

LIGHT STEEL FRAME: UM NOVO OLHAR PARA MORADIAS DE BAIXO PADRÃO.

LIGHT STEEL FRAME: A NEW LOOK FOR LOW-STANDARD HOUSES

Mirdes Fabiana Hengen¹

Gabriel Antônio Ferreira²

Rafael Alvise Alberti³

Caroline Eliza Mendes⁴

Submetido em 30-05-2018

Aprovado em 03-08-2018

Revista Infinity

Revista dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção.

Uceff – Campus Itapiranga

Vol. 3, nº 1, 2018

ISSN 2525-3204

¹ Docente do Centro Universitário Uceff. Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Franciscano. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: mirdes_hengen@yahoo.com.br

² Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Uceff. E-mail: Gabriel_ferreira1221@hotmail.com

³ Docente do Centro Universitário Uceff. Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade de Santa Cruz do Sul. Mestre em Sistemas e Processos Industriais pela Universidade de Santa Cruz do Sul. E-mail: engenheiro.alberti@gmail.com

⁴ Docente do Centro Universitário Uceff. Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos. E-mail: carolinemendes@uceff.edu.br

Resumo

Estar em constante evolução é um dos grandes desafios da atualidade. O crescimento populacional e os avanços da tecnologia têm incentivado profissionais da construção civil a elaborar sistemas cada vez mais eficientes para aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e suprir as necessidades da demanda. Já consolidada em países desenvolvidos, a técnica construtiva do Light Steel Framing (LSF) vem, timidamente, abrindo mercados também no Brasil. No presente trabalho, o leitor terá acesso à história, à evolução e à viabilidade econômica deste sistema quando comparado ao método tradicional de construção civil. Para isso, foram desenvolvidos dois projetos residenciais com base em orçamentos de empresas especializadas nos dois ramos construtivos, a fim de determinar os fatores custo/benefício que incidem sobre as técnicas na região Extremo Oeste de Santa Catarina. Após uma análise detalhada, fundamentada em pesquisas, concluiu-se que o custo da edificação em LSF foi de 20,27% maior que a construção em alvenaria convencional. Porém, por se tratar de um método inovador, a mão-de-obra e o conhecimento para a aplicação correta, são fatores determinantes nesta análise, pois as empresas especializadas encontram-se monopolizadas em centros maiores. No entanto, com a industrialização, o curto prazo de execução e a capacitação constante do mercado, o LSF pode vir a se tornar cada vez mais competitivo na região.

Palavras-chave: *Steel Frame*, sustentabilidade, processo construtivo, planejamento de obra, modernização, industrialização, construção civil.

Abstract

Be in constant evolution is one of the great challenges of today. Population growth and advances in technology have encouraged construction workers to develop increasingly efficient systems to increase productivity, reduce waste, and meet the needs of demand. Already consolidated in developed countries, the constructive technique of LSF comes, shyly, opening markets also in Brazil. In the present work, the reader will have access to the history, evolution and to the economic viability of this system compared to the traditional method of construction. For this, two residential projects have been developed based on budgets of companies specializing in two branches of construction, in order to determine the cost/benefit factors that focus on the techniques in the far West region of Santa Catarina. After a detailed analysis, based on research, it was concluded that the cost of building in LSF was 20.27% over conventional masonry construction. However, because it is an innovative method, manpower and knowledge to the correct application, are determining factors in this analysis, specialized firms are monopolistic in larger centers. However, with industrialization, the short lead time and constant training of the market, the LSF can become increasingly competitive in the region.

Keywords: *Steel Frame*, sustainability, construction process, work planning, modernization, industrialization, civil construction.

Introdução e Justificativa

No Brasil, ainda predomina o método artesanal de construção civil, caracterizado pela baixa produtividade e o grande desperdício de materiais que gira em torno de 8% segundo estudos realizados pela Escola Politécnica da USP (Universidade de São Paulo). Porém, pode-se observar que o mercado está mudando e que o uso de novas técnicas e tecnologias são as melhores formas de industrializar e racionalizar os processos construtivos (SANTIAGO, 2012).

Ainda, segundo Santiago (2012), apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de aço, o emprego deste material em edificações tem sido pouco se comparado com o potencial industrial brasileiro. Atualmente, a construção civil tem a necessidade de edificações rápidas e com menos desperdício, considerando-se uma crescente conscientização sobre a importância da conservação do meio ambiente.

Desta forma, faz-se necessário o fortalecimento do uso de sistemas construtivos industrializados, que têm como características inerentes o maior planejamento e estudos de viabilidade técnico-econômica e de logística, além de melhores condições de trabalho e desempenho ambiental. Segundo o Grupo de Trabalho de Construção Industrializada, do Departamento da Indústria da Construção da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2015), quando são adotadas soluções industrializadas, é possível obter economias de escala na produção, contribuindo para o aumento na produtividade e na redução de custos de produção.

Neste contexto, surge o *Light Steel Framing (LSF)* que é um sistema alternativo de construção e visa o menor custo, maior rapidez, otimização do projeto, construção mais “limpa”, sustentável e tem a necessidade de acerto na construção. É estruturado em perfis de aço galvanizado e projetado para suportar as cargas da edificação, garantindo a racionalização dos recursos e o gerenciamento das perdas. Esta nova técnica permite a facilidade de montagem, a flexibilidade da arquitetura e a aceitação dos diferentes tipos de materiais para o acabamento, porém ainda é pouco explorado, tendo em vista as diversas vantagens obtidas com a sua utilização (SANTIAGO, 2012).

