

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DE INFRAESTRUTURA

DANTE PAVESI

ESTUDO COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS LIGHT STEEL
FRAME E DE PLACAS MONOLÍTICAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO
APLICADOS À CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Joinville

2016

DANTE PAVESI

COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS LIGHT STEEL FRAME DE
PLACAS MONOLÍTICAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO APLICADOS À
CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil de Infraestrutura, na
Universidade Federal de Santa Catarina,
Campus de Joinville.

Orientadora: Andréa H. Pfützenreuter,
Dra. Arq.

Joinville
2016

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas oportunidades de todos os dias.

À minha família, por estar presente em todos os momentos.

Àqueles com quem tive a oportunidade de conviver durante as diferentes etapas da graduação, me ensinando muito sobre companheirismo e amizade.

À professora e orientadora Andréa Holz Pfützenreuter, por toda a disponibilidade, paciência e incentivo durante a realização do presente trabalho, proporcionando o direcionamento para a conclusão do mesmo.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Joinville, por todos os ensinamentos durante o período de graduação.

Às empresas Smart Sistemas Construtivos e Termotécnica pela prestatividade com o fornecimento de dados importantes para a realização desta monografia.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O déficit habitacional brasileiro foi estimado em cerca de 5,2 milhões de moradias de acordo com levantamento realizado pelo Programa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) em 2013. A implantação de habitações de interesse social (HIS) é dada com um importante meio de combate a essa demanda por moradias, bem como a apresentação de alternativas construtivas que promovam eficiência de processos, melhorias do índice de habitabilidade e diminuição dos custos se tornam importantes para viabilizar sua produção. O presente trabalho visa estabelecer um estudo comparativo entre dois sistemas construtivos considerados industrializados, sendo estes o *Light Steel Frame* (LSF) e o de placas monolíticas de poliestireno expandido, como opção de substituição ao sistema convencional de alvenaria e concreto armado utilizado atualmente na construção desse tipo de moradia. A HIS escolhida apresenta uma área de 43 m² e tem sua aprovação dada pela Caixa Econômica Federal, cabendo à Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina (COHAB/SC) a execução da obra propriamente dita. As características de cada um dos sistemas alternativos propostos foram analisadas a fim de determinar as potenciais vantagens e desvantagens do emprego dos mesmos como alternativa à construção do projeto, bem como um levantamento estimativo dos preços de insumos envolvidos.

Palavras-chave: Sistemas construtivos. *Light Steel Frame*. Placas monolíticas de poliestireno expandido.

ABSTRACT

In 2013 the Brazilian habitational deficit was estimated in about 5,2 millions dwellings, according to Programa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Social housing (habitação de interesse social – HIS) is taken as an important measure to decrease this demand as well as to introduce constructive alternatives that promote efficiency on processes, improvements on habitability rates and cost reduction to make its production viable. The present paperwork aims to establish a comparative study between two different constructive systems considered industrialized: Light Steel Frame (LSF) and the one based on the use of expanded polystyrene monolithic plates as substitutes to the reinforced concrete constructive system that is currently used to build these kinds of habitations. The HIS chosen for the analysis has an area of 43,00 m² and is approved by Caixa Econômica Federal, while the execution itself is provided by Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina (COHAB/SC). The characteristics of the proposed constructive systems were studied to determine potential advantages and disadvantages of each one of them when applied as an alternative to the original project execution and to estimate the total price of the inputs involved on the construction process.

Keywords: Constructive systems. *Light Steel Frame*. Expanded polystyrene monolithic plates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do sistema LSF e seus elementos construtivos aplicados em uma construção de dois pavimentos.	17
Figura 2: Perfis usualmente utilizados em construções em LSF.	19
Figura 3: Esquema representativo dos componentes construtivos de uma parede executada por meio do sistema Monolite vista em corte.	24
Figura 4: Representação das etapas construtivas do sistema Monolite.	25
Figura 5: Representação dos tipos de reforços e onde são empregados na execução da montagem dos painéis.	26
Figura 6: Projeto original da HIS em planta – sem escala.	36
Figura 7: Cinta de amarração e verga e contra verga em uma estrutura.	37
Figura 8: Representação dos preços dos subsistemas da HIS em concreto armado.	43
Figura 9: Planta da HIS realizada em LSF – sem escala.	45
Figura 10: Estrutura da HIS a partir do sistema construtivo LSF.	47
Figura 11: Projeto revestido por painéis de OSB.	48
Figura 12: Projeto finalizado da HIS em LSF.	52
Figura 13: Representação de preços para os diferentes subsistemas da HIS executada pelo sistema construtivo LSF.	56
Figura 14: Planta da HIS com disposição dos painéis na HIS – sem escala.	58
Figura 15: Representação tridimensional dos painéis de EPS e disposição na estrutura da HIS.	61
Figura 16: HIS finalizada pelo emprego do sistema construtivo Monolite.	63

