todo o procedimento construtivo a partir da seleção de materiais, seleção da mão-de-obra e efetivação da construção seja elencada pela perfeição e qualificação. É possível observar a síntese dos subsistemas componentes do Light Steel Framing.

Figura 1 - Síntese dos subsistemas componentes do Light Steel Framing



Fonte: Souza, 2014

O LSF é um sistema construtivo imenso, capaz de incorporar todos componentes e subsistemas vitais à construção de uma edificação de forma ecológica, pois todos os materiais são reutilizados, tais como o aço seu principal componente e é uma construção feita a seco, como não há concreto a utilização de água é mínima. O LSF é uma estrutura elaborada por perfis de aço galvanizado gerados frio, que formam painéis estruturais – paredes, pisos, teto – ou não – vedações – que são unidos entre si por meio de parafusos, compreendendo assim um conjunto autoportante que é mensurado com o intuito de receber e conduzir os esforços presentes na edificação (LIMA, 2013).

O LSF tem início a partir do século XIX nos EUA, como um caminho construtivo para seguir com o desenvolvimento da população e a necessidade de adotar métodos mais velozes e eficazes na construção de moradias. No princípio fazendo uso dos materiais acessíveis na região, como no caso da madeira, o método apoiava-se em uma estrutura formada de peças em madeira serrada de pequena seção diagonal conhecido por *Balloon Framing*. Por meio desse sistema, as construções em madeira que aderiram este sistema construtivo ficaram popularmente conhecidas como *Wood Frame*, tendo sido amplamente executadas na construção de tipologias habitacionais nos Estados Unidos. Em seguida como a evolução da indústria do aço e a evolução da economia nos Estados Unidos, o aproveitamento das peças de madeira foram trocadas por perfis de aço, dando início ao sistema LSF (SANTIAGO et al., 2012).

A primeira alteração foi feita na Feira Mundial de Chicago, de 1933, com a presença do protótipo de uma habitação em LSF, que baseava-se na utilização de perfis de aço como alteração à estrutura de madeira, gerando economia de recursos ambientais.

2.1. Os principais elementos de uma construção LSF

2.1.1. Placas OSB

O OSB (Oriented Strand Board) (Fig.2) é um painel estrutural de tiras de madeira orientadas perpendicularmente, em diversas camadas, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez. Essas

tiras são unidas com resinas aplicadas sob altas temperatura e pressão. Através desse processo de engenharia automatizado, os painéis permanentemente controlados e testados para verificar seus níveis de acordo com os padrões de qualidade. É um painel ecologicamente correto.

As principais aplicações do OSB permitem usos como, paredes e tetos, base de pisos para aplicação de carpetes, pisos de madeira, ladrilhos, tapumes e barracões de obras, carrocerias, embalagens, estrutura de móveis, decoração e design.

Figura 2 – Placa OSB

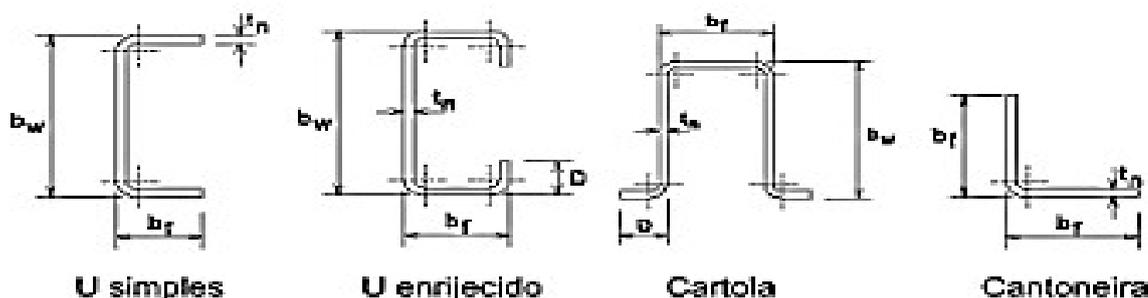


Fonte: Souza, 2014

2.1.2. Perfis de aço galvanizado

Fundamentalmente, a estrutura do LSF é constituída por dois tipos de PFF (Fig. 3), onde os PFF do tipo Ue – U enrijecido – são usadas como montantes para formação dos painéis verticais, vigas de entrepiso e estruturas dos telhados. Já os PFF do tipo Us – U simples são estabelecidos com guias e formam os painéis juntos com os montantes. As paredes são compostas por perfis delicados galvanizados designados montantes, espaçados entre si de 400mm ou 600mm e ligados por guias – Figura 3. O intervalo entre as peças é estipulado de acordo com o cálculo estrutural, que considera o carregamento exigido à estrutura para definição do modulo do projeto (SANTIAGO et al., 2012).

Figura 3 – Perfis Formados a Frio – PFF



Fonte: (Freitas & Castro, 2006)

2.1.3. Placa cimentícia

“Os painéis são encarregados por distribuir da mesma forma as cargas impostas à edificação e transmitir todos os esforços até a superfície. A vedação dos painéis é feito habitualmente por chapas de gesso acartonado interiormente e por placas cimentícias ou placas OSB externamente “ (RIBEIRO et al., 2011).

