

## **ESTUDO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME EM UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

### *Light Steel Frame Construction applied to social housing*

**José Augusto Kuhn, graduado em engenharia de infraestrutura, UFSC**

jose.gutok@gmail.com

**Andréa Holz Pfützenreuter, doutora em arquitetura e urbanismo, UFSC**

andrea.h@ufsc.br

#### **Resumo**

No cenário da construção civil brasileira percebe-se a necessidade de alternativas construtivas que garantam maior eficiência, rapidez de execução e redução na geração de resíduos. Este artigo tem por objetivo comparar o sistema construtivo Light Steel Frame (LSF) em relação ao método tradicionalmente utilizado em concreto armado, verificando as vantagens e desvantagens de cada na implantação de uma residência de 40 m<sup>2</sup>, aprovada pela Caixa Econômica Federal e executada pela Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina (COHAB/SC). Ao apresentar o levantamento do quantitativo de insumos referente a cada sistema e estabelecer como comparativo final a viabilidade econômica dos materiais empregados foi possível verificar que o sistema construtivo LSF possui custo de materiais mais elevado para a construção de uma única unidade habitacional, no entanto, torna-se vantajoso quando se considera a rapidez na execução e o custo da mão-de-obra.

**Palavras-chave:** Sistema construtivo; Light Steel Frame; Habitação de interesse social.

#### **Abstract**

*In the Brazilian civil construction scenario, the need for constructive alternatives that guarantee greater efficiency, speed of execution and reduction in the generation of waste is perceived. The aim of this article is to compare the Light Steel Frame (LSF) construction system in relation to the method traditionally used in reinforced concrete, checking the advantages and disadvantages of each one in the implementation of a 40 m<sup>2</sup> house, approved by Caixa Econômica Federal and executed by the Company of Housing in the State of Santa Catarina (COHAB/SC). When presenting the survey of the quantity of inputs for each system and establish as final comparison the economic viability of the materials used it was possible to verify that the LSF constructive system has a higher material cost for the construction of a single housing unit, however, is advantageous when one considers the speed of execution and the cost of labor.*

**Keywords:** Constructive System 1; Light Steel Frame; Social Housing.

## **1. Introdução**

O cenário da construção civil brasileira perpassa por um momento desafiador diante da crise econômica que se instalou. A proposta de novos sistemas construtivos almeja reduzir o alto déficit habitacional existente no país, em torno de 5,2 milhões de moradias, de acordo com o Instituto de Geografia e Estatística (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP, 2015).

A Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2016), afirma que o Programa Minha Casa Minha Vida foi decisivo para a redução anual média de 2,8% no déficit habitacional brasileiro entre 2010 e 2014. Diante dessa redução, a adoção de novas tecnologias por parte deste Programa, possibilitaria obras com melhor qualidade em menor tempo de execução; o impacto positivo na economia, visto que o setor da construção emprega 13% da força de trabalho e representa 10% do produto interno bruto (PIB) brasileiro (AURICCHIO, 2016).

Tecnologias como o Light Steel Frame (LSF) estimulam o desenvolvimento do setor de habitação no Brasil, podendo auxiliar na redução do desperdício existente no ramo da construção. De acordo com Morikawa (2006, p. 62), o sistema Light Steel Frame consiste em um “[...] método construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com os outros subsistemas industrializados [...]”. Os subsistemas, mencionados por Morikawa, referem-se à estrutura da cobertura e da fundação, bem como as instalações elétricas e hidráulicas.

Desta forma, este artigo apresenta a comparação entre o sistema construtivo Light Steel Frame (LSF) em relação ao sistema convencional em concreto armado e com paredes de alvenaria com tijolos cerâmicos, quando aplicado à construção de uma Habitação de Interesse Social (HIS). Para isso, pretende-se elaborar um orçamento detalhado para a construção de uma HIS, a partir do levantamento de insumos para os dois sistemas, avaliando os custos e a viabilidade econômica dos materiais empregados.

## **2. Sistemas Construtivos**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2002) conceitua sistema construtivo como sendo um conjunto de elementos e instalações harmoniosamente integrados, com a função de satisfazer o programa de necessidades estabelecido para o projeto, bem como atender às exigências impostas pelo usuário por toda a vida útil da edificação.

