Análise orçamentária comparativa entre dois métodos construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado



Eleandro Kosinski[1]; Lucas de Camargo[1]; Ana Paula Brandão Capraro[1]
[1] Faculdade Educacional Araucária

RESUMO

Processos que exijam a utilização de recursos naturais e que tenham altos custos agregados necessitam de atenção por parte de seus gestores. A construção civil é a indústria responsável pela utilização de muitos recursos naturais, e por isso, métodos construtivos eficientes e sustentáveis passam a ganhar espaço nesse mercado. O presente trabalho avalia qual a influência que o custo e o tempo de execução de uma obra, aliados a fatores como a sustentabilidade e desempenho da edificação, impactam na escolha do método construtivo. Para isso, são comparados aspectos de dois diferentes métodos construtivos, o sistema Light Steel Frame (LSF), um método industrializado de construção a seco, que utiliza perfis de aço na montagem de sua estrutura, e o processo construtivo convencional, com estruturas em concreto armado e vedações em alvenaria com blocos cerâmicos, o qual ainda é o mais utilizado na construção civil brasileira. A metodologia da pesquisa contempla a avaliação de uma residência de um pavimento, padrão médio, na cidade de Curitiba-PR. A avaliação foi realizada através de levantamentos quantitativos de insumos e mão de obra, que serão utilizados para elaboração posterior de um orçamento detalhado e um planejamento de obra. Tal avaliação possibilitou, através da obtenção do custo final de construção para a edificação, a análise da viabilidade econômica do LSF, frente ao método construtivo convencional.

Palavras-chave: Sistema Light Steel Frame (LSF); sistema convencional; viabilidade econômica.

ABSTRACT

Processes that require the use of natural resources and have high aggregate costs require attention from their managers. The construction industry is responsible for the use of many natural resources, and therefore, efficient and sustainable construction methods are now gaining ground in this market. This study evaluates the influence of the cost and time of execution of a building, combined with factors such as sustainability and performance of the building, that the choice of construction method. For this, there are compared aspects of two different construction methods, the Light Steel Frame System (LSF), an industrialized method of dry construction that uses steel profiles in the mounting structure, and conventional construction process, reinforced concrete structures and seals masonry with ceramic blocks, which is still the most used in Brazilian civil construction. The research methodology includes the assessment of a one floor residence, average standard, in Curitiba-PR. The evaluation was carried out through quantitative surveys of inputs and labor, to be used for further development of a detailed budget and construction planning. Such an assessment, had enabled by obtaining the final cost of construction for the building, the analysis of the economic viability of the LSF, compared to the conventional construction method.

Keywords: Light Steel Frame System (LSF); conventional system; economic viability.

1 INTRODUÇÃO

Diante da necessidade de se construir muitas obras, com otimização de seus projetos, integração de seus sistemas, com custos menores e menor tempo, e atendendo a quesitos de sustentabilidade, a indústria da construção civil se vê diante de um processo de mudança, o qual incorpora métodos construtivos industrializados como alternativas para suprir as exigências impostas a esse mercado (FREITAS E CRASTO, 2006, p. 11 e SILVA, 2003, p. 47).

Para Gropius (2009, p.85), o sistema construtivo mais utilizado na construção de residências no Brasil, o qual usa alvenaria convencional como forma de vedação, apresenta grandes deficiências no que diz respeito a tempo de execução de obra, desperdícios, custo de manutenção e sustentabilidade.

Segundo Freitas e Crasto (2006, p. 10), o caminho para a mudança na construção civil passa necessariamente pela construção industrializada, com mão-de-obra qualificada, otimização dos custos, mediante a contenção do desperdício de materiais, padronização, produção seriada e em escala, racionalização dos processos e cronogramas rígidos de planejamento e execução.

O sistema convencional, alvenaria convencional com estrutura em concreto armado, apesar de ser ainda o mais utilizado, vem sendo substituído por sistemas industrializados, e dentre diversos sistemas, pode-se destacar um sistema que pode ser muito vantajoso, em relação ao sistema convencional, trata-se do sistema *Light Steel Frame* (LSF). Esse sistema apresenta flexibilidade e agilidade, possibilitando a sua exploração em diversas aplicações, inclusive em habitações (CRASTO, 2005, p. 02).

O objeto do presente trabalho é o estudo comparativo entre o orçamento e o planejamento de dois métodos construtivos empregados na construção civil: *Light Steel Frame* e alvenaria convencional com estrutura em concreto armado, delimitado para a cidade de Curitiba, para uma residência de 01 (um) pavimento de padrão médio.

A importância desse estudo está ligada a realidade da construção civil brasileira, marcada como sendo artesanal e por grandes desperdícios e retrabalhos. Nesse âmbito, o estudo do sistema construtivo LSF pode ser uma saída viável e lucrativa, em comparação com o sistema construtivo convencional, nas questões como viabilidade técnica, executiva e econômica.