As vedações e acabamentos usam uma metodologia e materiais industrializados que combinam alta *performance* termoacústico e emprego de conclusões construtivas a seco, como os sistemas em gesso acartonado DryWall e chapas de OSB para paredes internas com

bloqueio hidrófugo, e tela de poliéster utilizada sobre a mesma ou placa cimentícia (Fig. 4), para paredes externas (SANTIAGO et al., 2012).

Figura 4 – Placa cimentícia impermeabilizada

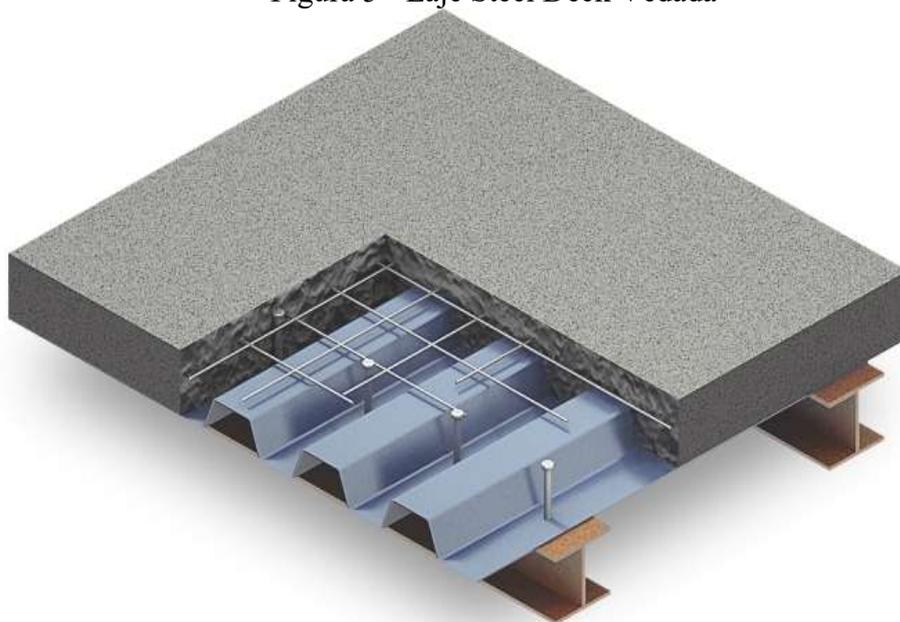


Fonte Freitas & Craastro 2006

2.1.4. Laje *Steel Deck*

Para realização da cobertura, o LSF dispõe de grande flexibilidade e a escolha pelo tipo de cobertura ficará sujeita a critérios estéticos e projetuais, podendo ser adotados além de coberturas planas também diversas concepções de coberturas declinadas. A realização das coberturas planas é comumente feita com laje do tipo *Steel Deck* vedada (Fig. 5). Quando opção for por coberturas inclinadas, a execução é equivalente à execução das construções convencional com o uso de tesouras de madeira, apenas é feita a substituição do madeiramento por perfis de aço galvanizados. As telhas usadas podem ser cerâmicas, de aço, PVC, fibrocimento, tipicamente shingles, entre outros, lembre-se que para esquivar da falta de reforço na estrutura à adoção de telhas feitas de materiais industrializados e leves são os mais apontados (SOUZA, 2014).

Figura 5 - Laje *Steel Deck* Vedada



Fonte: Freitas & Craastro 2006

O sistema construtivo em LSF está passando por um processo de avanço e aceitação no mercado nacional, também a sua utilização não limita-se mais as construções habitacionais e isso vem sendo causado devido a incentivos, como a definição dos requisitos mínimos para custeio de habitações em LSF pela CEF – Caixa Econômica Federal, a divulgação de manuais pelo CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço que servem para especificação e uso, e a normatização de diversos dos principais elementos dos sistemas construtivos por meio da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (DOGONSKI, 2016).

A Lei nº 6.938/1981 cita como recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera.

No SINAT Nº 003, órgão do Ministério das Cidades que regulariza novas tendências do mercado de construção civil, avalia as Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas Sistemas leves tipo *Light Steel Framing* (SINAT Nº003. 2016).

3 VANTAGENS AMBIENTAIS DO LSF NO SEGMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Por meio do Quadro 1, verifica-se uma comparação técnica entre o sistema construtivo tradicional e o sistema construtivo em LSF e o método convencional – concreto armado com vedação por meio de alvenaria cerâmica. Levando-se em consideração apenas os recursos ambientais.

Quadro 1 – Comparação entre o sistema construtivo LSF e o sistema construtivo tradicional.

Comparativo Steel Frame x Alvenaria	
Steel Frame	Alvenaria
Água Construção seca. Usa água apenas na fundação	Água Grande consumo de água
Resíduos Baixo índice de desperdício. Geração de resíduos próxima de 1%	Resíduos Alto índice de desperdício e geração de resíduos que pode chegar a 25% facilmente
Reciclagem Insumos 100% recicláveis	Reciclagem Insumos não recicláveis
Meio Ambiente É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em steel frame, é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo	Meio Ambiente Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, tijolo, brita, etc

Fonte: (Dogonski, 2016).