Deste modo, é possível entender que o contexto de sistema construtivo está interligado à junção de diversos subsistemas interdependentes, que em conjunto, integram um processo construtivo. De acordo com Weidle (1995, p. 21) os subsistemas podem ser classificados de diversas formas, porém, de maneira tradicional tem-se a seguinte divisão: Serviços Preliminares; Fundações; Estrutura; Cobertura; Instalações; Vedações; Esquadrias; Revestimentos; Piso e pavimentações; e Trabalhos complementares. O que

diferencia um sistema construtivo de outro é ao tipo de superestrutura, seja ela de alvenaria, madeira ou aço, e também aos tipos de vedações utilizados.

Em relação aos subsistemas do método construtivo LSF, Lima (2013, p. 9) destaca que “[...] os processos estão inseridos no subsistema estrutural ou reticulado metálico, vedação interna, externa, caixilho e isolamento multicamada (EXTERIOR INSULATION FINISHING SYSTEM – EIFS), piso, laje e entrepiso e cobertura.”

A estrutura do sistema LSF é constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio (PFF) denominados montantes e guias, que formam os painéis autoportantes tanto das paredes quanto da estrutura do telhado, o que garante um conjunto monolítico, leve e resistente (PENNA, 2009). Os perfis de aço galvanizado utilizados pelo sistema LSF são regidos principalmente pelas normas ABNT NBR 10735:1989 e NBR 7008:2012.

Crasto (2005) apresenta os principais benefícios e vantagens da utilização do sistema LSF em edificações. Os produtos que constituem o sistema são padronizados e derivados de tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, onde o controle de qualidade é bastante rigoroso no que diz respeito à matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento; Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos; Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis; Construção a seco, o que minimiza o uso de recursos naturais e o desperdício; Facilidade na execução das ligações e consequente rapidez de construção das estruturas; O aço é, além de reciclável, um material incombustível.

O planejamento de obras na construção civil correlaciona-se à estimativa de custos, que auxiliam na tomada de decisão e determinam as possibilidades de execução de um empreendimento. Quantificar os insumos utilizados em uma construção e realizar um levantamento prévio do custo unitário de seus componentes é, portanto, uma forma para se verificar a onerosidade da obra, dando início a um estudo de viabilidade econômica.

A importância de se verificar previamente os custos de uma obra está relacionada à possibilidade de, a partir dos valores obtidos, repensar a utilização de determinado sistema construtivo, bem como a substituição de certos materiais. A busca por alternativas que visem reduzir custos é um desafio para o setor da construção civil.

Para se estabelecer o comparativo entre diferentes sistemas construtivos, é preciso analisar as variáveis referentes ao custo de execução de uma HIS, almejando determinar a viabilidade econômica e o impacto dos diferentes materiais no preço final da obra.

### **3. Metodologia aplicada**

Neste artigo a abordagem dos custos diretos examinará de forma particular os custos dos materiais de construção para a execução do subsistema estrutural da HIS, excluindo equipamentos e mão-de-obra da contagem final de preço obtida.

A realização do levantamento de preço dos componentes é realizada por meio da utilização de valores de referência para os mesmos, tendo como base os catálogos para insumos e para composições da Caixa Econômica Federal, nomeados por SINAPI –

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – com valores relativos ao mês de agosto de 2017.

Para o levantamento de custos relativos à execução da obra para o sistema construtivo em LSF, foram utilizados dados atualizados e fornecidos pela empresa Smart Sistemas Construtivos, visto que os componentes para este sistema não constam nas tabelas SINAPI.

Por meio do levantamento de insumos de uma HIS de 40,55 m<sup>2</sup>, prevista em memorial descritivo e executada pela COHAB/SC, a quantificação dos materiais para o sistema construtivo LSF foi obtida a partir de uma nova configuração para a planta arquitetônica, de modo a respeitar as condicionantes impostas pelo sistema, como o espaçamento entre perfis. No entanto, buscou-se manter ao máximo as dimensões do projeto original, permitindo uma comparação confiável entre os sistemas.