Figura 17: Representação dos subsistemas do projeto executado através do sistema construtivo Monolite.67

Figura 18: Comparação dos valores finais obtidos para os subsistemas da HIS construída pelos diferentes sistemas construtivos.71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conceituação dos diferentes tipos de processos construtivos.	15
Quadro 2: Características dos sistemas construtivos LSF e Monolite.....	28
Quadro 3: Tipos de módulos e cor de representação no projeto em três dimensões.	59
Quadro 4: Caracterização dos sistemas construtivos LSF e Monolite aplicados.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões nominais usuais de perfis estruturais de aço.....	19
Tabela 2: Divisão das áreas úteis da HIS estudada.....	37
Tabela 3: Quantificação de materiais para a construção da HIS a partir do projeto original em concreto armado.....	38
Tabela 4: Relação dos insumos alterados ou desconsiderados para emprego dos catálogos de referência SINAPI.	39
Tabela 5: Levantamento de quantidades e preços dos insumos para a HIS executada em concreto armado.....	41
Tabela 6: Comparativo das áreas úteis do projeto original em concreto armado com o projeto em LSF.....	46
Tabela 7: Áreas de aplicação da manta de polietileno para proteção contra umidade dos painéis de OSB da HIS.....	49
Tabela 8: Insumos do subsistema estrutural da HIS.....	50
Tabela 9: Adaptações das dimensões das portas e janelas para o projeto em LSF.	53
Tabela 10: Preço final de execução do projeto da HIS a partir da aplicação do sistema construtivo LSF.....	54
Tabela 11: Comparação das áreas úteis dos cômodos da HIS executada a partir do sistema construtivo Monolite em relação ao projeto original.....	59
Tabela 12: Quantificação dos módulos das placas de EPS utilizadas para estruturação da HIS.	62
Tabela 13: Alterações das dimensões de portas e janelas para a HIS construída a partir de placas de EPS e microconcreto estrutural.	64
Tabela 14: Quantificação e relação de preços dos insumos e preço final de implantação da HIS a partir do sistema construtivo Monolite.....	65

Tabela 15: Preços totais para os insumos de execução das HIS pelos sistemas construtivos abordados.69

Tabela 16: Preços totais dos subsistemas dos diferentes sistemas construtivos.....70

Tabela 17: Comparação de preços para o subsistema estrutural e preço final da HIS com emprego de malha de modulação de 60 cm.....72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	Metodologia	13
1.3	Estruturação do Trabalho.....	14
2	SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	15
2.1	<i>Light Steel Framing</i> (LSF).....	16
2.2	Placas Monolíticas de Poliestireno Expandido	22
2.3	Considerações do Capítulo.....	28
3	CUSTOS NO RAMO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	31
4	ESTUDO DE CASO: HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL – HIS	34
4.1	Definições e Características do Projeto Original	35
4.2	Aplicação do Sistema Construtivo LSF	44
4.3	Aplicação do Sistema Construtivo Monolite	57
5	RESULTADOS	69
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	77
	REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo Penna (2009) existem duas condicionantes que são consenso ao meio da construção civil: o considerável déficit habitacional no país e a possibilidade de implementação da industrialização nos sistemas construtivos. Tendo em vista que, tanto em âmbito nacional quanto em outros países, as classes sociais de baixa renda constituem, em geral, a maior demanda por habitação, o conceito de Habitação de Interesse Social (HIS) vem como um aliado na diminuição dessa demanda por residências para classes baixas no país (SOUZA, 2009).

De acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP, 2015) e baseado em dados do Programa Nacional por Amostra de Domicílios de 2013 (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o déficit habitacional no Brasil fica em torno de 5,2 milhões de moradias. O Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal objetiva diminuir essa demanda por meio de incentivos à construção de habitações, o aumento ao acesso das famílias de baixa renda à casa própria, além da geração de empregos e renda por meio do aumento dos investimentos na área da construção civil.

Penna (2009) afirma que o Programa Minha Casa Minha Vida dispõe de financiamentos destinados a promover alternativas construtivas que visem a diminuição de custos, prazo de entrega e impactos ao meio ambiente, além de melhorias na qualidade construtiva.