Dentre as principais vantagens geradas pela eliminação da madeira e utilização do LSF podemos citar o aumento da produtividade, desde produção até na montagem das peças, padronização dos perfis, melhora no controle de qualidade, resultando em estruturas mais leves, material incombustível e inorgânico, diminuição da agressão ao meio ambiente e como fator principal a sua viabilidade econômica é comprovadamente superior (LEONÍDIO, 2013).

Os sistemas construtivos em LSF geram inúmeras vantagens ambientais, tais como menor consumo de água, menor emissão de partículas e ruídos. Ainda podemos incluir nas vantagens, a possibilidade de inclusão de deficientes físicos e mulheres entre as várias etapas construtivas, tais como melhor ergometria e menor esforço mecânico dos operários (COELHO, 2014).

Souza (2014) também afirma que há muitas – e importantes – vantagens em relação à utilização do sistema construtivo LSF na área da construção civil. Os elementos construtivos são produzidos de forma industrial, e sofrem rigorosos controles de qualidade, desde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento; durabilidade e desempenho da estrutura – o aço é um material que possui resistência comprovada e o alto controle de qualidade na produção da matéria-prima e de seus produtos, permite maior exatidão dimensional e um melhor desempenho da estrutura. Em relação ao processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis a estrutura tem

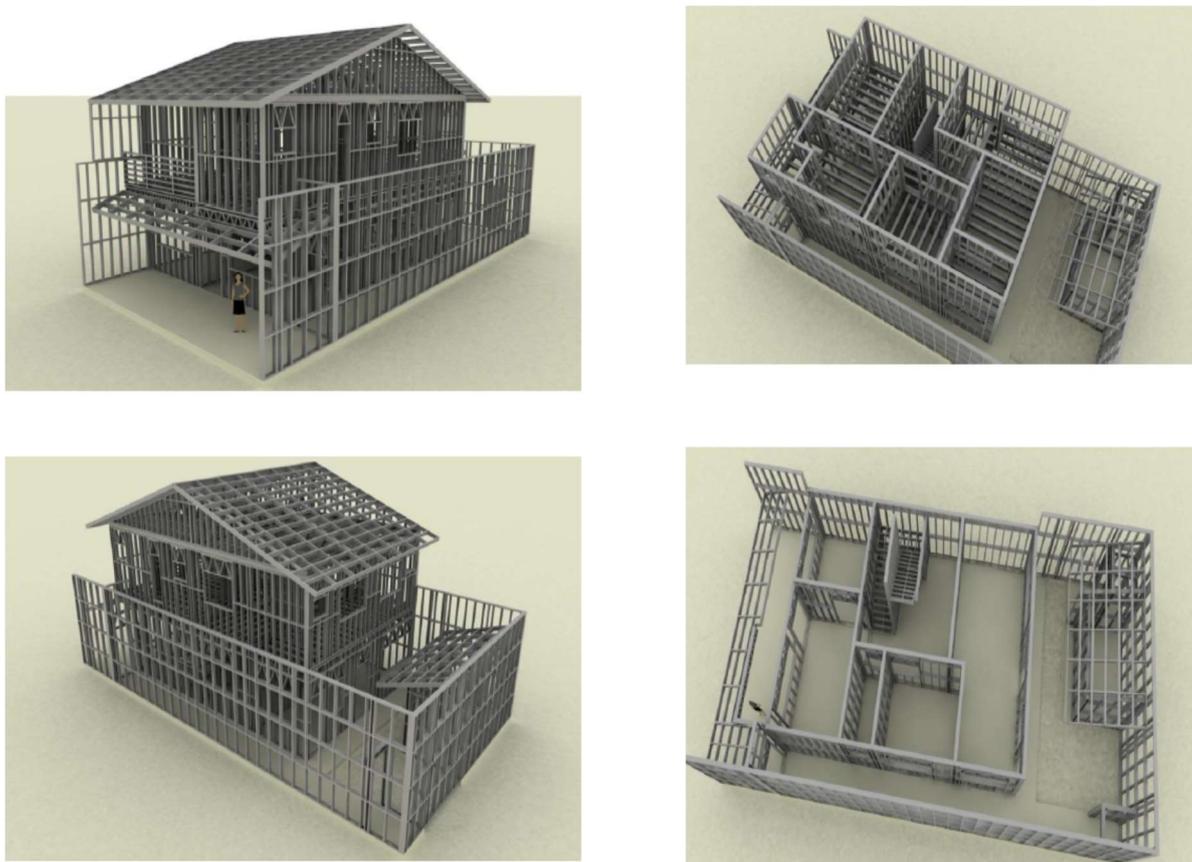
grande durabilidade e longevidade; racionalidade e economia – simplicidade no que diz respeito à parte de montagem e execução das ligações é de simples manuseio e transporte devido à leveza dos elementos, bem como é de fácil aquisição os perfis formados a frio, já que são muito utilizados pela indústria em geral. A redução no dimensionamento e custos da estrutura é considerável, pois o sistema tem peso inferior ao método construtivo convencional e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, agilidade na construção, uma vez que o canteiro se transforma no local de montagem; otimização dos recursos naturais e desempenho da construção – construção a seco, o que diminui o uso de recursos naturais e o desperdício, níveis satisfatório de desempenho termo-acústico, que podem ser obtidos através da junção de materiais de fechamento e isolamento. O aço por ser reciclável, podendo sofrer o processo de reciclagem várias vezes sem perder suas propriedades; manutenção e instalações – devido aos espaços internos, pela ordem construtiva e pelo fato dos perfis serem perfurados previamente, a execução das instalações elétricas, hidráulicas, de telefonia e de sistemas de informação, entre outros é facilitado para passagem das instalações e futura manutenção; flexibilidade construtiva – o sistema não limita a criatividade do arquiteto, ele atende as mais diversas idealizações estéticas de projeto arquitetônico; segurança – se utilizados materiais que não propagam chamas e que tenham uma garantia de proteção contra incêndios, é possível atingir elevados índices de desempenhos em resistência ao fogo (SOUZA, 2014).