Os softwares AutoCAD e SketchUp foram utilizados como auxiliares no levantamento das quantidades de insumos. O primeiro, para visualizar em planta a modulação dos componentes de aço que estruturam a HIS em LSF. O segundo permitiu analisar a execução da obra, fornecendo uma visão tridimensional do sistema, o que contribuiu para a quantificação dos componentes e a verificação da malha de modulação imposta pela planta.

#### **4. Caso aplicado: Habitação de Interesse Social (HIS)**

O projeto da HIS é um geminado de dois pavimentos, com área construída de 40,55 m<sup>2</sup> e distribuída em seis cômodos internos. Entretanto como a espessura final de 13 cm das paredes externas e internas a área efetiva de utilização é de 34,18 m<sup>2</sup>.

O sistema construtivo empregado para a construção da HIS é definido pelo memorial descritivo é o concreto armado, sendo utilizadas cintas de amarração sobre todo o respaldo da alvenaria estrutural.

Os elementos estruturais são compostos por pilares, cintas de amarração, vergas e contravergas, tendo como especificação de projeto um concreto com resistência à compressão de 15 MPa após 28 dias de cura. No entanto, a NBR 6118 orienta quanto às classes de agressividade ambiental, fixando um valor mínimo para a resistência à compressão do concreto em 20 MPa.

O projeto original prevê uma fundação do tipo sapatas e baldrame, porém, este item foi desconsiderado para fins de posterior comparação com o sistema LSF, visto que a escolha do tipo de fundação varia de acordo com a geologia do terreno e a previsão de cargas admissíveis (ANDRADE, 2003).

A cobertura e as escadas também não foram consideradas na quantificação, verificando-se a possibilidade de implantação do mesmo tipo de cobertura e de escadas com o mesmo material para ambos os sistemas.

Os itens quantificados serviram de base para a obtenção dos preços dos insumos a partir dos catálogos SINAPI, porém, alguns componentes receberam adaptações para correta precificação, outros, no entanto, foram desconsiderados por não estarem contabilizados nas planilhas de referências de custos.

Sendo assim, foi possível obter os preços totais por meio do emprego das tabelas SINAPI, com valores atualizados para o mês de agosto de 2017 e referenciados para o município de Florianópolis. Tais tabelas não são desoneradas e, portanto, são passíveis de recolhimento de 20% do salário dos empregados para as contribuições previdenciárias, possuindo valores unitários maiores que os das tabelas desoneradas, e já acrescidos de ICMS com alíquota de 17% para o estado de Santa Catarina.

Considerando as tabelas SINAPI e as alíquotas referentes aos seus valores, o preço total dos insumos para a construção da HIS em concreto armado previsto pelo projeto original, é de R\$ 15.320,59.

Sendo que a alvenaria e estrutura equivalem a R\$6427,17; Esquadrias e Ferragens com R\$3660,60; Revestimentos por R\$4824,82 e os Vidros por R\$408,00. O subsistema de alvenaria e estrutura é o que apresenta maior onerosidade em relação aos demais, contribuindo com 42% do montante total da obra. Esse fato está relacionado ao volume de materiais empregados, mesmo que o preço unitário destes seja reduzido.

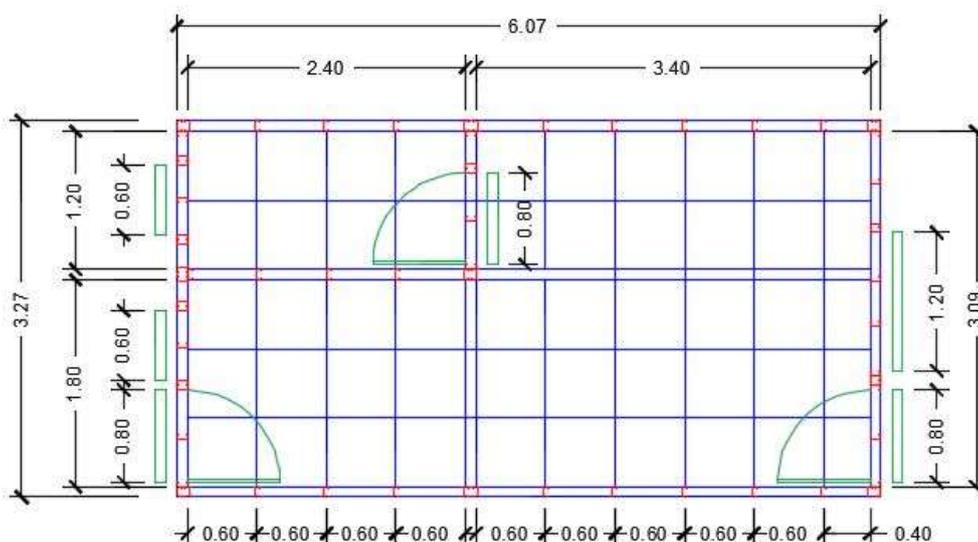
#### a. Aplicação do sistema construtivo LSF