Para tanto, os objetivos deste artigo são estudar a viabilidade econômica do sistema *Light Steel Framing*, aplicado nas construções de habitações destinadas à classe de baixa renda realizando assim, estudo (projeto) comparativo de uma residência unifamiliar de

padrão econômico em LSF e em alvenaria convencional com relação aos cálculos estruturais, orçamentos para fins de análise de viabilidade econômica afim de esclarecer a melhor forma de moradia para pessoas de baixa renda.

Fundamentação Teórica

Quando comparado com a construção civil norte americana ou europeia, o sistema brasileiro apresenta um cenário que é caracterizado pela necessidade de um aumento de produtividade e o desenvolvimento de inovações, visando a racionalização, a padronização e o aumento de escala com sustentabilidade (MONTEIRO FILHA, 2009).

A construção civil brasileira tem relevante papel no processo de crescimento do país. O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o de Investimento em Logística (PIL), assim como as obras do Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), têm estimulado a cadeia produtiva da indústria da construção civil, aumentando a geração de empregos e renda para os trabalhadores, além de ganhos significativos em escala para o comércio e a indústria nacional.

Segundo o portal da Caixa Econômica Federal (CEF) (2016), o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) é uma iniciativa do Governo Federal que oferece atrativas condições para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda e, em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos.

Desde o início da humanidade, o homem viu a necessidade de um abrigo, sendo que os primeiros abrigos conhecidos pelo homem foram cavernas e árvores. Esses abrigos serviam para proteger o ser humano das intempéries e de intrusos que pudessem vir a prejudicá-lo. Com o passar do tempo, o homem passou a formar pequenas aldeias ou grupos de moradias e, a partir desses agrupamentos, surgiram os centros urbanos, as cidades. Com o desenvolvimento destes centros, o conceito de abrigo para as habitações continuou a existir, mas elas passaram a ser, também, os locais ocupados pelos residentes nos períodos entre jornadas de trabalho (ABIKO, 2006).

Segundo informações divulgadas pela Secretaria Nacional de Habitação (BRASIL, 2009), no ano de 2007 as moradias inadequadas implicam em condições indesejáveis de habitação e, conseqüentemente, afetam a qualidade de vida das pessoas. Essa adequação

das moradias é diferenciada de acordo com a localização e a cultura, sendo quesito básico para o bem-estar do ser humano.

De acordo com Abiko (2006), para as habitações cumprirem as suas funções básicas, não basta que elas consistam em um espaço confortável, seguro e saudável, é necessário que estejam instaladas de forma correta ao ambiente que as cercam.

O aumento da produtividade na construção civil tem abordado importantes debates em fóruns público-privados. Nos últimos anos, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) tornaram-se parceiros estratégicos da indústria da construção para desenvolver ações que contribuam com a inovação, a modernização e o aumento da competitividade deste ramo.

Mesmo que o Brasil tenha avançado nesta área, ainda há um longo caminho a percorrer, especialmente no que se refere às falhas verificadas no canteiro de obras, que ocorrem pela falta de mão de obra especializada, pelo mau uso de equipamentos ou ainda pelo emprego de materiais sem os respectivos testes de qualidade (POMARO; CARREGARI, 2015).

Atualmente, o grande desafio é a mudança de cenário na construção industrializada. Essa mudança é fundamental para a inovação no setor, empregando os princípios do processo de industrialização de forma estruturada, com gestão planejada de produção e com planejamento do fluxo de produção. Sabe-se também, que a industrialização na construção é um processo evolutivo, com a incorporação de inovação tecnológica e de gestão, as ações organizacionais que buscam o aumento de produção e o aprimoramento do desempenho da atividade construtiva (SANTIAGO, 2012).

Light Steel Frame

O termo *Light Steel Framing* (LSF), conforme definido por Rodrigues (2006), é decorrente da junção dos conceitos “*frame*” que se refere ao esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, os Perfis Formados a Frio (PFF). O termo “*framing*” é o processo pelo qual se unem e vinculam estes elementos. Com isso, se encontra na bibliografia internacional, expressões como *Light Steel Framing House* (Europa) e *Residencial Cold-Formed Steel Framing* (Estados Unidos), ambas se referindo

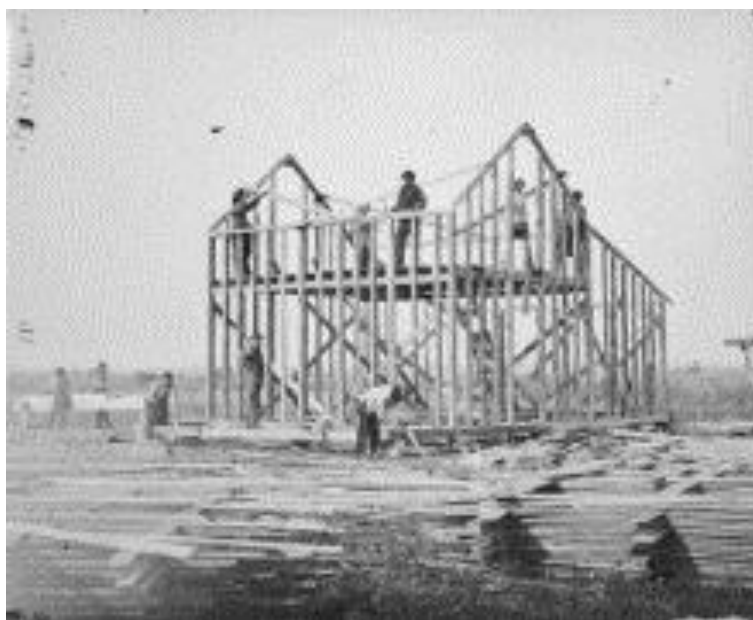
às residências construídas com painéis estruturados com perfis de aço com revestimento metálico, geralmente galvanizado por imersão a quente, formados a frio (perfilados).