Sendo o LSF um sistema construtivo industrializado, considera-se oportuno determinar qual é a diferença de custo envolvida entre os dois sistemas estudados, podendo-se determinar se a diferença de custo é um fator determinante na escolha do LSF e sua viabilidade em relação ao método construtivo tradicional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Farias (2013, p. 01), a construção civil está sempre em busca de sistemas com menos perdas, mais industrializados e com o objetivo de encontrar meios para proteger o meio ambiente.

Sabe-se que a geração de resíduos na construção civil é notória e que o acúmulo destes resíduos tem causado interferências no meio ambiente. Segundo Pinto (1999, p. 42) a taxa de geração de resíduos da construção e demolição representa mais de 50% da massa total dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 17), os principais benefícios e vantagens do uso do sistema LSF na construção civil são os seguintes: construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício, o aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades.

Sabe-se que é necessário, para executar uma obra com estrutura em concreto armado e fechamentos em alvenaria, ter em mente que este trabalho passa por diferentes etapas construtivas e que cada etapa apresenta características próprias que exigem, em maior ou menor grau, diferentes qualificações profissionais e materiais adequados, que vão influenciar no tempo de execução, qualidade, acabamento e segurança da obra, refletindo assim na entrega e uso final da edificação (SALGADO, 2012, p. 18).

O *Light Steel Frame* é um sistema racionalizado de construção, onde são usadas chapas e perfis metálicos leves dispostos de forma a sustentar as cargas e servir de base para a constituição do sistema. Assim, o sistema não se resume somente à sua estrutura, ele sendo um sistema construtivo, considera também seus vários componentes e "subsistemas". Os subsistemas são: fundação, estrutura, isolamento termo-acústico, fechamento externo e interno e instalações elétricas e hidráulicas. (FREITAS E CRASTO, 2006, p. 12).

2.1 ORÇAMENTO

Limmer (1996, citado por Bazanelli, 2003, p. 8) define orçamento como sendo a quantificação de valores (preço) dos elementos necessários para se executar um projeto, seguindo um planejamento da obra previamente estabelecido.

Segundo a TCPO (2014, p.11), existem diversos tipos de orçamentos e o seu grau de precisão depende da quantidade e detalhamento das informações disponíveis sobre o

elemento a ser orçado. Nela aponta-se (02) dois principais métodos para a realização de orçamentos: por Estimativas ou por Composição de custos.

2.2 PLANEJAMENTO

Cada empreendimento é definido como singular na história de uma empresa, e sua implantação é marcada por objetivos de custos, prazos, qualidade e benefício social. Sendo assim, todo empreendimento apresenta um ciclo de vida com começo, meio e fim. Já que cada empreendimento é singular, as experiências anteriores servem, no máximo, para estabelecer padrões de resposta para uma tomada de decisão. Com isto, planejar tornou-se uma ferramenta essencial para o gerenciamento de empreendimentos (YAZIGI, 2010, p. 123 e 124).

Para a obtenção de melhores resultados e realização de um bom planejamento, aplicam-se ferramentas que facilitam e agilizam as diversas fases do planejamento e acompanhamento de projetos.

Santoro (2007, p. 28), em termos de planejamento do projeto, pode ser utilizado alguns modelos, como o Gráfico de Gantt, CPM (Critical Path Method), PERT (Program Evaluation and Review Technique), entre outros.

3. METODOLOGIA

A pesquisa é de caráter quantitativo e busca fazer um levantamento para obtenção de dados quantitativos, relacionados ao tema abordado nesse trabalho, o qual levantou a diferença de custos e tempo de execução de uma obra entre dois sistemas construtivos, o LSF e o sistema convencional com estrutura em concreto armado e fechamento em alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, para uma residência de padrão normal. O projeto se enquadra na classificação de residência unifamiliar de padrão normal R1-N, segundo a ABNT NBR 12721:2006.

A residência estudada trata-se de uma casa térrea com área construída de 117,03 m², não possuindo laje de cobertura (FIGURA 1). Os projetos dessa residência foram elaborados pelos autores do trabalho, seguindo parâmetros básicos de dimensionamento para as concepções arquitetônicas, estruturais, de vedações, de instalações e de acabamentos.

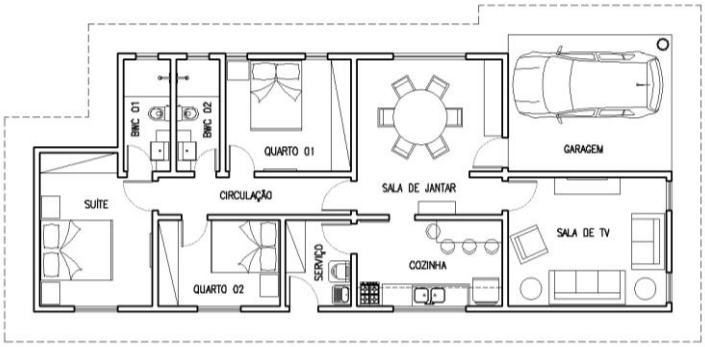


FIGURA 1 – PLANTA BAIXA DA RESIDÊNCIA
FONTE: OS AUTORES

Foram realizados levantamentos quantitativos, com relação à concepção de cada sistema construtivo, tipo de insumos a serem utilizados, custos de materiais, custo de mão de obra, tempo médio para realização de cada atividade.