Diante do cenário de inclusão ao acesso à residência própria das classes populacionais de menor renda, o conceito de habitações de interesse social (HIS) é utilizado com relativa frequência para a definição de uma variada gama de soluções para os problemas habitacionais relacionados à tais classes sociais (SOUZA, 2009).

A realidade da construção civil no país instiga a necessidade por processos inteligentes e soluções para a diminuição dos problemas relacionados aos processos de produção, execução e entrega das obras, e a comparação dos diferentes sistemas construtivos torna-se uma importante ferramenta para realizar levantamentos que levem a melhor escolha de abordagem da construção.

O ramo de edificações no Brasil ainda é baseado em sistemas de construção convencionais, os quais remetem a processos que utilizam mão de obra de modo intensivo no canteiro de obras e altos índices de desperdício de materiais (BERTOLDI, 2007). Apresenta, ainda, problemas relacionados à gestão destes

diferentes profissionais nas obras, ocasionando aumento dos prazos para cumprimento das atividades relacionadas à execução e entrega das edificações (CAMPOS, 2015).

Diante do panorama de expansão dos programas habitacionais no país, é vantajoso que os processos de construção desempenhem seu papel de maneira funcional, segura e durável, mas que também o façam de modo produtivo, construtivo e visando a diminuição de custo e perda de recursos, bem como a mitigação dos índices de agressão ambiental (BAUDALF, 2004). Projetar e executar edificações sob tais parâmetros é um desafio para a engenharia civil e apresenta soluções que se enquadram nas exigências atuais de desempenho habitacional e ambiental.

A comparação de sistemas construtivos visa, por meio da investigação de suas características e peculiaridades, analisar quais as condições de implantação, considerando as diversas variáveis que as compõe tais como insumos de execução, equipamentos empregados, grau de qualificação da mão de obra.

Dentre os sistemas construtivos caracterizados por um alto grau de industrialização, destacam-se o *Light Steel Frame* (LSF) e o de placas monolíticas de poliestireno expandido (EPS) revestidas com telas eletrosoldadas e microconcreto, sendo estes constituídos de peças pré-fabricadas cuja montagem é realizada *in loco* (PENNA, 2009; SOUZA, 2009).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar os sistemas construtivos *Light Steel Frame* (LSF) com o sistema de placas monolíticas de poliestireno expandido quando aplicados em habitações de interesse social (HIS).

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Estimar as variáveis relacionadas aos custos dos insumos envolvidos na execução da obra do modelo da HIS adotado;

- b) Caracterizar e diferenciar os sistemas construtivos quanto a necessidade de mão de obra especializada, materiais empregados e equipamentos.

1.2 Metodologia

O trabalho subdivide-se em duas etapas, sendo a primeira relacionada à verificação das características dos sistemas *light steel frame* e de placas monolíticas de poliestireno expandido. A segunda etapa é relacionada ao comparativo dos sistemas aplicados à construção da habitação de interesse social propriamente dita.

O estudo de viabilidade dos sistemas construtivos LSF e Monolite quando aplicados na construção de habitações de interesse social é fundamentado, neste trabalho, em uma HIS cujo projeto é executado pela Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina (COHAB/SC) e aprovado pela Caixa Econômica Federal.

O projeto da HIS prevê uma área construída de 43 m², sendo a execução da obra realizada em concreto armado e alvenaria, conforme memorial descritivo. A comparação aplicada ao projeto da HIS visa analisar a viabilidade do emprego dos métodos propostos como alternativa ao método utilizado em concreto armado e alvenaria.

A etapa de comparação é realizada por meio da aplicação dos sistemas LSF e Monolite no projeto da HIS, prevendo a análise das possíveis modificações no mesmo para que a utilização destes sistemas na execução da HIS seja justificada.

Com a aplicação dos sistemas construtivos no projeto, é gerada uma planilha de preços dos insumos relativos à HIS executada a partir dos sistemas construtivos LSF e Monolite, viabilizando a comparação com o sistema construtivo em concreto armado empregado atualmente. A planilha de preço é elaborada a partir da quantificação estimada dos materiais utilizados e embasada nos custos unitários dos mesmos.

O presente trabalho apresenta como limitação apenas a análise do âmbito dos custos de insumos de aplicação de cada um dos sistemas construtivos na construção das habitações, de modo a permitir uma aproximação dos valores totais obtidos para cada um destes.