4 ESTUDO DE CASO

4.1. Apresentação da obra

A residência estudada trata-se de uma casa dois pavimentos localizada no Distrito Federal, construída no ano de 2014 (Figs. 6 e 7).

Figura 6 – Desenho do projeto da estrutura Light Steel Framing



Fonte: (Alves, 2014)

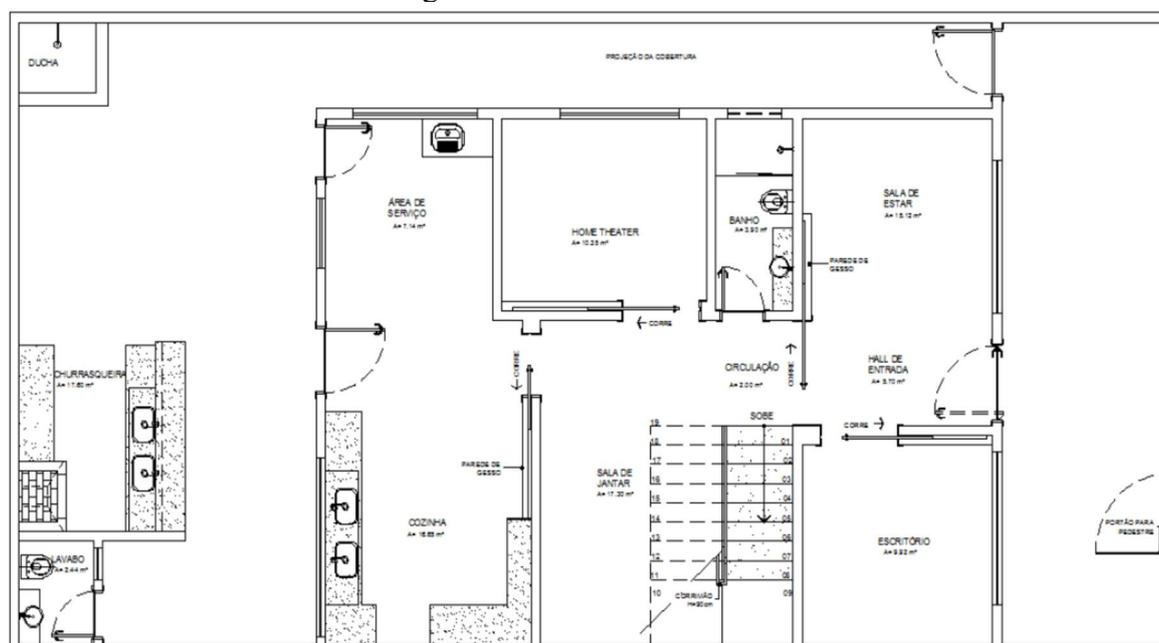
Figura 7 – Foto da residencia LDF semipronta



Fonte: (Alves, 2014)

A concepção do projeto foi idealizada segundo o sistema construtivo convencional e baseou-se no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar em alvenaria de aproximadamente 215m² de área privativa cuja planta baixa é mostrada abaixo (Figs. 8 e 9).