Para essa pesquisa, por se tratar de um trabalho de comparativo de custos, não foram desconsiderados os custos referentes ao BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), paisagismo, calçadas, muros, grades, portões, terraplenagem, calhas, rufos, condutores, redes de água pluvial, redes de esgoto, redes de água potável, projetos, mobilização e desmobilização de pessoal, taxas de órgãos (prefeitura, CREA, etc), placa de obra, tapumes, levantamento topográfico, considerando apenas os custos diretos para a execução da obra.

Baseando-se nos resultados do dimensionamento e detalhamento dos elementos foram quantificados insumos e serviços a serem utilizados. Obtidos os dados sobre as quantidades de insumos e dos serviços foram feitas suas composições orçamentárias, baseando-se em dados da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), publicado em setembro de 2016, na tabela de composições dos serviços e na tabela de preços médios dos insumos a serem utilizados. Assim que obtidas as composições e preços dos insumos, pode-se chegar ao valor final para cada tipo de fundação e os tempos médios de duração.

A fundação do sistema convencional consistiu em 19 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 117,03 m² e espessura de 12cm, dimensões suficientes para o suporte dos carregamentos aos quais seria submetido.

A classe de concreto utilizado é a C20, sendo esse usinado não bombeado, aplicado juntamente a uma armação composta por aço CA-50 e CA-60. A mão de obra para realização dos serviços de confecção e montagem de formas, armação e concretagem é composta por pedreiros e serventes.

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. Foram utilizados softwares específicos e normativas especificas para cada fase do dimensionamento.

Para a composição da estrutura no sistema convencional foram atribuídos 19 pilares com dimensões iguais, altura de 2,80m e seção transversal de 14x30cm., concreto utilizado C20 produzido em obra e armações com aço CA-50 e CA-60. O concreto adotado para a aplicação nas vigas é o concreto C20 usinado não bombeado e armação composta por aço CA50 e CA60. A mão de obra para a execução dos serviços relativos a pilares e vigas é composta por serventes e pedreiros.

Obtidos os dados sobre as quantidades de materiais e dos serviços através do projeto, foram feitas suas composições orçamentárias, baseando-se em dados da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), publicado em setembro de 2016. Assim que obtidas as composições e preços dos insumos, pode-se chegar ao valor final para cada atividade e os tempos médios de duração.

Foram utilizadas informações fornecidas por manuais e publicações relativas ao LSF, como o Manual para a utilização do sistema construtivo a seco da Saint-Gobain, procedimento aprovado pelo SINAT (Sistema Brasileiro de Avaliações Técnicas), manual da PlacLux e como principal referencia o Manual de Engenharia para LSF da CBCA (Centro Brasileiro de Construção em Aço), manual para dimensionamento de estruturas de LSF.

A formação do esqueleto estrutural foi composta por perfis de aço zincado do tipo montantes e guias, fitas de contraventamento, bloqueadores, reforços e suportes de ancoragem. Para a formação dos quadros estruturais foi considerada uma modulação de perfis verticais de 400x400mm. Para os montantes, perfis espaçados na vertical, foram atribuídos perfis tipo U enrijecido (Ue) de 89x41x12x0,80mm. As guias, perfis posicionados horizontalmente na base e no topo dos quadros, são de perfis do tipo U simples de 92x41x0,80mm. Foram também empregados bloqueadores, como reforços dos quadros, formados por perfis tipo guia. Para o contraventamento foram utilizadas placas de Gusset de 150x150x0,95mm fixadas nos contos dos quadros estruturais e fitas metálicas de 70x3000x0,95mm para travamento diagonal dos quadros. A fixação dos quadros no radier, através da guia inferior, foi feita utilizando parafusos chumbadores do tipo para-bolt de ½" x 2 ¾", fixados a uma distância de 120cm entre si. A fixação e a junção de vários quadros sobre a base formaram o esqueleto estrutural das paredes (FIGURA 2).