1.3 Estruturação do Trabalho

O trabalho está estruturado em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se uma visão geral do trabalho a ser desenvolvido, descrevendo o tema, os objetivos gerais e objetivos a fim de justificar a presente pesquisa.

No segundo capítulo são expostos conceitos gerais relacionados à sistemas e processos construtivos e seus tipos, bem como os sistemas construtivos LSF e Monolite, suas características e premissas.

O terceiro capítulo é dedicado a apresentação de uma noção geral dos custos envolvidos ao ramo da construção civil. No quarto capítulo é exposto o estudo de caso da HIS analisada, onde são apresentados os quantitativos de insumos do projeto original, bem como dos sistemas construtivos abordados, além dos levantamentos de preços para os mesmos de modo a permitir uma posterior comparação entre estes.

O quinto capítulo é dedicado a contextualizar os resultados obtidos a partir da aplicação dos sistemas construtivos LSF e Monolite na HIS estudada, de modo à analisar sua viabilidade econômica e comparar os materiais e equipamentos empregados em sua execução. O sexto capítulo expõe as conclusões do trabalho bem como as sugestões para trabalhos futuros.

2 SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Um sistema construtivo é definido por Sabbatini (1989) como “um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituídos por um conjunto de elementos e componentes e inter-relacionados.” Por sua vez, um processo construtivo pode ser conceituado, pelo mesmo autor, como “um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura às vedações do edifício (invólucro).”

Os processos construtivos podem ser classificados ainda em três tipos, sendo estes tradicionais, racionalizados ou industrializados. O Quadro 1 contextualiza os diferentes processos construtivos e suas características, segundo as definições apresentadas por Sabbatini (1989).

Quadro 1: Conceituação dos diferentes tipos de processos construtivos.

TIPOS DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS	CONCEITOS (SABBATINI, 1989)
Tradicionais	Baseados na produção artesanal, com uso intensivo de mão de obra e baixa mecanização (produção essencialmente manual), com elevados índices de desperdícios de mão de obra, material e tempo, dispersão e subjetividade nas decisões, descontinuidade e fragmentação da obra.
Racionalizados	Técnicas organizacionais utilizadas nas indústrias manufatureiras são empregadas na construção sem que disto resultem mudanças radicais nos métodos de produção.
Industrializados	Baseado no uso intensivo de componentes e elementos produzidos em instalações fixas e acoplados no canteiro. Utiliza preponderantemente as técnicas industriais de produção, transporte e montagem.

Fonte: Autor (2016).

Sistemas e processos construtivos diferem-se, segundo Villar (2005, p. 14) por que “o termo sistema construtivo refere-se mais às características dos

componentes e subsistemas e sua conseqüente montagem e desempenho, e processo construtivo refere-se ao uso de métodos ou processos construtivos específicos.”

Os sistemas construtivos *light steel frame* e de placas monolíticas de poliestireno expandido são caracterizados por serem industrializados tanto em relação à produção quanto processos, sendo estes sistemas objetos de estudo do presente trabalho.