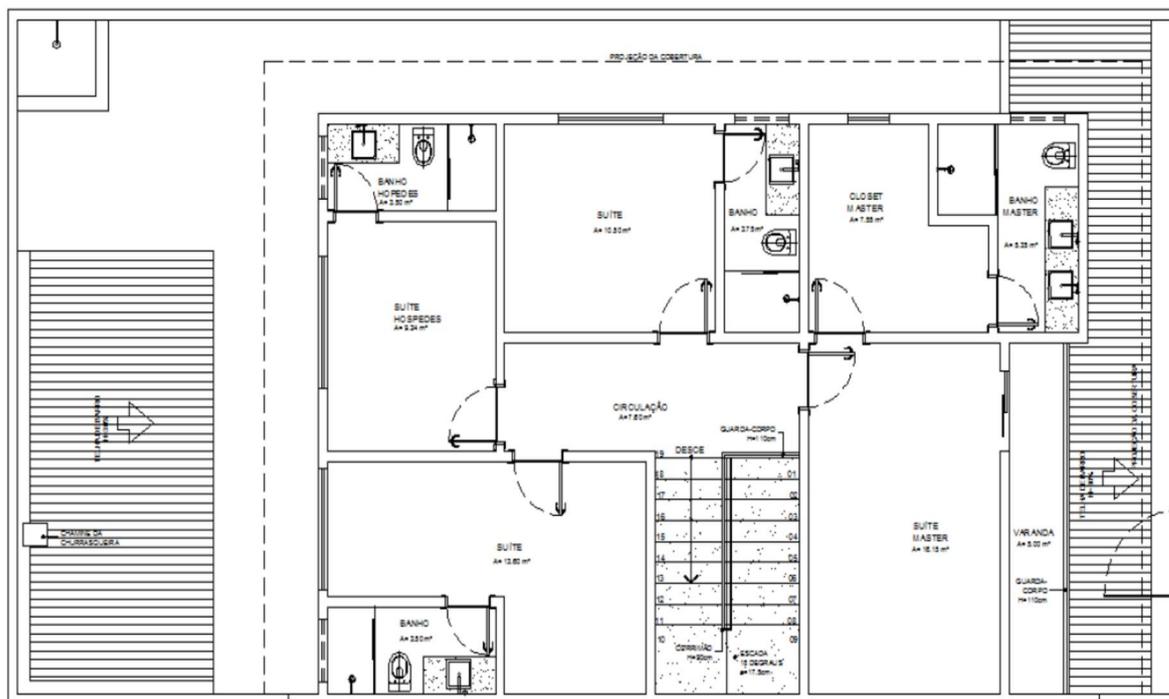
Figura 8 – Planta Baixa Térreo



PLANTA DE LAYOUT - TÉRREO
PLANTA BAIXA

Fonte: Alves, 2014

Figura 9 – Planta baixa Superior



PLANTA DE LAYOUT - SUPERIOR
PLANTA B004

Fonte: Alves, 2014

A concepção do projeto foi idealizada segundo o sistema construtivo convencional e baseou-se no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar em alvenaria de aproximadamente 215m² de área.

A partir deste, fez-se o desenvolvimento dos projetos complementares e da fundação rasa, optando pelo sistema de sapatas de concreto armado e vigas baldrame comumente utilizadas na região devido a aspectos culturais para cotação em projeto do sistema convencional e estrutura em radie para LSF devido a menor carga para este, economizando assim água, madeira para montar a armadura.

A fundação do sistema convencional consistiu em 14 sapatas, sendo: 12x(60x75cm), 4x(65x80cm), 2x(70x85cm) e 1x(65x65cm) e 97,46 m de vigas baldrames no formato retangular de 14x35cm.

Já a fundação adotada para o LSF é composta por um radier de concreto armado com 220 m² e espessura de 12cm, dimensões suficientes para o suporte dos carregamentos aos quais seria submetido.

A concepção da superestrutura dos sistemas estudados, compostos no sistema convencional por vigas e pilares e no LSF por um esqueleto estrutural formado por paredes estruturais, utilizando perfis de aço formados a frio, foi realizado utilizando recursos computacionais e verificações com cálculos realizados manualmente (Alves, 2014).

Os preços dos materiais foram obtidos em pesquisas orçamentárias junto aos fornecedores especializados que comercializam os materiais. A quantidade de mão de obra necessária, por não ter sido encontrada em tabelas ou índices de referência, foi buscada através de pesquisas junto a fornecedores de mão de obra da região do Planalto Central, foi obtida a duração da obra de acordo com os resultados das composições formadas (KOSINKI et al., 2016).

5 RESULTADOS ENCONTRADOS

5.1 Custo do material e mão-de-obra

A partir do levantamento do custo direto de construção e do tempo de construção para os dois sistemas estudados, foram obtidos resultados comparativos. Os itens foram classificados como itens

comuns e itens não comuns aos dois sistemas. Os itens comuns são itens que utilizam processo executivo, mão de obra, equipamentos e materiais iguais para os dois sistemas.

Nesse projeto foram considerados como itens comuns a locação da obra, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, aberturas (esquadrias), forro, acabamentos, louças e metais. Os itens não comuns são os itens que basicamente caracterizam e diferenciam os sistemas, apresentando diferenças na forma de execução, mão de obra, equipamentos e materiais. Os itens considerados como não comuns foram: infraestrutura, impermeabilização, superestrutura, vedações e cobertura.

De acordo com os dados obtidos, foi possível comparar e apresentar a diferença de custo entre sistemas. As TABELA 1 apresenta o orçamento obtido com materiais e mão-de-obra comparando os 2 sistemas, a TABELA 2 apresenta os resultados obtidos somente com a mão-de-obra de ambos os sistemas a TABELA 3 apenas o custo dos materiais dos sistemas.

Tabela 1– Orçamento dos materiais e mão de obra dos sistemas LSFxConvencional

	Materiais e MDO para 215m²	
Tabela 1	LSF	CONVENCIONAL
Fundação	R\$ 10.136,00	R\$ 27.212,00
Estrutura	R\$ 93.574,00	R\$ 64.023,00
Vedação	R\$ 31.099,60	R\$ 57.133,00
Total	R\$ 134.809,60	R\$ 148.368,00
m ²	R\$ 627,02	R\$ 690,08

Fonte: Alves, 2014

Tabela 2 – Orçamento custo de mão de obra comparativa dos sistemas LSFxConvencional

	Comparativo Somente MDO	
Tabela 2	LSF	CONVENCIONAL
Fundação	R\$ 1.919,91	R\$ 6.878,40
Estrutura	R\$ 26.563,50	R\$ 19.539,16
Vedação	R\$ 8.340,37	R\$ 27.848,38
Total	R\$ 36.823,78	R\$ 54.265,94
m ²	R\$ 171,27	R\$ 252,40