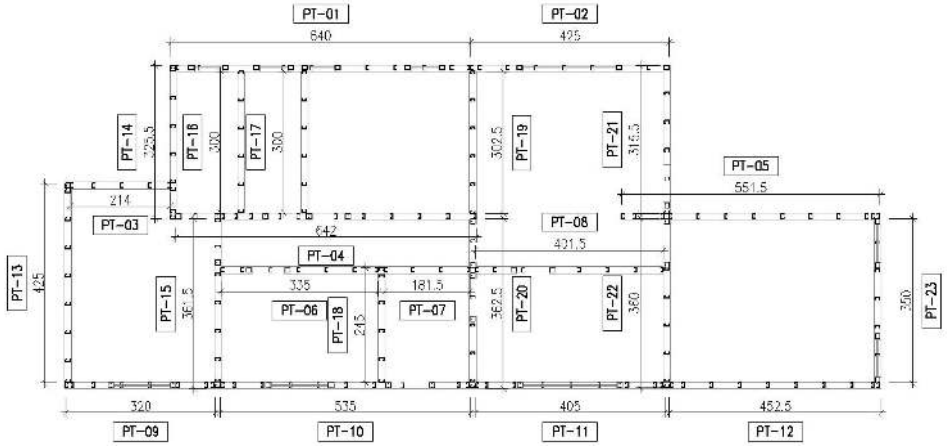


FIGURA 2 – PLANTA BAIXA DA ESTRUTURA DE STEEL FRAME
FONTE: OS AUTORES

A obtenção das composições dos materiais a serem utilizados foi através de quantidades de projeto. Os preços dos materiais foram obtidos em pesquisas orçamentárias junto a lojas que comercializam os materiais, Plac Lux e Smart Sistemas Construtivos. 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 de Curitiba-PR, como a Quaco Casas e Condomínios e a Infinity Sistemas Construtivos. Dessa forma, foi obtida a duração da obra de acordo com os resultados das composições formadas.

Para cada sistema construtivo estudado foram utilizados sistemas de vedações e revestimento nas paredes de formas distintas, levando em consideração as características de cada sistema. A atribuição de cada sistema foi realizada em função de atender, principalmente, a normativa NBR 15575-4/2013.

No sistema convencional foram utilizadas vedações compostas por blocos cerâmicos de 06 furos de dimensões 9x14x19cm, assentados a 01 vez, com argamassa composta pelo traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada, areia média).

Para o revestimento das paredes foi utilizado uma camada de chapisco grosso com argamassa traço 1:3 (cimento e areia grossa) nas faces externas e internas de todas as paredes.

Após o período de cura foi aplicado uma camada de emboço em ambas as faces das paredes, camada com aproximadamente 200,0mm de espessura, utilizando argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal hidratada e areia média). A camada correspondente ao reboco composta por uma camada de aproximadamente 2,0mm de cal fino, foi aplicada apenas nas paredes internas, exceto as paredes dos banheiros, lavanderia e cozinha, as quais receberam revestimento cerâmico. Nas faces de paredes externas não houve

aplicação de reboco, pois receberam posterior aplicação de pintura texturizada. O levantamento orçamentário foi realizado baseando-se na quantidade de materiais obtidos através do projeto e nas composições unitárias da SINAPI.

As vedações no sistema LSF foram compostas basicamente por produtos industrializados de aplicação mais rápida. O sistema de vedação adotado foi o sistema sugerido pela empresa Smart Sistemas Construtivos, através de consulta técnica efetuada a empresa pelos autores do trabalho.

De acordo com as recomendações da empresa, nas áreas externas foram aplicadas placas de OSB (Oriented Strand Board), com 11,10mm de espessura e 1200x2400mm, fixadas na estrutura de aço através de parafusos auto-escariantes. Sobre o OSB foi adotada a instalação de uma membrana hidrófuga, membrana impermeabilizante que permite a saída da umidade do interior da parede. Sobre a membrana foram fixadas placas cimentícias com dimensões de 12,50mm de espessura, 1200x2400mm, através de parafusos auto-escariantes. Para o fechamento interno de paredes dos banheiros optou-se pela adoção do mesmo procedimento das paredes externas.

Foi executado um tratamento de juntas, utilizando fitas teladas de fibra de vidro de 10cm e telas de fibra de vidro, aplicadas em todas as uniões de placas cimentícias, juntamente com uma camada de massa cola, a qual, após acabamento, confere a uniformidade do revestimento.

Em todas as paredes internas foram aplicadas placas de OSB (Oriented Strand Board), com 9,50mm de espessura e 1200x2400mm, e sobre elas foi realizada a aplicação de placas de gesso acartonado, do tipo Standard (ST) de 12,50mm de espessura, 1200x2400mm, com posterior tratamento das juntas. Nas faces de paredes expostas em áreas molháveis, cozinha e lavanderia, as placas de gesso acartonado utilizadas foram do tipo RU (resistente a umidade), com posterior tratamento de juntas utilizando fita cartão e massa para Drywall.

O tipo de forro escolhido para ambos os sistemas estudados foi o mesmo, forração com o uso de gesso acartonado, exceto para a forração dos beirais, no sistema convencional forro de madeira e no LSF placas cimentícias. A constituição desse sistema é um plaqueamento com placas de gesso acartonado, do tipo ST de 12,50mm com tratamento de junções realizado com fitas cartão e massa para Drywall. A estrutura de suporte da forração é constituída por materiais metálicos como parafusos, cantoneiras CR2, tirantes de arame nº 10, presilhas F530 com regulador, união F530, e perfis F530.

O tratamento termo-acústico adotado para cada um dos métodos estudados, também levou em consideração especificações normativas da NBR 15575/2013 e características peculiares de cada sistema.

No sistema convencional foi realizada a aplicação de elementos que propiciassem conforto termo-acústico. A aplicação foi realizada na cobertura, na qual foi adicionada uma manta aluminizada, como isolante térmico, sob as telhas, e uma camada de lã de vidro de 5,0cm de espessura como isolante termo-acústico, sobre o forro.