A história do LSF remonta ao Século XIX, nos EUA (Estados Unidos da América), quando a população do país se multiplicou por dez rapidamente, sendo necessário recorrer aos materiais disponíveis e a métodos práticos e velozes que permitissem aumentar a produtividade na construção de novas habitações (CONSTRULIGHT, 2015).

Ao terminar a Segunda Guerra Mundial, o aço era um recurso abundante e as empresas metalúrgicas haviam obtido grande experiência na utilização do metal devido ao esforço da guerra. No início, era utilizado nas divisórias de grandes edifícios e arranha-céus com estruturas em ferro. Após, o aço leve e moldado a frio passou a ser usado em divisórias de edifícios para habitação e acreditava-se que poderia substituir a estrutura de madeira nas moradias (FREITAS, 2006).

Um grande impulso foi dado nos anos 80, quando foi proibida a extração de madeira em diversas florestas nativas. Isto levou ao declínio da qualidade da madeira empregue na construção civil e elevou o custo desta matéria prima. Em 1991, a madeira usada na construção civil subiu 80% em quatro meses, o que levou muitos construtores a passar a usar o aço imediatamente, como mostra na Figura 1 (SANTIAGO, 2012).

Figura 1 - Obra em LSF no início dos anos 80



Fonte: Tuti Arquitetura (2016).

Após este início explosivo, mas pouco estruturado, criaram-se associações de técnicos e construtores e o LSF passou a ser encarado profissionalmente. Com o aumento da consciência do público em relação à fraca qualidade de execução de construções em alvenaria, houve uma contínua procura de alternativas (POMARO; CARREGARI, 2015). Desde o início conturbado do LSF, a procura por casas com estrutura em aço tem sido constante. Com maior divulgação, também passou a existir um melhor conhecimento por parte do público em escolher os construtores mais bem preparados, para o bem da indústria e dos consumidores (CONSTRULIGHT, 2015).

Para Rodrigues (2006), o LSF é um sistema construtivo aberto que permite a utilização de diversos materiais, é durável e altamente reciclável. Outras características são a flexibilidade, pois não apresenta grandes restrições aos projetos, a racionalização pois otimiza a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas e a customização que permite total controle dos gastos na fase de projeto.

Apesar de o LSF ser muito utilizado nas construções industrializadas, as construtoras do Brasil ainda mantêm o sistema construtivo artesanal e, por isso, o LSF não é muito conhecido no país. Assim, para uma melhor visualização do sistema, pode-se compará-lo ao *drywall*, que é utilizado como sistema de vedação interna no Brasil (POMARO; CARREGARI, 2015).

Métodos de construção em LSF

Os métodos de construção e montagem de edificações em LSF variam de acordo com o projetista e a empresa construtora. Quanto maior o nível de industrialização proposto pelo projeto, maior é a racionalização empregada no processo de construção, podendo-se atingir um patamar de alto grau de industrialização da construção civil, no qual as atividades no canteiro se resumem à montagem da edificação através do posicionamento das unidades e sua interligação (LIMA, 2013).

Segundo o Manual da Arquitetura do Centro Brasileiro de Construções em Aço (CBCA, 2012), o conceito principal do sistema LSF é dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais como montantes, guias, ombreira, vergas enfim, de maneira que cada um resista a uma pequena parcela da carga total aplicada. Assim, é possível utilizar perfis visualmente bonitos e painéis mais leves e fáceis de manipular.

Este é um processo altamente industrializado e caracteriza-se pelo uso de unidades modulares completamente pré-fabricadas que podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos prontos: revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, instalações elétricas e hidráulicas. As unidades podem ser estocadas lado a lado ou uma sobre as outras, já na forma da construção final. Esse método é vantajoso principalmente em obras maiores onde há grande repetição dos módulos (LIMA, 2013).

Diante de tantas características desejáveis provenientes desse método construtivo, o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA, 2014), a partir do programa “Aço Construindo a Copa 2014”, elencou doze motivos para utilizar o sistema LSF.

- a) **Redução do prazo de execução:** a redução do prazo de execução se dá pela fabricação da estrutura em paralelo com a execução das fundações; a possibilidade de se trabalhar com diversas frentes de serviços simultâneos; a diminuição da quantidade de fôrmas e escoramentos; e o fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, resultam na redução de cerca de 30% dos prazos de construção quando comparada com o método convencional (CBCA, 2014). Segundo Heloisa Pomaro, diretora da Construtora Micura, “a montagem de uma casa em *Steel Framing* de 36 m² pode ser feita em apenas cinco dias, após finalizada a etapa de fundação. A mesma casa, se construída pelo método convencional, demoraria pelo menos 25 dias para ser erguida” (POMARO; CARREGARI, 2015, p. 55).
- b) **Canteiro de obras organizado e limpo:** no LSF, o canteiro de obras permanece organizado e limpo devido à utilização de componentes que chegam ao local prontos para serem montados. Por isso, o *Steel Framing* também é indicado para obras cujos canteiros têm dimensões reduzidas ou mesmo em ampliações de estabelecimentos comerciais que não podem ter suas operações paralisadas para o transcorrer da obra;
- c) **Leveza:** uma parede estruturada em *Steel Framing* pesa, no máximo, 50 kg.m⁻² (quilogramas por metro quadrado), enquanto o peso da mesma parede em alvenaria convencional varia de 120 a 250 kg.m⁻²;