Ao se projetar uma residência pelo sistema construtivo LSF, deve-se considerar a necessidade de se respeitar a modulação imposta pelo sistema, visto que tanto o espaçamento entre as montantes quanto as placas de fechamento em OSB possuem dimensões padronizadas, sendo um processo industrializado.

Na HIS analisada foi adotada uma malha de 60 cm, com o objetivo de fidelizar o projeto original, além de reduzir a quantidade de montantes necessárias em relação a uma malha de 40 cm, diminuindo o custo final da obra.

No entanto, especialmente nas paredes compostas por portas e janelas, foi necessário reduzir a modulação, devido à aplicação de ombreiras de suporte em ambos os lados dos vãos das esquadrias, fundamentais para o apoio dos “perfis caixa” que fazem o papel das vergas e contravergas.

A figura 1 contextualizam a planta modificada para a implantação do sistema construtivo LSF, de acordo com uma malha de 60 cm.



**Figura 1 – Planta do piso térreo em LSF – sem escala. Fonte: Autor (2017).**

A aplicação da modulação ocorreu em todas as plantas dos pavimentos. A malha de modulação está representada pela cor azul. Do mesmo modo, os perfis enrijecidos (Ue) estão posicionados e representados pela cor vermelha. Tais perfis contribuem para o contraventamento da estrutura, que em conjunto formam painéis estruturais que dispensam a construção de pilares, como acontece no sistema construtivo em concreto armado.

Ao readequar o projeto original para o sistema LSF, houve o cuidado para que as dimensões totais não fossem superiores às do projeto em concreto armado, visto que por se tratar de uma habitação popular, a área construída originalmente deve ser preservada.

Diante das modificações, as plantas passaram a ter uma nova configuração em relação às áreas úteis para os cômodos, e conseqüentemente, uma nova área total obtida para a HIS. O Quadro 1 compara as áreas úteis para o sistema construtivo em LSF com as obtidas para o projeto em concreto armado. Além disso, apresenta as áreas totais construídas para cada sistema.

<b>ÁREAS ÚTEIS</b>		
<b>Cômodo</b>	<b>Projeto em Concreto Armado (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Projeto em LSF (m<sup>2</sup>)</b>
Sala	11,08	10,38
Cozinha	4,60	4,41
BWC	2,51	2,79
Área de circulação	0,89	0,77
Quarto I	7,73	7,31
Quarto II	7,37	7,37
TOTAL	34,18	33,03
<b>ÁREAS TOTAIS</b>		
Projetos	42,16 m <sup>2</sup>	40,43 m <sup>2</sup>

**Quadro 1 – Comparativo das áreas úteis e áreas totais entre o projeto original em concreto armado e o projeto em LSF. Fonte: COHAB/SC (2001), adaptado pelo autor (2017).**

É importante lembrar que as dimensões totais em LSF devem considerar a aplicação das placas OSB de 9,5mm para as faces internas das paredes e de 11,1mm para as faces externas. Soma-se ainda, a esses revestimentos, a membrana hidrófuga de 1,0mm para as faces externas das paredes e a chapa de drywall resistente ao fogo de 12,5 mm (aplicadas nas paredes de contato com os outros geminados).