Para os sistemas convencional e LSF, optou-se pela aplicação de uma manta aluminizada sob o telhado e uma camada de 5,0cm de lã de vidro sobre o forro. Para o LSF também foi aplicada uma camada de 5,0cm de lã de vidro no interior de todas as paredes e feita aplicação de uma banda acústica adesiva nas bases dos painéis da estrutura, interface de contato com radier.

O acabamento de pisos e paredes, em ambos os sistemas estudados, diferenciou-se de acordo com a peculiaridade de cada sistema.

A composição dos acabamentos seguiu especificações normativas com relação à funcionalidade e desempenho, e também se baseou em recomendações dos fabricantes de materiais e recomendações de fabricantes desenvolvedores do LSF, Saint-Gobain e Plac lux.

No sistema convencional o acabamento dos pisos nos ambientes internos foi realizado com aplicação de piso cerâmico 45x45cm PEI 4. Nas paredes dos banheiros, cozinha e lavanderia foi realizada a aplicação de azulejos, de dimensões 25x30cm, assentados com argamassa colante AC-I. As demais paredes internas receberam uma demão de selador acrílico e duas demãos de tinta acrílica PVA Premium. O acabamento do forro foi mediante a aplicação de massa corrida PVA com posterior aplicação de uma demão de selador acrílico de uso interno e externo e duas demãos de tinta acrílica PVA Premium. Para a pintura das paredes externas foi utilizado uma demão de selador acrílico de uso externo com posterior aplicação de uma pintura texturada. As esquadrias foram consideradas já pintadas de fábrica e para as portas e os forros de beiral ambos de madeira foi considerado pintura com verniz sintético

No LSF foi estipulado o mesmo padrão de acabamentos do sistema convencional, diferindo apenas na composição da pintura das paredes internas que receberam emassamento com massa corrida PVA antes do recebimento do selador e a não existência do forro de beiral em madeira e sim em placas cimentícias.

As instalações elétricas, antenas de tv, telefônicas e hidrossanitárias foram consideradas como iguais para os dois sistemas. Foram dimensionadas pelos autores do trabalho, seguindo parâmetros normativos das normas NBR 5626/1998, NBR 5410/2004 e NBR 8160/1999.

Após a determinação de todos os componentes dos sistemas foi realizado o levantamento quantitativo de ambos, bem como o levantamento dos custos unitários, e por

fim foi realizada a análise comparativa quanto ao custo e ao tempo total para execução dos dois sistemas.

4 RESULTADOS

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. Nessa pesquisa 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 os sistemas. A TABELA 2 apresenta os custos obtidos para o sistema convencional e a TABELA 3 apresenta os resultados obtidos para o sistema LSF.

TABELA 2 – ORÇAMENTO DO SISTEMA ALVENARIA CONVENCIONAL COM ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

ALVENARIA CONVENCIONAL COM ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO					
ITEM	TAREFA	VALOR MATERIAIS	VALOR MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	% DO ITEM
1.1	Implantação do canteiro	R$ 3.975,04	R$ 562,56	R$ 4.537,60	3,31%
1.2	Ferramentas e equipamentos	R$ 4.934,00		R$ 4.934,00	3,60%
1.3	Locação de obra	R$ 540,18	R$ 414,81	R$ 954,98	0,70%
1.4	Infraestrutura	R$ 7.660,75	R$ 4.202,28	R$ 13.337,06	9,74%
1.5	Impermeabilização	R$ 334,53	R$ 573,20	R$ 907,73	0,66%
1.6	Superestrutura	R$ 9.361,65	R$ 7.591,14	R$ 16.952,79	12,38%
1.7	Vedações	R$ 7.203,96	R$ 14.671,30	R$ 21.875,25	15,98%
1.8	Cobertura	R$ 8.310,22	R$ 2.344,39	R$ 10.654,60	7,78%
1.9	Aberturas	R$ 11.567,79	R$ 497,01	R$ 12.064,80	8,81%
1.10	Pisos	R$ 3.756,03	R$ 1.671,21	R$ 5.427,24	3,96%
1.11	Instalações	R$ 10.600,00	R$ 5.809,79	R$ 16.409,79	11,99%
1.12	Forro	R$ 4.654,70	R$ 3.238,19	R$ 7.892,89	5,76%
1.13	Acabamentos	R$ 11.230,04	R$ 7.523,73	R$ 18.753,78	13,70%
1.14	Louças e metais	R$ 1.640,51	R$ 567,91	R$ 2.208,42	1,61%
	Alvenaria convencional	R$ 85.769,40	R$ 49.667,51	R$ 136.910,94	100,00%