Fonte: Alves, 2014

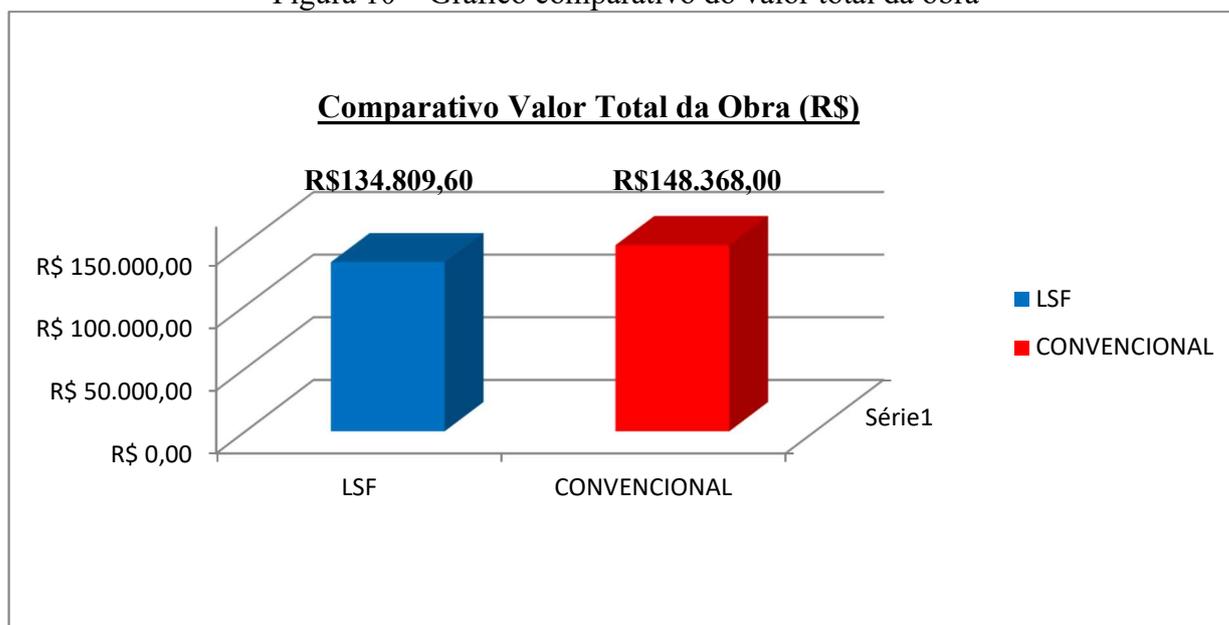
Tabela 3 – Orçamento custo de material comparativa dos sistemas LSFxConvencional

	Comparativos Somente Materiais	
Tabela 3	LSF	CONVENCIONAL
Fundação	R\$ 8.215,65	R\$ 20.384,03
Estrutura	R\$ 67.010,38	R\$ 44.483,80
Vedação	R\$ 22.759,29	R\$ 28.120,68
Total	R\$ 97.985,32	R\$ 92.988,51
m ²	R\$ 455,75	R\$ 432,50

Fonte: Alves, 2014

Comparando o valor total obtido de R\$ 148.368,00 para o sistema convencional e o valor total de R\$ 134.809,60, para o LSF, conforme demonstra na FIGURA 10, pode ser obtida uma diferença percentual sobre o custo dos sistemas. O custo unitário por metro quadrado de construção resultou em R\$690,08 /m² para o sistema convencional e R\$627,02/m² para o LSF. O montante obtido refere-se apenas aos itens que apresentam características que influenciaram na composição das diferenças de custos.

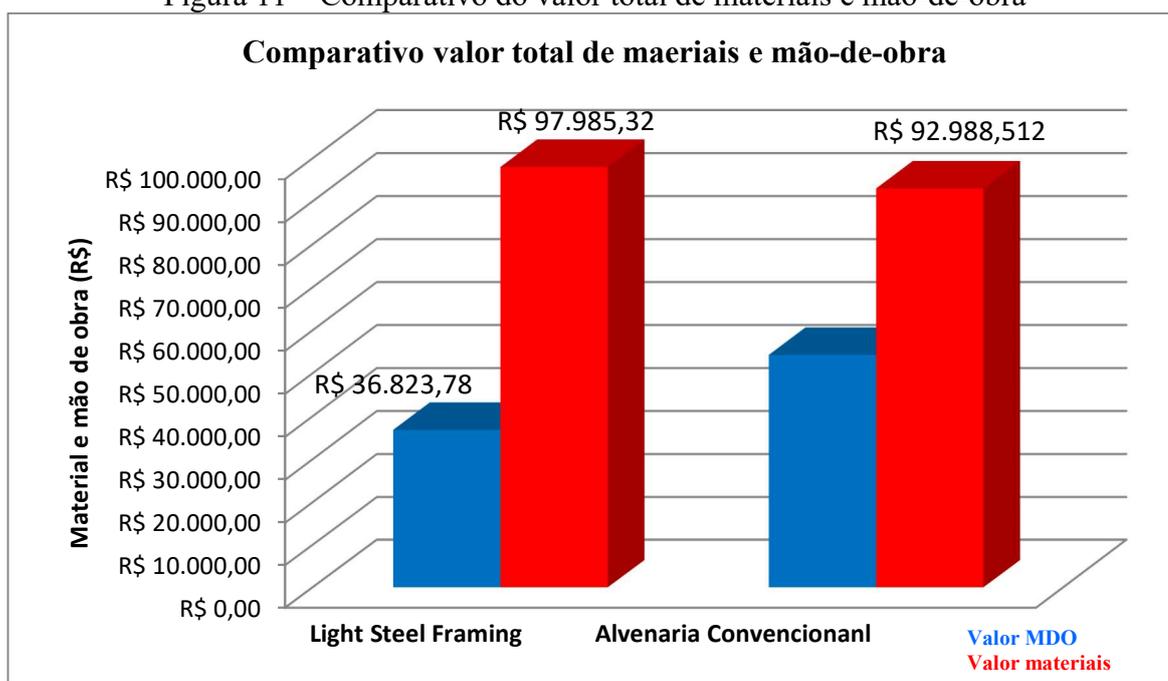
Figura 10 – Gráfico comparativo do valor total da obra