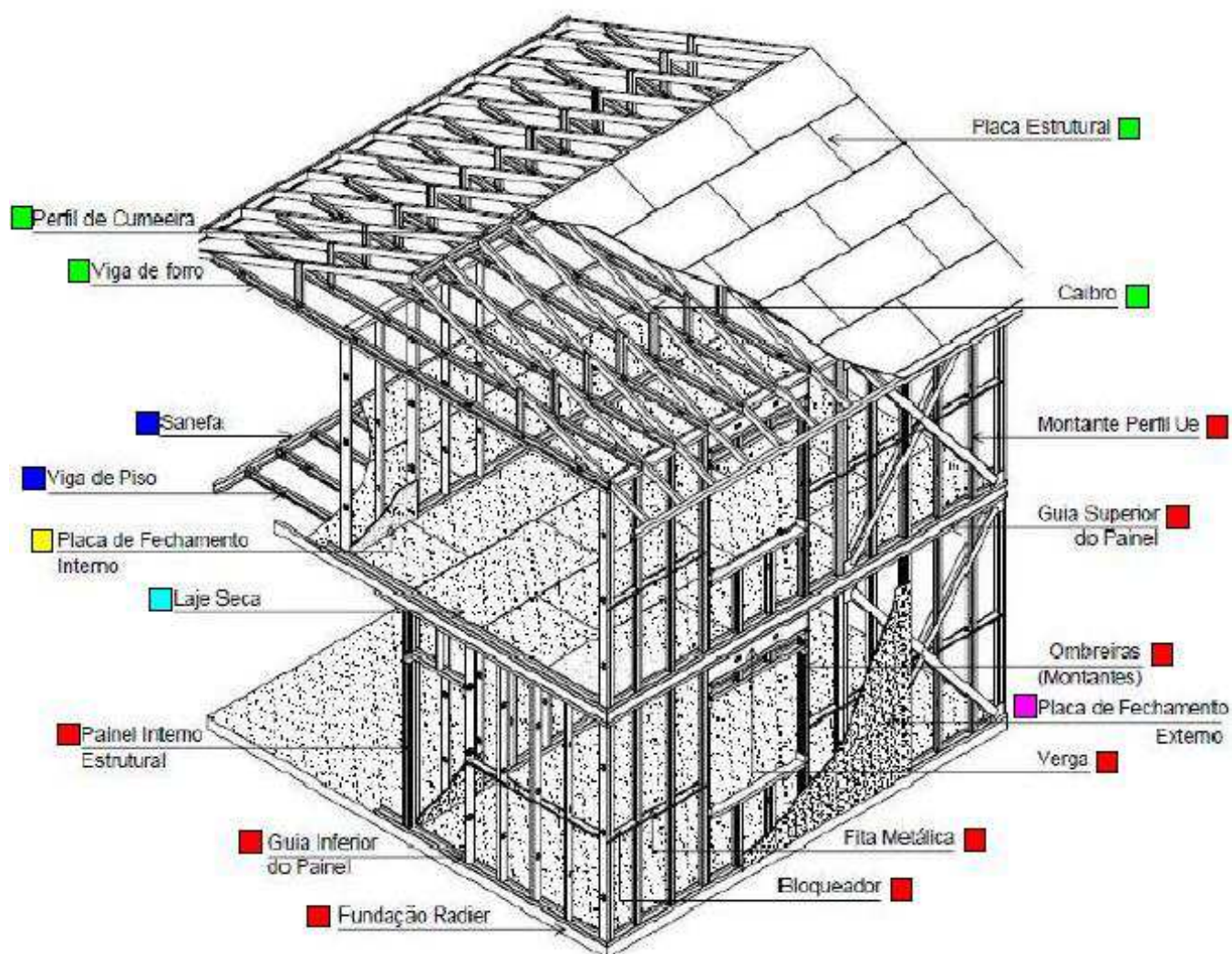
2.1 Light Steel Framing (LSF)

No Brasil ainda predominam os métodos artesanais de construção, sendo o LSF pouco conhecido (FREITAS; CRASTO, 2006). Em contrapartida a este cenário de falta de industrialização do ramo da construção civil brasileira, o LSF proporciona o desenvolvimento ao setor pela representatividade do custo e maior qualidade, além de propiciar emprego aos profissionais ligados direta ou indiretamente ao setor (SANTIAGO, 2008).

O nome *light steel framing* (LSF) refere-se ao esqueleto estrutural composto pelos perfis de aço galvanizado, de modo que, quando devidamente montados, possam agir em conjunto como um meio de resistência às cargas impostas pela edificação. É um sistema caracterizado como racionalizado, que viabiliza uma execução industrializada e seca da construção quando associado à outros subsistemas igualmente considerados racionalizados (FREITAS; CRASTO, 2006).

No que tange aos subsistemas do método construtivo LSF, Lima (2013, p. 9) relata 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 Figura 1 contextualiza alguns subsistemas do sistema construtivo LSF aplicados em uma edificação de dois pavimentos, bem como seus principais elementos.

Figura 1: Esquema do sistema LSF e seus elementos construtivos aplicados em uma construção de dois pavimentos.



TIPO DE SUBSISTEMA:

■ Estrutural	■ Vedação interna
■ Piso	■ Cobertura
■ Vedação externa	■ Laje

Fonte: Adaptado de Vivan (2011, p. 33).

De acordo com a Figura 1, o subsistema estrutural e seus elementos definem o esqueleto da edificação, sendo estes responsáveis pela distribuição dos esforços atuantes sobre a mesma para a fundação. A partir do subsistema estrutural, derivam-se todos os demais, uma vez que baseiam-se nos elementos que o compõe para sua própria estruturação. Os outros subsistemas, por sua vez, são responsáveis pelo fechamento da edificação, tanto pela vedação das paredes, quanto pelo piso e cobertura, além de melhorias das condições de habitabilidade por meio de isolamento térmico e acústico.