FONTE: OS AUTORES

TABELA 3 – ORÇAMENTO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

LIGHT STEEL FRAME					
ITEM	TAREFA	VALOR MATERIAIS	VALOR MÃO DE OBRA	VALOR TOTAL	% DO ITEM
1.1	Implantação do canteiro	R$ 1.077,28	R$ 436,32	R$ 1.513,60	0,85%
1.2	Ferramentas e equipamentos	R$ 3.642,00		R$ 3.642,00	2,04%
1.3	Locação de obra	R$ 540,18	R$ 414,81	R$ 954,98	0,54%
1.4	Infraestrutura	R$ 8.695,36	R$ 1.962,80	R$ 11.505,09	6,45%
1.5	Impermeabilização	R$ 2.255,21	R$ 613,09	R$ 2.868,30	1,61%
1.6	Superestrutura	R$ 31.728,00	R$ 14.219,90	R$ 45.947,91	25,74%
1.7	Vedações	R$ 35.979,67	R$ 11.606,81	R$ 47.586,49	26,66%
1.8	Cobertura	R$ 6.486,59	R$ 656,04	R$ 7.142,63	4,00%
1.9	Aberturas	R$ 11.567,79	R$ 497,01	R$ 12.064,80	6,76%
1.10	Instalações	R$ 10.600,00	R$ 5.809,79	R$ 16.409,79	9,19%
1.11	Forro	R$ 4.654,70	R$ 3.238,19	R$ 7.892,89	4,42%
1.12	Acabamentos	R$ 11.230,04	R$ 7.523,73	R$ 18.753,78	10,51%
1.13	Louças e metais	R$ 1.640,51	R$ 567,91	R$ 2.208,42	1,24%
	Light Steel Frame	R$ 130.097,34	R$ 47.546,41	R$ 178.490,68	100,00%

FONTE: OS AUTORES

Comparando o valor total obtido de R$ 136.910,34, para o sistema convencional e o valor total de R$ 178.490,68, para o LSF, conforme demonstra a FIGURA 03, pode ser obtida a diferença percentual sobre o custo dos sistemas. Considerando o valor total do sistema convencional como base, o LSF apresentou um custo 30,4% superior ao valor do sistema convencional. O custo unitário por metro quadrado de construção resultou em R$1.169,88 /m² para o sistema convencional e R$1.525,17/m² para o LSF. O montante obtido refere-se apenas aos itens que apresentam características que influenciaram na composição das diferenças de custos. O valor apresentado pelo CUB (Custo Unitário Básico) referente ao mês 08 de 2016 para residência padrão R1-N no sistema convencional é de R$ 1645,49 /m², apresentado através de tabela de custos básicos da construção civil pelo Sinduscom-PR (sindicato da Industria da Construção Civil do Estado do Paraná).

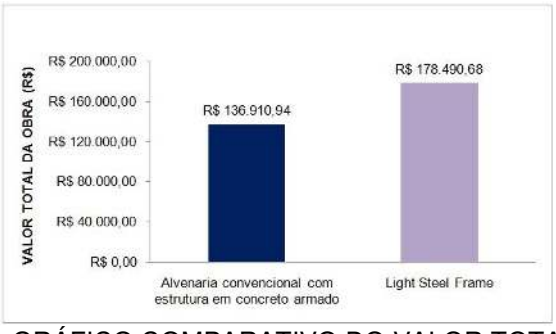


FIGURA 03 – GRÁFICO COMPARATIVO DO VALOR TOTAL DA OBRA
FONTE: OS AUTORES

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 04. Em uma análise comparativa dos valores pode-se perceber que,

em termos de valores de mão de obra, para o LSF, os custos ficaram 4,5% menores que os custos para o sistema convencional. Embora o LSF, seja um sistema que leva metade do tempo para ser construído, conforme comparativo entre cronogramas, expressos nas FIGURAS 05 e 06, não apresentou redução no custo de mão de obra na mesma proporção, devido à qualificação e a especialização exigida para a montagem do esqueleto estrutural e nas vedações. Essa mão de obra possui um custo maior em relação à utilizada no sistema convencional. Quanto ao custo relacionado aos materiais, o LSF ficou com um valor total 51,7% maior que o custo total do sistema convencional.

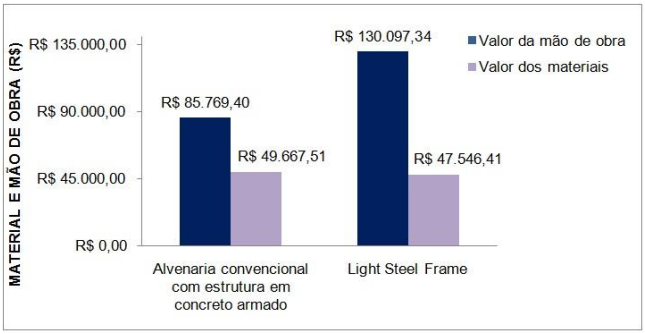


FIGURA 04 – GRÁFICO COMPARATIVO DO VALOR TOTAL DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA
FONTE: OS AUTORES

Na infraestrutura, contemplando apenas a fundação, o LSF ficou com um custo cerca de 16% menor que o custo do sistema convencional. Essa diferença pode ser explicada pelo tipo de fundação adotada, isto é, para o sistema convencional sapatas com vigas baldrames e para o LSF radier de concreto armado. Essa diferença se dá ao fato de que o LSF possuir características de distribuição de carregamentos distintos do sistema convencional e possuir menor peso em sua estrutura, gerando alivio nas fundações.