Fonte: Os Autores

A composição dos valores totais para cada sistema deu-se da soma direta entre valores dos insumos utilizados, divididos em mão de obra e materiais, representados através da FIGURA 11. Em uma análise comparativa dos valores pode-se perceber que, em termos de valores de mão de obra, para o LSF, os custos ficaram menores que os custos para o sistema convencional, pois no LSF, não há desperdício abundante de material, 100% deste material é reciclável, não há utilização de água, pois a construção é a seco, é um sistema que leva metade do tempo para ser construído, apresentou redução no custo de mão de obra na mesma proporção, mesmo devido à qualificação e a especialização exigida para a montagem do esqueleto estrutural e nas vedações. Quanto ao custo relacionado aos materiais, o LSF ficou com um valor total maior que o custo total do sistema convencional.

Figura 11 – Comparativo do valor total de materiais e mão-de-obra



Fonte: Os Autores

Tabela 4 – Principais resultados ambientais obtidos a partir do estudo de caso

Principais resultados ambientais obtidos a partir do estudo de caso	
Tópico	Principais resultados obtidos da utilização do LSF
Consumo de mão-de-obra	Redução de 62,5%. Quanto menos funcionários, menos desperdício (Ex: Água do banho)
Geração de resíduos	Redução 86,7 da massa de resíduos
Consumo de água	Redução de 93,5% do volume de água consumida
Prazo de obra	Redução de 1/3 equiparada a obra convencional.
Resíduos reutilizáveis ou recicláveis (CONAMA 307/2002)	95%
Recicláveis para outras destinações (CONAMA 307/2002)	<10%
Resíduos perigosos (CONAMA 307/2002)	Não houve sobra

Fonte: Olivieri et al., 2017

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema construtivo LSF ainda é pouco utilizado pela população de modo geral, embora exista bastante divulgação por parte das empresas e indústrias do setor da construção civil, isso faz com que a demanda seja irrisória se comparada à utilização deste sistema pelos países desenvolvidos.

A partir dos levantamentos de custo relacionados aos gastos com material e mão de obra do Estudo de caso, observa-se que no sistema LSF os aspectos de mão de obra ficou menor comparado ao sistema convencional, isso se deve a utilização de mão de obra qualificada em menor tempo no sistema LSF, porém o material neste sistema é mais elevado, devido ao uso de muitos materiais metálicos industrializados e certificados de uso sustentável. Analisando somente a questão do custo final da obra, o LSF é cerca de 10% mais em conta que a da alvenaria convencional, o que faz com que o sistema deva ser analisado em cada projeto, pois pode-se economizar em fundações e tempo de alocação de profissionais, entre outros fatores.

Processos envolvidos nas construções se equiparem aos da indústria de manufatura. Essencialmente, a vinculação do processo de projeto a tal filosofia potencializa a busca pela Racionalização Construtiva como razoável representante da industrialização do subsetor de edificações. Porém, para se alcançar os benefícios da Construção Enxuta na produção industrializada de habitações é obrigatório que haja uma mudança cultural no setor da Construção Civil, sendo necessária a mudança das práticas gerenciais bem como das práticas de trabalho usuais (projeto e produção) através da adoção de estratégias, princípios, práticas e ferramentas para serem desenvolvidas e trabalhadas (HÖÖK et al., 2008).

A partir dos objetivos propostos, pode-se verificar que o sistema construtivo em LSF é favorável economicamente e ecologicamente na construção residências unifamiliares, desde que sejam seguidas as normas técnicas específicas de projeto e execução.

As maiores vantagens do LSF em detrimento à alvenaria convencional são: menor peso dos componentes estruturais; rapidez na execução; diminuição na geração de resíduos no decorrer da obra e a sustentabilidade.

Assim, em síntese, o presente estudo analisou as principais vantagens econômicas e recursos ambientais do sistema construtivo LSF no segmento da construção da civil. Sugere-se, ainda, que outros estudos sejam desenvolvidos para discutir e fortalecer o tema da presente pesquisa, levando-se em consideração a evolução da sociedade e do mercado, bem como os principais autores da área de engenharia civil.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Ligia M.; BARROS, Mércia M. S. B. **Light Steel Framing aplicado à construção de habitação de interesse social: interação entre vedos verticais e estrutura.** XIII ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS. Canela: ENTAC, 2010.