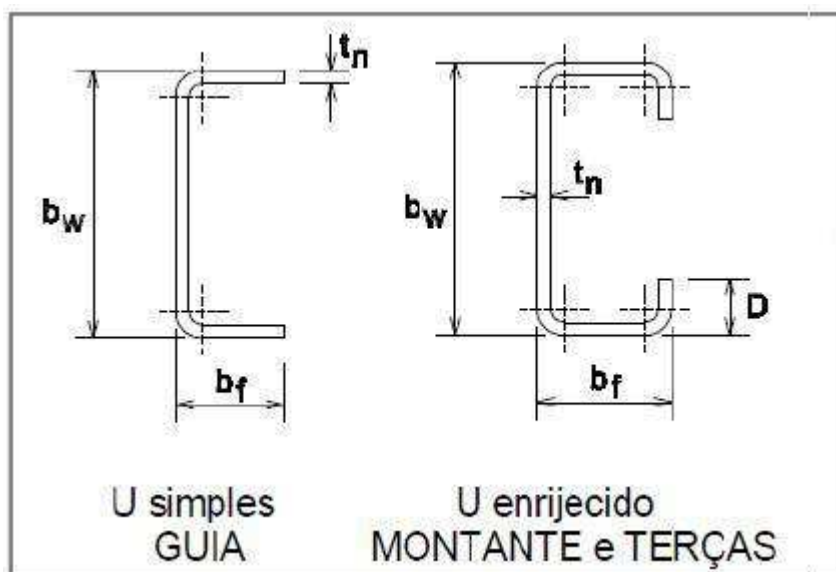
Embora seja considerada uma tecnologia recente de construção, sua origem remete ao século XIX onde, com o crescente aumento da população devido à colonização do território norte americano na época, gerou-se um súbito aumento da demanda habitacional e, por consequência, a necessidade de métodos construtivos mais rápidos e funcionais no que diz respeito à produção de residências (SANTIAGO, 2008).

O sistema construtivo LSF é baseado na utilização de perfis formados a frio de aço galvanizado como material fundamental que, quando aliados à outros elementos tais como chapas de *gousset*, fitas e bloqueadores, placas de OSB (*oriented strand board* – tiras de madeira orientada), têm finalidade no auxílio do contraventamento da construção (CAMPOS, 2014). A ligação dos perfis para a obtenção de um conjunto estrutural autoportante e que possa transmitir as cargas impostas à estrutura é, em geral, realizada por parafusos autobrocantes ou autoatarraxantes (LIMA, 2013).

O LSF consolida-se no começo do século XX, com o grande impulso na indústria ligada ao aço nos Estados Unidos. Com o fato dos perfis de aço apresentarem grande vantagem como substitutos aos de madeira como elementos estruturais e, dadas a evolução dos processos fabris de perfis formados a frio (FREITAS; CRASTO, 2006).

As principais normas que regem as especificações do material de confecção dos perfis são a ABNT NBR 10735:1989, BNR 7013:2003 e NBR 7008:2012. A ABNT NBR 6673:1981 rege a resistência mínima de escoamento dos perfis, e dita que a mesma não deve ser menor do que 230 MPa. A ABNT NBR 6355:2012, por sua vez, determina as geometrias de cada tipo de perfil utilizado no sistema estrutural da construção. A Figura 2 apresenta os principais tipos de perfis utilizados pelo sistema construtivo LSF, sua denominação e geometria.

Figura 2: Perfis usualmente utilizados em construções em LSF.



Fonte: Adaptado de Lima (2013, p. 22).

A Tabela 1 apresenta as dimensões nominais usuais de perfis de aço empregados pelo sistema construtivo LSF.

Tabela 1: Dimensões nominais usuais de perfis estruturais de aço.

DIMENSÕES	DESIGNAÇÃO	LARGURA DA ALMA OU ABA	LARGURA DA MESA OU ABA	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA
mm		mm	mm	mm
90x40	Montante	90	40	12
140x40	Montante	140	40	12
200x40	Montante	200	40	12
250x40	Montante	250	40	12
300x40	Montante	300	40	12
90x40	Guia	92	38	-
140x40	Guia	142	38	-
200x40	Guia	202	38	-
250x40	Guia	252	38	-
300x40	Guia	302	38	-

Fonte: Penna (2009, p. 34).