Portanto, o comparativo apresentado pelo Quadro 1 considera os fatores citados acima, para que não haja a falsa ideia de que construções em LSF possuem suas áreas reduzidas em relação a uma mesma residência em concreto armado.

Diante das definições do projeto em LSF, foi utilizado o software *SketchUp* para modelar a habitação em perspectiva 3D, com o objetivo de servir de auxílio à elaboração dos quantitativos de materiais, e posterior composição de preços dos mesmos.

Em todas as paredes sem a presença de janelas ou portas, foram construídas fitas de contraventamento em formato de X, por meio de placas gousset e fitas metálicas, com a finalidade de fornecer à estrutura maior travamento dos seus componentes.

O revestimento do esqueleto estrutural formado pelos perfis metálicos é composto por placas de OSB com 9,5 mm de espessura para as faces internas das paredes e de 11,1

mm para as faces externas. Todos os painéis são fabricados de forma padronizada, com 2,40 m de comprimento e 1,20 m de largura. Essa padronização é múltipla à malha da modulação.

Além disso, existe a aplicação de uma fina camada de membrana hidrófuga nas faces externas das paredes, com a finalidade de impedir a entrada de umidade externa para o interior da residência, permitindo, no entanto, a saída da umidade interna para o exterior. Além do controle da umidade, possuem também a função de proteger a edificação contra o vento e evitar o apodrecimento das placas OSB, maximizando as suas condições de funcionalidade com o tempo. Como o projeto da HIS trata-se de um sobrado geminado, aplicam-se chapas de drywall resistentes ao fogo nas paredes em contato com as residências vizinhas.

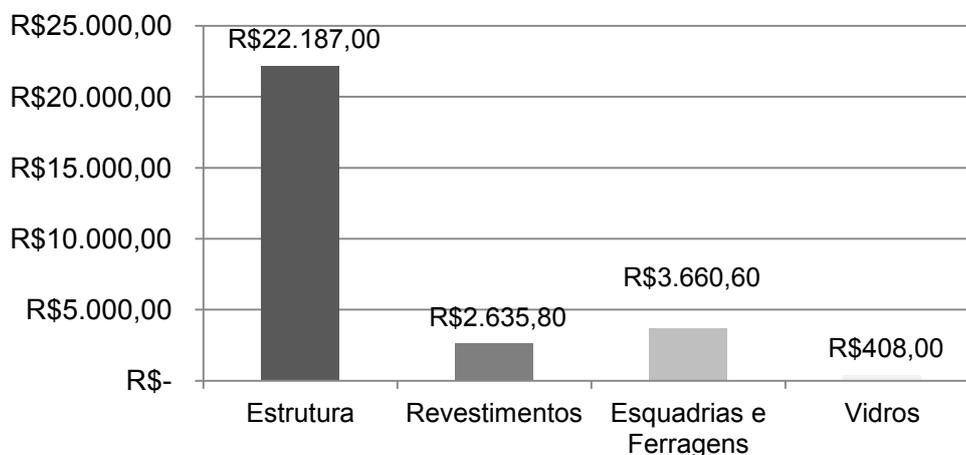
Para o revestimento do piso das lajes, são aplicadas placas OSB com 23 mm de espessura. Para estas, há uma pequena variação em relação às dimensões comerciais, possuindo 2,50 m de comprimento e 1,20 m de largura.

Além da aplicação das placas OSB, está prevista a implantação de placas cimentícias nas paredes da cozinha e do banheiro, justificado pela necessidade da fixação de móveis nas paredes.

É importante salientar que, por se tratar de uma habitação popular, a premissa maior é obter custos reduzidos, com o emprego da menor quantidade possível de materiais. Deste modo, desconsiderou-se a aplicação de outros tipos de revestimento, tanto para as paredes quanto para as lajes.

Utilizando a visualização arquitetônica do subsistema estrutural, a partir do software *SketchUp*, foi possível quantificar os insumos necessários para a construção em LSF, e posteriormente, realizar o orçamento total da obra, chegando-se a um valor final de R\$ 28.891,40.