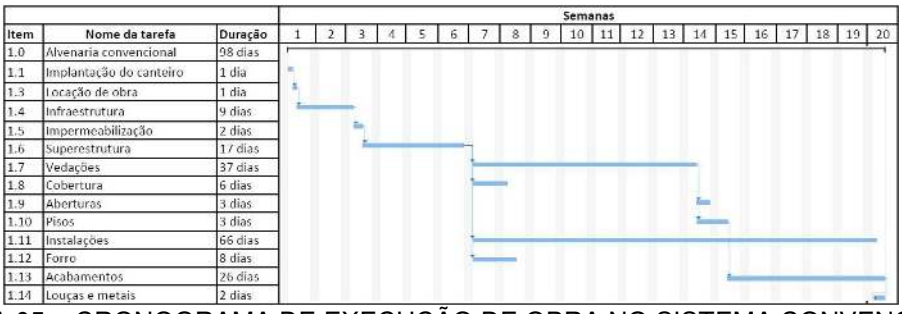
A superestrutura, composta pela estrutura dos sistemas e a cobertura, foram subsistemas que apresentaram uma das maiores diferenças de custos entre os sistemas construtivos. A diferença de custo no LSF ficou 92,3% acima do custo do sistema convencional. Essa diferença deu-se principalmente devido a dois fatores: (i) a necessidade de utilização de mão de obra especializada; (ii) o custo dos materiais. Conforme comparativo entre valores, expressos na TABELA 2, itens 1.6 e 1.8, e na TABELA 3, itens 1.6 e 1.8, os valores de mão de obra e materiais no LSF ficaram 50% e 116%, respectivamente, maiores que os valores obtidos para o sistema convencional, caracterizando a grande diferença encontrada entre os sistemas nesses itens.

O subsistema que apresentou maior diferença percentual nos custos entre os sistemas foi o de vedação. Com base nos valores expressos nas TABELAS 02 e 03, foi possível determinar que a diferença foi de 117,5%, tendo o LSF apresentado maior custo. Embora a mão de obra para essa etapa tenha que ser especializada, a rapidez e facilidade

do serviço a faz possuir menor custo no LSF. Porém a diferença também é explicada pelo de preço dos materiais, que são mais muito mais caros que os materiais utilizados no sistema convencional.

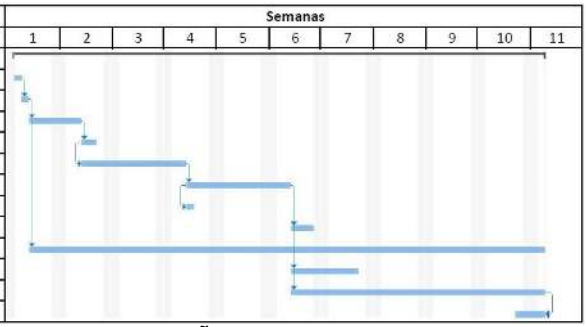
Os itens implantação do canteiro e aluguel de equipamentos e ferramentas foram considerados, pois são serviços que representam custos diretos na obra e possuem diferenças entre os sistemas. O LSF com um custo 45,6% menor que o sistema convencional. A justificativa para esses valores esta relacionada ao tempo de aluguel e ao tipo de equipamento alugado, bem como a menor quantidade de contruções na implantação do canteiro, fatores que influenciaram diretamente na redução de custos no LSF.

Embora o LSF tenha apresentado um custo direto superior ao custo do sistema convencional, o prazo de execução da obra foi cerca de apenas 52% do tempo previsto para o sistema convencional. As FIGURAS 05 e 06 apresentam o cronograma de obra para o sistema convencional e para o sistema LSF, respectivamente. Os cronogramas expressam o tempo estimado para a construção de cada sistema, em dias e semanas, e foram estimados com base em composições de serviços apresentados pela SINAPI, e efetuados utilizando o software Ms Project 2013.



Item	Nome da tarefa	Duração
1.0	Alvenaria convencional	98 dias
1.1	Implantação do canteiro	1 dia
1.3	Locação de obra	1 dia
1.4	Infraestrutura	9 dias
1.5	Impermeabilização	2 dias
1.6	Superestrutura	17 dias
1.7	Vedações	37 dias
1.8	Cobertura	6 dias
1.9	Aberturas	3 dias
1.10	Pisos	3 dias
1.11	Instalações	66 dias
1.12	Forro	8 dias
1.13	Acabamentos	26 dias
1.14	Louças e metais	2 dias

FIGURA 05 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRA NO SISTEMA CONVENCIONAL
FONTE: OS AUTORES



Item	Nome da tarefa	Duração
1.0	Ligth Steel Frame	51 dias
1.1	Implantação do canteiro	1 dia
1.3	Locação de obra	1 dia
1.4	Infraestrutura	5 dias
1.5	Impermeabilização	2 dias
1.6	Superestrutura	10 dias
1.7	Vedações	10 dias
1.8	Cobertura	1 dia
1.9	Aberturas	3 dias
1.10	Instalações	45 dias
1.11	Forro	7 dias
1.12	Acabamentos	25 dias
1.13	Louças e metais	2 dias