De acordo com Rodrigues (2006), o LSF é caracterizado como vantajoso tanto em relação ao sistema convencional de construção quanto em relação às construções com madeira pelos ganhos relacionados à redução no prazo de execução da obra e durabilidade da mesma, além da diminuição dos custos e dos índices de desperdício de material. O autor ainda afirma que o LSF apresenta maior precisão na montagem dos componentes em relação ao sistema citado, consistindo ainda de um material mais leve, reciclável, incombustível e resistente à corrosão.

Entre os pontos positivos apresentados pelo sistema LSF, Crasto (2005) relata a padronização e controles de qualidade dos produtos que constituem o sistema, a facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, facilidade de montagem, manuseio e transporte dos elementos, a durabilidade e longevidade da estrutura dado o processo de galvanização das chapas que dão forma aos perfis, construção a seco, os perfis perfurados facilitam as instalações elétricas e hidráulicas, facilidade de execução de ligações, rapidez de construção e, por fim, o fato de o aço ser 100% reciclável.

Das limitações desse sistema construtivo, tem-se a necessidade da concepção do projeto sob as diretrizes impostas pelas normas técnicas específicas para edificações estruturadas em perfis leves de aço, de modo que se possa obter uma construção leve e com a devida capacidade portante. Tem-se ainda como limitante a condição de que esse sistema construtivo é, dados os parâmetros brasileiros, adequado a edifícios de no máximo cinco pavimentos (LIMA, 2013).

Apesar de um sistema vantajoso no que diz respeito a facilidade e prazo de execução, o mesmo ainda se depara com alguns aspectos que dificultam seu desenvolvimento e aplicação no mercado brasileiro. Lima (2013) enumera alguns desses itens como a barreira cultural quanto à novos sistemas, necessidade de formação de mão de obra, a falta de reconhecimento do LSF como um sistema construtivo, sendo este ainda considerado um “sistema inovador”, a falta de uma organização setorial composta pela cadeia produtiva, empresas e profissionais objetivando a troca de experiências, bem como a divulgação da tecnologia, redução dos custos, aumento da qualidade e competitividade através do associativismo.

Os sistemas construtivos requerem, de modo geral, uma análise relacionada aos custos envolvidos à sua escolha e aplicação no processo de construir, afim de analisar a viabilidade e as possíveis vantagens obtidas pelo mesmo. Segundo Vivan (2011, p. 35) “economicamente, o LSF não é muito mais oneroso do que sistemas

tradicionais.” Por ser um sistema construtivo industrializado, permite atingir um grau de racionalização do processo de construção em que, em alguns casos, as atividades no canteiro se resumem apenas à montagem da edificação pelo posicionamento das unidades pré-fabricadas e sua interligação (CRASTO, 2005).

Sendo as construções em LSF de modo geral mais leves do que outros tipos de edificações as quais utilizam sistemas construtivos convencionais, como de alvenaria estrutural ou estruturas pré-moldadas de concreto, por exemplo, suas fundações são, também de modo geral, mais econômicas em relação às dos sistemas convencionais de construção (CAMPOS, 2014). No entanto, como os painéis distribuem as cargas impostas uniformemente para a fundação, há necessidade que a mesma seja contínua, em toda a extensão dos painéis, de base nivelada e em esquadro para seja proporcionada maior precisão na montagem da estrutura. Um tipo de laje eficiente na concepção de construções em LSF é a do tipo radier (VIVAN, 2011).

Os métodos utilizados no processo construtivo em LSF podem ser de três tipos, sendo estes: stick, por painéis e modular. No método stick, os perfis são cortados no próprio canteiro de obra e painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhado são montados no local da obra. No método por painéis, os elementos estruturais são produzidos fora do canteiro de obra, cabendo apenas o transporte e interligação dos mesmos no local da obra para que, relacionados, montem a edificação propriamente dita. No método modular, por sua vez, as unidades são completamente pré-fabricadas e apenas entregues no local da obra constando todos os acabamentos internos, onde há necessidade de apenas interligar os módulos para a obtenção da edificação (CRASTO, 2005).

Em qualquer um dos métodos utilizados para montagem da construção, é possível observar a necessidade de mão de obra qualificada, que possa exercer as operações de montagem da estrutura de acordo com as diretrizes do projeto, de modo a proporcionar segurança e eficácia à edificação quanto à sua utilização.

De acordo com Lima (2013, p.1), devido ao “[...] elevado custo da mão de obra e do aumento da autoconstrução, faz-se necessário que o light steel framing seja consolidado no Brasil como um sistema construtivo não inovador, ou seja, a solução completa para uma edificação com materiais já existentes no mercado.” Vivan (2011, p. 15) complementa que o LSF é “[...] capaz de fomentar a pesquisa e

o desenvolvimento entre os diversos agentes envolvidos com a modernização do setor.”