Os preços unitários utilizados para os quantitativos de materiais, são os preços exercidos comercialmente pela empresa Smart Soluções Construtivas. Para o levantamento do preço total de insumos, foram necessárias algumas alterações em relação às suas unidades, para que os custos fossem equivalentes aos praticados pela companhia. Com base nisso, foi possível gerar a Figura 2, que demonstra o elevado montante obtido para o subsistema estrutural, quando comparado aos demais subsistemas.



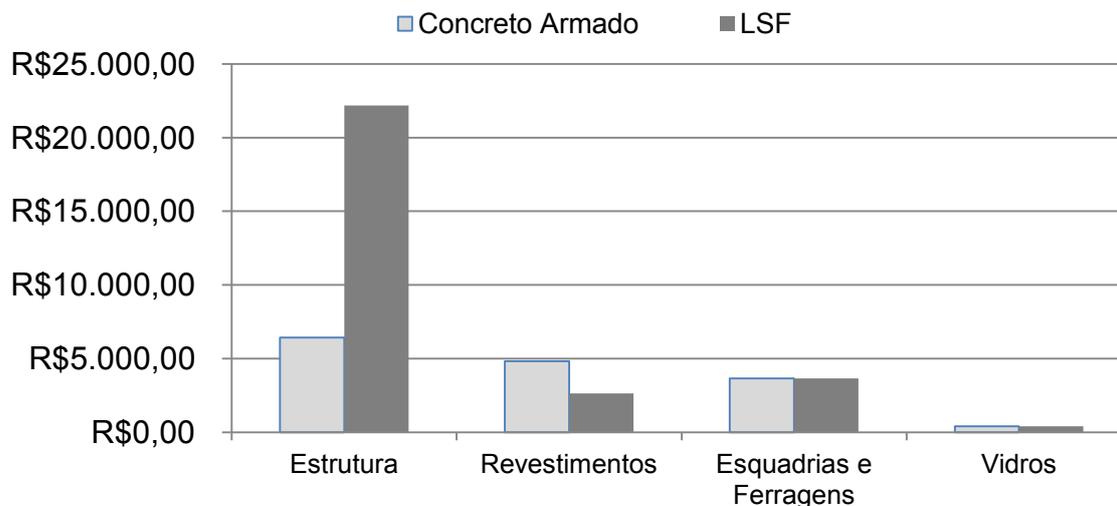
**Figura 2 – Representação dos preços dos subsistemas da HIS em LSF. Fonte: Autor (2017).**

Ao se analisar a Figura 2 é possível constatar que o subsistema estrutural responde por 77% do custo total dos insumos para a construção da HIS em LSF, o que está diretamente relacionado à alta quantidade de aço para montantes e guias (36% do custo final). Além disso, nota-se que o montante observado para os painéis estruturais de OSB também possui 36% de contribuição para o custo final, ficando os 5% restantes referente aos parafusos e chumbadores de fixação.

## 5. Resultados e discussões

Para a realização do estudo, procedeu-se a quantificação dos materiais necessários para a construção da HIS, primeiramente para o projeto original em concreto armado e em um segundo momento para o sistema em LSF. Como a finalidade do estudo era obter um comparativo para a unidade de fechamento da edificação, foram analisados apenas os insumos necessários para a construção do subsistema estrutural, desconsiderando a fundação, a estrutura do telhado e as instalações elétricas e hidráulicas.

A Figura 3 contextualiza de forma gráfica a contribuição das parcelas de cada subsistema, sendo possível observar de forma clara as diferenças nos custos.



**Figura 3 – Comparativo gráfico do custo do subsistema estrutural para os sistemas construtivos.**  
 Fonte: Autor (2017).

Com base na Figura 3, percebe-se que a diferença para a unidade de fechamento entre os sistemas construtivos refere-se à estrutura, onde para o sistema em concreto armado se obteve um montante de R\$ 6.427,17 e para o LSF o equivalente a R\$ 22.187,00. Se no caso da estrutura em concreto armado fosse utilizado o concreto com resistência à compressão de 20MPa, como orienta a NBR 6118, haveria um acréscimo de 5,3% no custo do subsistema estrutural. Conseqüentemente, o custo total da obra seria elevado em 2,2%.