- d) **Menos gastos com fundações:** o baixo peso da construção e a uniformidade da distribuição dos esforços permitem a utilização de fundações mais simples, com menor quantidade de movimentação de terra, além de viabilizarem o aproveitamento de terrenos com baixa capacidade de carga;
- e) **Desempenho termo acústico:** a utilização de lãs minerais garante condições de isolamento superiores sem comprometer a espessura das paredes e forros. Tal característica reflete-se também no consumo de energia da edificação, já que a demanda por aquecimento ou refrigeração são inferiores;
- f) **Precisão dimensional:** enquanto nas estruturas de concreto a precisão é medida em centímetros, em uma estrutura metálica as unidades empregadas são os milímetros. Isso é sinal de uma estrutura perfeitamente aprumada e nivelada;
- g) **Durabilidade:** o revestimento do aço garante proteção contra a corrosão, o qual pode ser em zinco puro (180 g.m^{-2}) ou em liga alumínio-zinco (150 g.m^{-2}). A utilização do aço galvanizado permite, inclusive, o bom aproveitamento do *Steel Framing* em ambientes expostos à atmosfera marinha;
- h) **Ganho de área útil:** as paredes em *Steel Framing* podem ter menos espessura que as equivalentes de alvenaria. Isso leva a um aumento da área útil e melhor aproveitamento do espaço interno;
- i) **Sustentabilidade:** por ser 100% reciclável, o aço é o único material que pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem nunca perder suas características básicas de qualidade e resistência;
- j) **Redução de desperdícios:** no sistema *Light Steel Framing*, a perda de material construtivo não ultrapassa três por cento (3%);
- k) **Flexibilidade:** além de permitir formas arquitetônicas arrojadas, o *Steel Framing* aceita a utilização de acabamentos diversos, como mármore, texturas, pastilhas de vidro e cerâmica;
- l) **Compatibilidade:** o LSF é compatível com qualquer tipo de material usado para revestimento lateral, além da cobertura aceitar diversos tipos de telhas cerâmicas e metálicas;

Um comparativo realizado pela empresa especializada em construção com *Light Steel Framing*, Construseco em 2015, mostra as vantagens e desvantagens da construção

com o sistema construtivo industrializado comparado com a alvenaria convencional, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Comparativo entre Alvenaria Convencional e LSF

Alvenaria Convencional	<i>Light Steel Framing</i>
Fundação: Representa entre 10% e 15% do custo total da obra. Esse valor pode ser ainda maior em terrenos acidentados. Distribuída em cargas pontuais.	Fundação: Representa entre 5% e 7% do custo total da obra. Tem custo inferior para terrenos acidentados comparado ao sistema convencional. Distribuída em cargas lineares.
Paredes, portas e janelas com precisão em centímetros.	Paredes, portas e janelas com precisão em milímetros.
Utiliza produtos naturais areia, a argila para confeccionar os tijolos, brita, cascalho, etc. Assim prejudicando o 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.
Durabilidade acima de 100 anos.	Durabilidade acima de 300 anos.
Estrutura é feita em concreto armado, que tem sua qualidade inconstante como mão-de-obra, umidade do ar, temperatura, matéria prima, etc.	Estrutura em aço galvanizado. Produtos fabricados com certificação internacional. Obedece aos mais rigorosos testes de qualidade.
Colocação de canos e eletrodutos com quebra de paredes, desperdício de materiais e retrabalho (executar a parede, quebrá-la e depois refazê-la nos locais onde passou-se a tubulação ou eletrodutos).	Colocação de canos e eletrodutos sem desperdício e sem retrabalho.
Canteiro de obra com muito lixo e entulho e uma maior dificuldade para execução da limpeza.	Canteiro de obra limpo e organizado.
Isolamento térmico é mínimo. Permitindo a passagem com facilidade do calor pelas paredes sendo assim seu custo de	O isolamento térmico é máximo. Em função da lã de vidro colocada em todas as paredes e forros, além de outras camadas, passagem de

manutenção de temperatura é ainda maior.	calor é dificultada pelas paredes. Custo mínimo ou inexistente para manutenção de temperaturas.
Prazo de execução da obra longo e sem previsão de término.	Prazo de execução 30% menor e com maior precisão da data de término da obra.
Grande utilização de água no processo de construção.	A utilização da água no LSF é somente nas fundações, geralmente Radier, pois este é executado com o uso de concreto. No Brasil é conhecido como sistema construtivo "a seco".
Manutenção de pequenos defeitos como vazamentos, infiltrações, problemas elétricos, entupimentos, entre outros é difícil, pois exige a quebra de paredes, sendo um trabalho demorado, com muito barulho e sujeira. A após o conserto o acabamento final não é perfeito.	Manutenção simples de defeitos ocultos, com a retirada do revestimento interno, localização imediata do problema, conserto, e recolocação do revestimento, retoque e pintura simples.
Ampliações ou reformas demoradas, gerando na maioria dos casos transtornos e inconvenientes, com desperdício de materiais e sujeira.	Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com a possibilidade de reaproveitamento de praticamente todos os materiais.
Preço por metro quadrado (Cub) para a construção similar ao Sistema Steel Frame.	Preço por metro quadrado similar a alvenaria convencional. Pois temos que avaliar custos diretos e indiretos, em muitos casos o sistema steel frame é mais econômico pelo tempo de execução.
Pintura feita em superfície ondulada e imperfeita, assim consumindo mais tinta e dificultando a mão de obra.	Pintura feita em superfície plana e lisa, resultando em um acabamento mais sofisticado e de melhor qualidade.
Resistência ao fogo	Segurança ao fogo: não queima ou adiciona

	combustível para o alastramento do fogo em uma casa. Segue as normas da ABNT e do Corpo de Bombeiros.
--	---