FIGURA 06 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE OBRA NO SISTEMA LSF
FONTE: OS AUTORES

5 CONCLUSÃO

A comparação entre dois métodos construtivos, realizada nesse estudo, teve por finalidade determinar se o valor do sistema de construção LSF ainda é o principal fator que influencia na escolha do método construtivo a ser empregado em uma obra. Partindo como hipótese que o custo poderia ser o fator principal na escolha entre os sistemas, buscou-se uma pesquisa sobre o levantamento de custos para ambos os sistemas. Sendo assim, o levantamento de custos e comparação entre os sistemas foi muito importante para a obtenção dos resultados desejados.

Em relação aos custos obtidos, percebeu-se que devido a cada sistema possuir características peculiares, apresentou-se significativa diferença de custos entre si. O LSF ainda é, dentre os sistemas, o que apresenta maiores custos para sua aplicação. Os levantamentos indicaram que o valor final do LSF, para esse estudo, é superior em relação ao custo do sistema de alvenaria convencional, com estruturas em concreto armado, e com tempo de execução menor que no sistema de alvenaria convencional. O LSF apresentou valores de mão de obra menores e valor de materiais maiores.

Embora o LSF apresente valores finais maiores, pode-se perceber, através dessa pesquisa, que há algumas características peculiares e típicas a cada sistema que também devem ser levadas em conta. O LSF, por ser um sistema caracterizado pelo baixo peso de sua estrutura, em relação ao peso do sistema em alvenaria convencional, geralmente adota-se uma fundação mais econômica. Outra vantagem está na montagem da estrutura, que utiliza materiais 100% industrializados e padronizados, já conformados com o projeto estrutural. Por serem peças industrializadas, possuem um controle tecnológico mais preciso, dispensando a verificação em obra, diferentemente da estrutura convencional em concreto armado, onde o controle tecnológico é determinado através de testes realizados na obra, nem sempre por pessoas e meios qualificados.

Sabendo-se que o sistema *Light Steel Frame* tem tantas vantagens técnicas sobre o sistema de alvenaria convencional com estrutura em concreto armado, já comprovados com este estudo, conclui-se que os profissionais da área da construção civil devem incentivar mais os empresários e consumidores a usar este tipo de construção que, com a popularização do sistema, esta realidade atual das diferenças de custos pode ser cada vez menor e também a mão de obra pode estar cada vez mais qualificada.

Esse trabalho segue uma linha de pesquisa onde há muito que se investigar. Ao se elaborar este trabalho apareceram lacunas que podem ser preenchidas com a elaboração de estudos futuros, dentre as quais pode se destacar:

a) Medição dos desperdícios gerados em cada sistema;
b) Análise termo acústica experimental para a edificação;
c) Análises de alternativas para componentes de vedação para os sistemas;
d) Viabilidade financeira no uso dos sistemas.

7 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de janeiro, 2004.

_____. **NBR 5626 – Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.

_____. NBR 12721 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios – Procedimento. Rio de Janeiro 2006.

_____. **NBR 15575 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BAZANELLI, A. C. **Uma Nova Abordagem do Orçamento da Construção Civil Frente à Filosofia Gerencial do Pensamento Enxuto** (Dissertação de Mestrado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

CRASTO, R. C. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados** (Dissertação de Mestrado). Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

DATEC Nº 14. **Sistema Construtivo a Seco Saint-Gobain - Light Steel Frame**. São Paulo: IPT, 2013.

FREITAS, A. M., & CRASTO, R. C. **Steel Framing: Arquitetura** (Manual de Construção em Aço). Rio de Janeiro: CBCA, 2006.

GROPIUS, W. **Bauhaus: Novarquitetura** (Edição 6). São Paulo: Ed. Perspectiva, 2009.

LEONHARDT, F., e MÖNNIG, E. **Construções de Concreto** (2ª reimpressão, Vol. Volume 1). Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 2008.

MANUAL TÉCNICO PROFORT DS. Disponível em http://www.placlux.com.br. Acesso em 17 de setembro de 2016.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação** (5ª reimpressão). São Paulo: Editora Érica Ltda, 2012.

SANTIAGO, A. K., FREITAS, A. M., & CRASTRO, R. C. **Steel Framing: Arquitetura** (Série Manual de Construção em Aço). Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012.

SINAT DIRETRIZ 003. **Sistemas Construtivos Estruturados em Perfis Leves de Aço Zincado Conformados a Frio, com Fechamentos em Chapas Delgadas (Sistemas Leves Tipo "Light Steel Framing")** (Revisão 2). Brasília: IPT, 2016.

SANTORO, M. C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. São Paulo: EPUSP, 2007.

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (14ª ed.). São Paulo: Pini, 2014.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar** (10ª ed.). São Paulo: Editora Pini, 2010.