Esses dados mostram que o LSF possui um sistema estrutural quase 3,5 vezes maior do que a mesma estrutura em alvenaria e concreto armado. Essa diferença baseia-se no fato

de que os elementos que compõem a estrutura das paredes e lajes no LSF possuem custo unitário elevado, respondendo por quase 77% do custo total da obra.

Considerando apenas o custo dos insumos necessários para a construção, é fato que o LSF é um sistema com custo mais elevado, em virtude do valor agregado à produção industrializada dos materiais, à exatidão, resistência e eficiência oferecida pelos perfis de aço. No entanto, as vantagens observadas ao se definir o LSF como sistema de construção estão relacionadas ao tempo de execução da obra, que é menor do que as construções em alvenaria.

Ao verificar a produtividade homem-hora para a construção em alvenaria e em LSF, conforme as composições de custo das Tabelas de Composições de Preços e Orçamentos (TCPO 13) da PINI e as produtividades utilizadas para o sistema em concreto armado, referentes à execução de alvenaria de vedação, de acordo com a tabela 04211.8.3 (TCPO 13, p. 205), considerando as produtividades do pedreiro e do servente iguais, e equivalentes a 2,60 horas/m<sup>2</sup>, calculou-se o tempo de execução do serviço para a área construída em concreto armado, igual a 42,16 m<sup>2</sup>. O tempo de execução encontrado foi de 109,62 horas, o que corresponde a um total de aproximadamente 14 dias, considerando uma jornada de trabalho de 8 horas/dia.

Para o LSF foi utilizado o mesmo procedimento, tomando como base as produtividades apresentadas na tabela 05125.8.15 (TCPO 13, p. 230). O tempo de execução para a construção em LSF foi determinado com base na menor produtividade, a do montador. Sendo assim, para uma área construída de 40,43 m<sup>2</sup>, a execução das paredes em LSF leva o equivalente a 20,22 horas para ser finalizada, o que corresponde a aproximadamente 2,5 dias de trabalho.

Para calcular o custo com a mão-de-obra, foram tomados como referência os valores do piso salarial definido pela Convenção Coletiva de Trabalho da construção civil de Joinville, para o ano de 2017. De acordo com o Sindicato da Indústria da Construção Civil de Joinville (SINDUSCON, 2017), o piso salarial de pedreiros e montadores é igual a R\$ 1.661,00 (ou R\$ 7,55 por hora). Já para serventes e ajudantes, o piso é de R\$ 1.159,40 (ou R\$ 5,27 por hora).

Com base nestes valores, foi gerado o Quadro 2, que apresenta o tempo de execução das obras, bem como o custo com as respectivas mão-de-obra.

Sistema construtivo	Tempo de execução (horas)	Tempo de execução (dias)	Mão-de-obra	Custo Mão-de-obra
Concreto Armado	109,62 h	<b>14 dias</b>	01 pedreiro	R\$ 827,63
			01 servente	R\$ 577,70
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.405,33</b>
LSF	20,22 h	<b>2,5 dias</b>	01 montador	R\$ 152,66
			01 ajudante	R\$ 106,56
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 259,22</b>

**Quadro 2 – Tempo de execução dos subsistemas estruturais e custos com mão-de-obra. Fonte: Autor (2017).**

A partir dos dados apresentados no Quadro 2 percebe-se que, embora o custo com materiais seja elevado para o LSF, o sistema é vantajoso em tempo de execução. Com 5,6 vezes mais rapidez na construção do subsistema estrutural, a HIS em LSF economiza em mão-de-obra, e apresenta um retorno do investimento de forma acelerada, visto que se obtém um retorno financeiro com a venda da edificação.

## **6. Considerações finais**

A partir do estudo realizado foi possível verificar que a construção em concreto armado obteria um acréscimo no custo de 5,3% para o subsistema estrutural, caso tivesse sido utilizado um concreto com resistência à compressão de 20 MPa, de acordo a NBR 6118, ao invés do previsto no memorial descritivo, de 15 MPa. Essa alteração corresponderia a um aumento de 2,2% no custo total da obra.