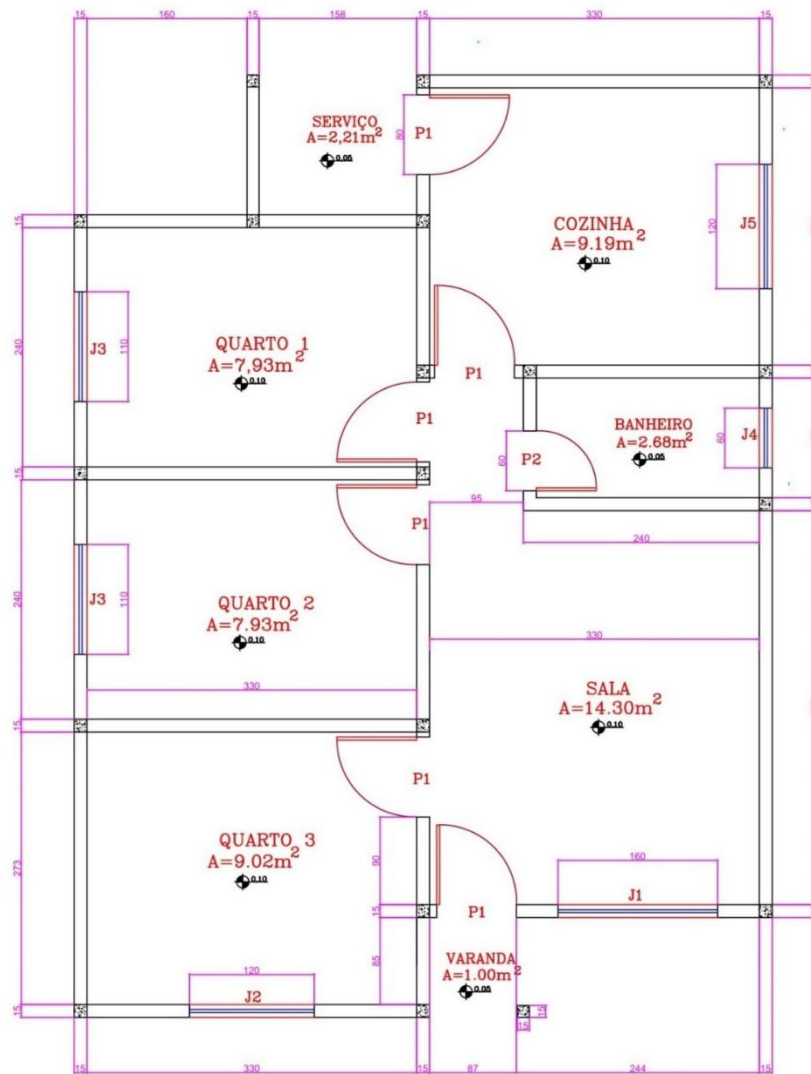
Fonte: Construseco (2015).

Metodologia

A pesquisa foi realizada levando em consideração a região do Extremo Oeste catarinense, para possível aplicação em residências de baixa renda, sendo a metodologia para o desenvolvimento da pesquisa de cunho quantitativo, ou seja, as informações e números foram classificados, analisados e comparados entre os dois sistemas, com base na técnica estatística de três orçamentos para cada modelo.

Para atender os objetivos propostos foi realizado um projeto de uma edificação unifamiliar (Figura 2), executado na plataforma CAD (*computer aided design*), pavimento único e padrão econômico de 61,30m², atendendo as necessidades básicas de uma família.

Figura 2 - Planta baixa da edificação



Fonte: Ferreira (2017).

A partir da planta baixa, o levantamento dos custos foi realizado a partir de 3 orçamentos em empresas especializadas no sistema LSF, bem como empresas locais e tabela SINAPI com o intuito de determinar o valor final da obra. Já a viabilidade econômica leva em consideração também os prazos de execução, a equipe de obra, e os possíveis gastos com manutenção, tanto para o LSF bem como para a alvenaria convencional.

Resultados

Análise de Custos e Viabilidade Econômica

Após o recebimento dos orçamentos, foi possível analisar a viabilidade econômica da inserção de ambas as técnicas para habitações destinadas à classe de baixa renda.

Observa-se que nos sistemas construtivos estudados o custo das etapas de infraestrutura, superestrutura e fechamento, cobertura, piso, revestimento e pintura variaram significativamente. A Figura 3 apresenta a diferença de custos em cada etapa construtiva, demonstrando que o sistema LSF é mais oneroso nas etapas de projeto, superestrutura, estrutura, fechamento, cobertura, pintura e serviços complementares, entretanto, o sistema apresenta custo inferior nas etapas de esquadrias, instalação hidráulicas e de esgoto, instalações elétricas, revestimentos, pisos e tem uma grande diferença na mão de obra.