BERNARDES, M.; NILSSON, S. G.; MARTINS, M. S.; ROMANINI, A. **Comparativo econômico da aplicação do sistema Light Steel Framing em habitação de interesse social.** v. 1, n. 1, pp. 31-40, jan./jun. 2012. Revista de Arquitetura da IMED, 2012.

ALVES, Matheus da Silva. **Análise orçamentária comparativa entre edificação com vedação vertical em estrutura Light Steel Framing versus alvenaria de bloco cerâmico.** Projeto final de graduação. Instituto de Ensino Superior Planalto, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diretrizes SINAT 003**, revisão 2 - Avaliação Técnica de Produtos Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas Sistemas leves tipo *Light Steel Framing*. Brasília, 2016.

CARMINATTI, R. J.; ORTIZ, F. A. H.; PALIARI, J. C. **Produção em larga escala de habitações: uma visão qualitativa a partir do sistema light steel framing.** 2º CIHEL – Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono. Lisboa: CIHEL, 2013.

COELHO, André Santos Ribeiro. **Light Steel Frame – Recomendações de Projeto, Processo Construtivo e Detalhes Orçamentários.** 2014. 86f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). FATESC – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. UNICEUB - Centro Universitário de Brasília. Brasília: UNICEUB, 2014.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, **Resolução N° 307**, de 5 de julho de 202, Brasília, 2002.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** 2005. 231f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto: UFOP, 2005.

DOGONSKI, Betina Lopes. **Estudo da Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Frame em Habitações Sociais.** 2016. 63f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa: UNIJUÍ, 2016.

FARIA, Renato. **Projetos: Industrialização econômica.** 136. ed., jul. 2008. Revista Técnica, 2008. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/136/capa-industrializacao-economica-286523-1.aspx>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, C. M. **Steel Framing: arquitetura.** Série Manual da Construção Civil. 121 p. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

GORGOLEWSKI, M. **Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing. Building and Environment.** Volume 42, ISSUE 1. P 230-236, 2006.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo *steel frame* como método construtivo para habitações sociais.** Monografia (Graduação). UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba: UTFPR, 2011.

Höök, M.; STEHN, L.; Applicability of lean principles and practices in industrialized housing production, **Revista Construction Management and Economics**, Vol. 26, Suécia, 2008.

KOSINKI, Eleandro, CAMARGO, Lucas de, CARPRARO, Ana Paula Brandão. **Análise orçamentária comparativa entre dois métodos construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado.** Ano 2016. Artigo. Revista Eletrônica Multidisciplinar – FACEAR, 2016. Disponível em:
[http://revista.facear.edu.br/artigo/\\$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado](http://revista.facear.edu.br/artigo/$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado)

LEONÍDIO, D. M. **Análise da viabilidade econômica do sistema *Light Steel Frame* na execução de coberturas de habitações de interesse social.** 2013. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil. UNIEVANGÉLICA – Centro Universitário. Anápolis: UNIEVANGÉLICA, 2013.

MOURA, Artur; SÁ, Maria das Vitórias V. A. de. **Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável.** Ano 1, n. 1, nov. 2012 / fev. 2014. Revista Tecnologia & Informação, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/download/665/407>>. Acesso em: 6 nov. 2018.

REGO, D. J. M. **Estruturas de Edifícios em *Light Steel Framing*.** 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico. UTL – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: UTL, 2012.

RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M. S. ***Light Steel Framing* como alternativa para construção de moradias populares.** CONSTRUMETAL – Congresso Latino-americano da Construção Metálica. São Paulo: CONSTRUMETAL, 2010.

OLIVEIRA, L. A.; WAELKENS, A. C.; MITIDIERI, C. V. F. **Sistemas construtivos tipo *light steel frame* para unidades habitacionais: aspectos relativos à durabilidade.** v. 4, n. 176, pp. 124-129, nov. 2012. São Paulo: Revista Técnica, 2012.

OLIVIERI, H.; BARBOSA, I. C. A.; ROCHA, A. C. ; GRANJA, A. D.; FONTANINI, P. S. P.; A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: *Light Steel Framing*. **Revista Ambiente Construindo. Vol. 17**, Porto Alegre, 2017.

REGO, D. J. M. **Estruturas de Edifícios em *Light Steel Framing*.** 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico. UTL – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa: UTL, 2012.

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

SOUZA, Eduardo Luciano de. **Construção Civil e Tecnologia: Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing.** 2014. 137f. Monografia (Pós-Graduação em Construção Civil). Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Como construir, *Steel Frame*: fundações.** v. 3, n. 135, pp. 54–58, jun. 2008. São Paulo: Revista Técnica, 2008.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C. ; NOVAES, C. C. . **Vantagens Produtiva do sistema Light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva.** In: ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. Canela – RS. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em *light steel framing*.** 209 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCAR, 2011.

YAMASHIRO, W. L. **Execução de habitações populares com sistema construtivo *light steel frame*.** Monografia (Graduação). 54 p. São Paulo, 2011.