Embora tenha sido confirmado que o custo total de materiais seja superior para o LSF, observa-se que uma das grandes vantagens desse sistema em relação ao método convencional, está relacionada ao tempo de execução, que para o subsistema estrutural foi de 5,6 vezes menor do que para o sistema em concreto armado. Essa característica é de fundamental importância no contexto de habitações de interesse social, que visam construir mais em menos tempo, promovendo um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel.

O trabalho evidencia ainda, que para que sejam feitas considerações mais precisas em relação à aplicação do sistema construtivo LSF, e da sua viabilidade econômica em comparação ao concreto armado, é necessário pontuar todos os demais fatores que contribuem para o custo-benefício de uma edificação, como o melhor desempenho termoacústico, facilidade de manutenção, baixa geração de resíduos e o fato de ser um sistema construtivo industrializado, o que o torna muito mais eficiente e exato do que um sistema artesanal.

Por fim, é possível dizer que os objetivos do trabalho foram alcançados, visto que os sistemas em concreto armado e em LSF foram avaliados quanto ao custo da HIS, e comparados entre si por meio da análise da mão-de-obra e do tempo de execução da obra. Diante das características e considerando o retorno financeiro maximizado pelo tempo de execução, é possível dizer que o LSF é um sistema economicamente viável na construção de habitações de interesse social em grande escala.

## **Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 02:136.01.001:** desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 6118:2004** – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 6355:2012** – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 6673:1981** – Produtos planos de aço – Determinação das propriedades mecânicas à tração. Rio de Janeiro, 1981.

\_\_\_\_\_. **NBR 7008:2012** – Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou com liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente – Especificação. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 10735:1989** – Chapa de aço de alta resistência zincada continuamente por imersão a quente. Rio de Janeiro, 1989.

AURICCHIO, C. E. **Minha casa minha vida reduz deficit habitacional do país:** Estudo da Fiesp aponta retração anual de 2,8% entre 2010 e 2014, com destaque para as regiões Norte e Nordeste. 2016. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=3528>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Habitação de interesse social.** Disponível em: <[http://www1.caixa.gov.br/gov/gov\\_social/municipal/programas\\_de\\_repasso\\_do\\_OGU/habitacao\\_interesse\\_social.asp](http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/programas_de_repasso_do_OGU/habitacao_interesse_social.asp)>. Acesso em: 09 abr. 2017.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha casa minha vida reduz deficit habitacional do país:** Estudo da Fiesp aponta retração anual de 2,8% entre 2010 e 2014, com destaque para as regiões Norte e Nordeste. 2016. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=3528>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Memorial descritivo.** Florianópolis. [s. d. a].

\_\_\_\_\_. **Quantificação de materiais:** casa de 40,55 m<sup>2</sup>. [s. d. b].

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados:** light steel framing. 2005. 254 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

FIESP. **Observatório da Construção:** Levantamento inédito mostra o déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. Publicado em 16 de fevereiro de 2016. Disponível em [goo.gl/KRgeyVcontent\\_copy](http://goo.gl/KRgeyVcontent_copy). Acesso em junho de 2016.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2013:** resultados preliminares. Nota técnica. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2015. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/deficit-habitacional/596-nota-tecnica-deficit-habitacional-2013normalizadarevisada/file>>. Acesso em 09 abr. 2017.

MORIKAWA, D.C.L. **Métodos construtivos para edificações utilizando componentes derivados da madeira de reflorestamento.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2006.

PAVESI, D. **Comparativo dos sistemas construtivos Light Steel Frame de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social.** 2016. 81 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de

Engenharia Civil de Infraestrutura, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville, Joinville, SC, 2016.

PENNA, F. C. F. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática.** 2009. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Agosto, 2017. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx>>. Acesso em 02 set. 2017a.

SINDUSCON. **Convenção coletiva de trabalho – 2017/2018.** Disponível em: <<http://sinduscon-joinville.org.br/public/pdf/convencao-coletiva-de-trabalho-2017-2018.pdf>>. Acesso em 01 nov. 2017.

SMART. **Catálogo de produtos (material físico).** Acesso ao material em: 30 set. 2017.

WEIDLE, E. P. S. **Sistemas construtivos na programação arquitetônica de edifícios de saúde.** 1995. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/sistemas.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2017.