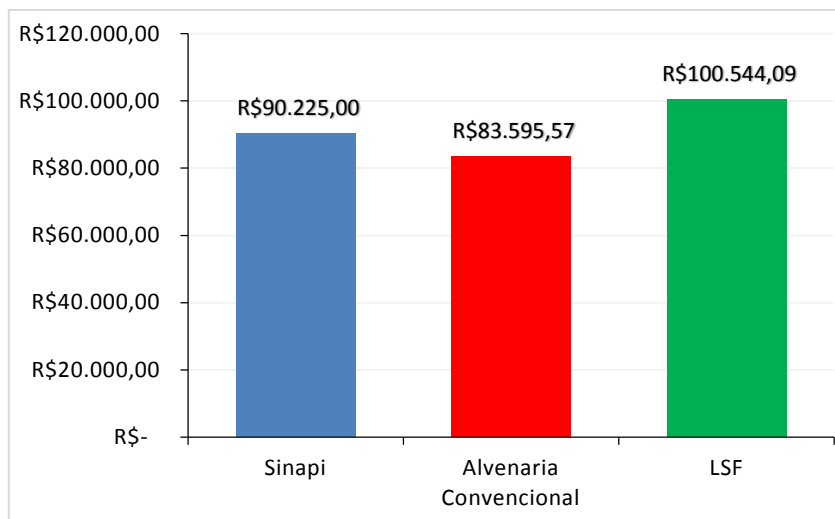
Figura 3 - Comparativo entre os sistemas e a tabela SINAPI

Serviços	SINAPI mês 04/2017	Alvenaria Convencional	LSF
	Custo (R\$)	Custo (R\$)	Custo (R\$)
Projeto	R\$ 2.347,79	R\$ 2.022,90	R\$ 3.310,20
Serviços Preliminares	R\$ 3.869,29	R\$ 3.034,18	R\$ 3.025,91
Infraestrutura	R\$ 8.438,56	R\$ 4.477,05	R\$ 6.056,47
Superestrutura	R\$ 11.084,59	R\$ 4.125,09	R\$ 20.011,48
Fechamento	R\$ 14.357,53	R\$ 9.831,47	R\$ 22.464,64
Esquadrias	R\$ 7.065,48	R\$ 4.556,03	R\$ 4.503,00
Cobertura	R\$ 6.840,64	R\$ 6.088,00	R\$ 8.613,13
Instalações Hidrosanitárias	R\$ 5.321,29	R\$ 3.313,64	R\$ 2.714,13
Instalações Elétricas	R\$ 4.868,32	R\$ 4.928,93	R\$ 4.508,80
Revestimento	R\$ 9.922,95	R\$ 4.025,09	R\$ 3.840,00
Pisos	R\$ 2.542,98	R\$ 3.280,13	
Pintura	R\$ 5.235,19	R\$ 1.624,33	R\$ 3.613,56
Serviços Complementares	R\$ 128,12	R\$ 270,74	R\$ 407,65
Mão de obra	Inclusa no valor	R\$ 27.687,17	R\$ 15.999,30
BDI	10%	Incluso no valor	Incluso no valor
Valor Total	R\$ 90.225,00	R\$ 83.595,57	R\$ 100.544,09
Valor por M²	R\$ 1.471,86	R\$ 1.363,71	R\$ 1.640,20

Fonte: Ferreira (2017)

O resultado da análise de custo demonstra que o custo final da residência utilizando o sistema construtivo LSF foi 20,27% superior em relação ao custo da residência utilizando o método convencional (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Comparação dos valores da tabela SINAPI, alvenaria convencional e LSF



Fonte: Ferreira (2017).

No entanto, o estudo orçamentário não leva em conta o tempo de execução da obra, havendo um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido. Este estudo também não leva em consideração a quantidade de água utilizada para a realização da obra nos dois sistemas.

Deve ser levado em consideração, que a diferença de custo entre os sistemas construtivos pode ser reduzida de acordo com as considerações feitas no projeto. As etapas de superestrutura e cobertura da edificação são determinantes nessa diferença de custo, podendo ser adotadas novas considerações segundo o projeto em LSF, visando diminuir essa diferença.

Para isso, pode-se estudar a possibilidade da utilização de outro sistema estrutural para a cobertura, como o treliçado por exemplo, aliado a utilização de telhas de aço termo acústicas. A utilização de telhas *shingles* substituindo as telhas cerâmicas, também é uma opção para reduzir os custos da etapa de cobertura, pois além de serem extremamente leves em relação às telhas cerâmicas, dispensam a utilização dos perfis cartolas em sua fixação.

A adaptação da planta arquitetônica do sistema construtivo convencional para a modulação básica do sistema LSF também surgiu como uma limitação do projeto, pois houve a necessidade de alterar algumas dimensões da residência para o dimensionamento da estrutura. Além disso, o posicionamento da caixa de água sobre a laje de forro, não foi a melhor solução para a estrutura em LSF. Isso demonstra que o projeto em LSF deve atender os requisitos de modulação para o sistema, sendo necessários projetos detalhados e em perfeita harmonia desde a concepção até a execução, evitando adaptações de plantas arquitetônicas de outros métodos construtivos.

Prazo de execução

Outro fator importante para se levar em consideração é o prazo de execução. Esperar um ano para a construção de uma casa pode tornar-se desesperante para o futuro morador. Não só pelo simples fato de espera, mas também pela necessidade de resolver os problemas que obrigatoriamente surgem durante um tão longo processo. Com a construção em LSF verifica-se a redução deste tempo (e dos problemas) para metade do tempo usualmente empregue. Para muitos este é um dos maiores benefícios que este processo pode trazer. Esta vantagem está intimamente ligada ao custo final da obra.

Com dados repassados pelas empresas procuradas para a realização desse estudo, pode-se fazer uma tabela com a quantidade de dias para a execução da obra, em LSF (Figura 4) o prazo de execução médio repassado pelas empresas foi de 25 dias trabalhados, esse prazo só aumenta porque precisa-se esperar aproximadamente 15 dias para a secagem e a cura do *radier*, começando a montagem da estrutura logo depois, então temos um total de 40 dias para a realização da obra.

Figura 4 - Tempo médio de execução da obra em dias trabalhados no sistema LSF

Prazo (dias)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Serviço																									
1 - Projetos	X	X																							
2 - Serviços Preliminares		X	X	X																					
3 - Fundação			X	X	X																				
4 - Estrutura						X	X	X	X	X	X														
5 - Vedações Externas												X	X	X	X	X									
6 - Vedações Internas												X	X	X	X	X	X								
7 - Forro																	X	X	X						
8 - Cobertura																		X	X	X					
9 - Esquadrias																				X	X				
10 - Instalações Hidráulicas													X	X	X										
11 - Instalações Esgoto Sanitário	X															X	X								
12 - Instalações elétricas													X	X	X										
13 - Pintura																					X	X	X		
14 - Piso e Revestimento Interno																					X	X	X		
15 - Serviços Complementares																							X	X	

Fonte: Ferreira (2017).

Já a Figura 5 apresenta os dias médios trabalhados para a realização da obra em alvenaria convencional com o emprego da estrutura em concreto armado.

Figura 5 - Tempo médio de execução da obra em dias trabalhados no sistema de alvenaria convencional.

Prazo (semanas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Serviço																				
1 - Projetos	X																			
2 - Serviços Preliminares		X	X																	
3 - Fundação			X	X	X	X														
4 - Estrutura							X	X	X	X										
5 - Vedações Externas										X	X	X								
6 - Vedações Internas										X	X	X	X	X						
7 - Forro																		X		
8 - Cobertura																X	X			
9 - Esquadrias																		X		
10 - Instalações Hidráulicas																	X	X		
11 - Instalações Esgoto Sanitário					X												X			
12 - Instalações elétricas																	X	X		
13 - Pintura																			X	X
14 - Piso e Revestimento Interno																			X	X
15 - Serviços Complementares																				X

Fonte: Ferreira (2017).

Somadas todas as diferentes etapas de execução e considerando as interferências entre elas, o estudo indica um prazo de 25 dias trabalhados para a conclusão da residência em sistema LSF, frente ao prazo de 20 semanas (100 dias) para a execução da residência em alvenaria convencional, considerando equipes com quantidades semelhantes de profissionais.

Manutenção

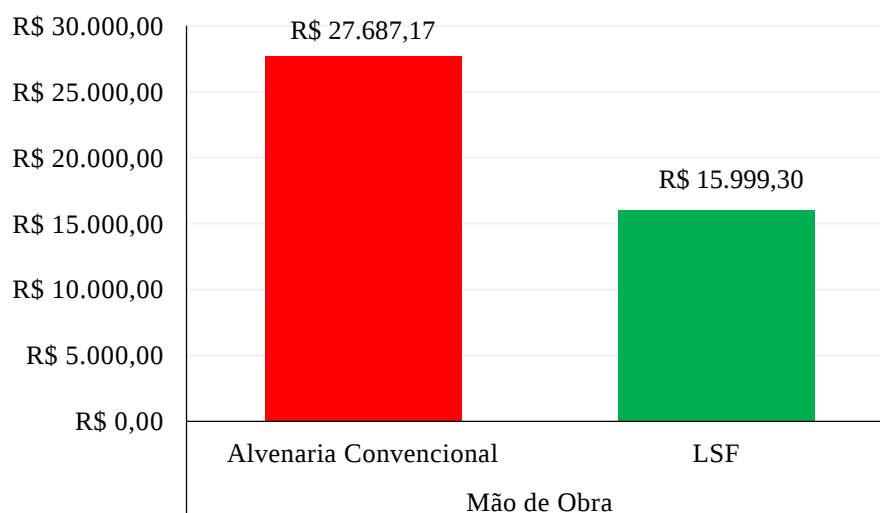
No sistema construtivo convencional, a manutenção para reparos de defeitos ocultos (vazamentos, infiltrações, problemas elétricos, entupimentos, entre outros) é difícil, exigindo quebra de paredes, sendo um trabalho demorado (quebrar, consertar, preencher espaço aberto, esperar secar a massa, retocar com massa corrida, lixar, pintar ou rejuntar) e que não garante o resultado final de acabamento perfeito. O prazo de conserto médio é de 05 dias.

Já no sistema construtivo LSF, a manutenção de defeitos ocultos é simples, com a retirada do revestimento interno, localização imediata do problema, conserto, e recolocação do revestimento, retoque e pintura simples, sendo que o prazo de conserto médio é de 1 dia.

Mão-de-obra

Um fator que pode ser considerado determinante, é a mão de obra. Neste caso, a partir dos orçamentos realizados, foi verificado que a mão de obra para a realização da execução da edificação em LSF é inferior a mão de obra pelo sistema convencional. No sistema convencional este fator custa 73,05% a mais e isso se dá por dois motivos: esta mão de obra é mais exigida fisicamente e também pelo elevado tempo para a execução de uma obra (Gráfico 2);

Gráfico 2 - Valores da mão de obra para alvenaria convencional e o sistema LSF



Fonte: Ferreira (2017).

De forma geral, a análise de viabilidade econômica se torna mais ampla se considerada todas as variáveis envolvidas no projeto. A falta de mercado e mão de obra especializada para o sistema LSF na região são barreiras que inviabilizam o processo. Além disso, algumas precauções devem ser tomadas em relação ao dimensionamento da estrutura de aço, pois a maioria dos revendedores e fabricantes de perfis leves no Brasil trabalham somente nas espessuras de 0,95mm e 1,25mm, sendo as demais espessuras mais onerosas pela falta de produção em escala.

Conclusão

O embasamento teórico do trabalho possibilitou a compreensão do sistema construtivo LSF e suas particularidades, demonstrando uma visão ampla sobre as vantagens e desvantagens da aplicação do sistema, frente ao sistema construtivo convencional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos.

Os sistemas construtivos tradicionais, sobretudo a alvenaria, são sistemas que podem ser considerados pouco produtivos, uma vez que são lentos e necessitam de um grande contingente de trabalhadores para sua execução. Dessa forma, acredita-se que utilizar somente estas tecnologias artesanais não será capaz de suprir a demanda brasileira por construções e assim sanar seu gigantesco déficit habitacional. Um entrave para a

utilização do sistema no Programa Minha casa Minha Vida é a limitação de financiamento em 80% do valor do imóvel, enquanto outros sistemas construtivos permitem que o valor integral do imóvel seja financiado.

De maneira geral, observa-se que o sistema LSF apresenta grandes vantagens técnicas e construtivas, como o alto grau de industrialização, leveza da estrutura, velocidade construtiva, versatilidade e facilidade de manutenção. Entretanto, na análise de custo da residência em questão, o sistema construtivo convencional mostra-se mais econômico, apresentando uma diferença de 20,27% entre o custo total do sistema LSF e do sistema convencional.

Os resultados demonstram que grande parte da diferença de custos pode ser abatida adotando novas considerações de projeto e reduzindo as limitações impostas pelo mesmo. A alteração do sistema de cobertura e a redução da quantidade de placas de fechamento podem, além de reduzir os custos com materiais, diminuir as cargas permanentes sobre a estrutura, possibilitando a adoção de perfis de menores espessuras.

Apesar dos diversos fatores positivos, o sistema LSF não é bem difundido na região, sendo necessária a busca de insumos e mão de obra especializada em outras localidades, tornando o processo atualmente pouco viável para região oeste de Santa Catarina. No entanto, a crescente industrialização e a disseminação dos benefícios do sistema em conjunto com incentivos governamentais, podem tornar a prática do sistema mais comum, reduzindo custos e barreiras culturais.

Referências

ABIKO, A. K. *Introdução à Gestão Habitacional*. Texto Técnico. São Paulo: EPUSP, 1995. Disponível em: <http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/TT_00012.pdf>. Acesso em: 04 out. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. *Déficit habitacional no Brasil 2007*. Brasília: FJP – Fundação João Pinheiro, 2009. 129 p. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/109-deficit-habitacional-no-brasil-2007/file>>. Acesso em: 29 set. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). *Programa Minha Casa, Minha Vida*. Disponível em: < <http://www.minhacasaminhavida.gov.br/> >. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. *Steel Framing: Perfis De Aço Formado A Frio Em Construções Habitacionais*. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/estadual/programas_desenvolvimento_urbano/I_nov_tecno/steel_raming/index.asp >. Acesso em: 20 out. 2016.

CONSTRULIGHT. *De onde veio o Steel Framing*. Disponível em: <<http://www.construlight.com.br/de-onde-veio-o-steel-frame/>>. Acesso em: 06/10/2016.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO. C. M. *Steel Framing: Arquitetura*. 1 ed. Rio de Janeiro: CBCA, 2006. 121 p.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. *Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais*. 2011. 76 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

HOUAISS, A.; *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*, Rio de Janeiro, Objetiva, 2001, p. 2925.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA (IBDA). *Diferenças entre alvenaria estrutural e convencional*. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1642>>. Acesso em: 25 out. 2016

LIMA, R. F. *Técnicas, métodos e processos de projeto e construção o sistema construtivo Ligth Steel Frame*. Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Engenharia – Programa de Pós-graduação em construção civil. Belo Horizonte. 2013. p. 157.

MONTEIRO FILHA, D. C. et al. *Perspectivas Do Investimento 2010- 2013: Construção Civil*. Rio de Janeiro: BNDES, 2009. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/.../perspectivas_do_investimento_2010-13_completo.pdf>, Acesso em: 25/10/2016.

POMARO, H; CARREGARI, L. *Micura Ligth Steel Framing*: Tecnologia, Industrialização e Sustentabilidade. São Paulo: C4. 2015. 96 p.

ROGRIGUES, F. C. *Steel Framing*: Engenharia. 1 ed. Rio de Janeiro: CBCA, 2006. 127 p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO C. M. *Steel Framing*: Arquitetura. 2 ed. Rio de Janeiro: CBCA, 2012. 151 p.

SANTIAGO, A. K. *O uso do sistema Light Steel Framing associados a outros: sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SINDUSCON – São Paulo. *Soluções industrializadas na Construção civil*. Disponível em: < <http://www.sindusconsp.com.br/solucoesindustrializadasnacc> >. Acesso em: 12 out. 2016.

VIEIRA, H. F. *Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras*. São Paulo: Editora Pini, 2006.