2.2 Placas Monolíticas de Poliestireno Expandido

O poliestireno expandido, cuja sigla internacional é designada por EPS é, de acordo com Neto (2008, p. 34) definido como um “[...] plástico celular rígido que pode se apresentar sobre diversas formas geométricas e pode desempenhar um infinidade de aplicações.” Sua utilização como material no ramo da construção civil é justificada mediante suas propriedades de isolamento térmico, baixo peso específico, além de ser um material considerado praticamente não bio-degradável e a prova d’água (GAGGINO, 2005).

No início da década de 80 surgiu na Itália um sistema construtivo composto por painéis de EPS reforçados por telas eletrosoldadas de aço que são, posteriormente, revestidas por concreto ou argamassa. Seu desenvolvimento originou-se pela percepção das vantagens do emprego do EPS como material construtivo e das necessidades impostas pelo mercado italiano na época (BERTOLDI, 2007). O sistema foi desenvolvido pela empresa Monolite e, por isto, foi designado como sistema Monolite (SOUZA, 2009).

O sistema construtivo Monolite chegou ao Brasil apenas na década de 90, quando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo atestou a credibilidade do sistema quanto à funcionalidade de seu comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade (BERTOLDI, 2007).

A utilização do sistema Monolite é justificada mediante as características em relação à redução de desperdícios do processo de construção quando em comparação com os métodos convencionais de execução de construções em concreto, além da reduzida mão de obra. O emprego dos painéis de EPS permite a racionalização dos processos de fabricação, ocorridos fora do canteiro de obras, na indústria, e sua montagem *in loco*, além da reduzida mão de obra necessária à produção dos painéis (SOUZA, 2009).

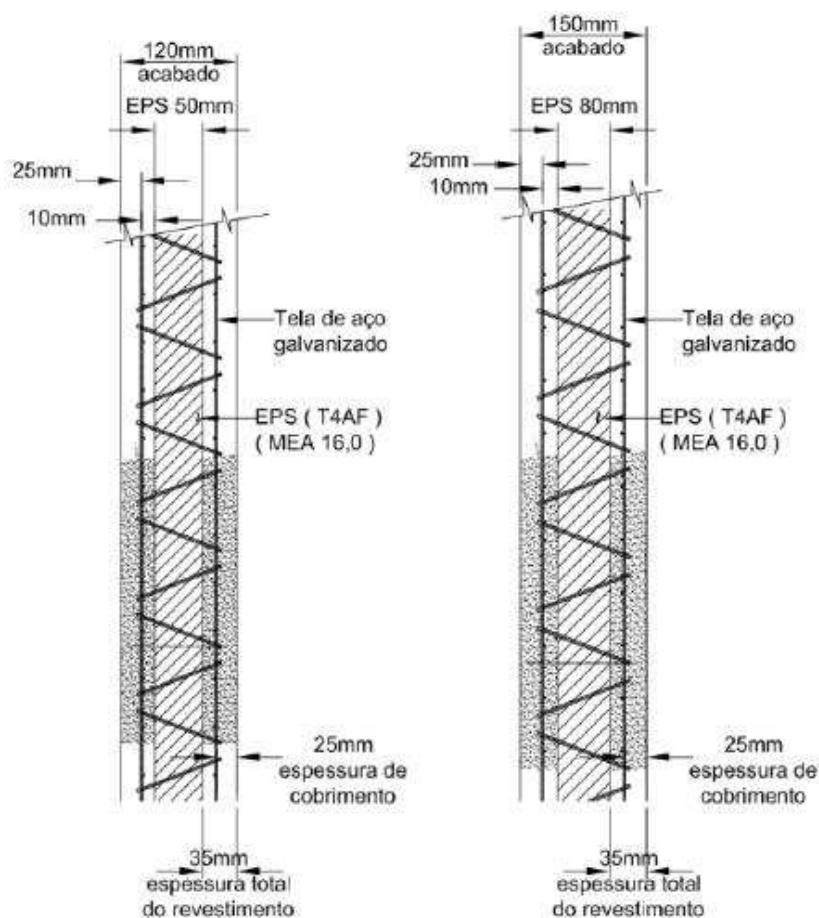
Tal sistema construtivo apresenta minimização de desperdícios e incremento do controle de execução, ocasionando aumento da qualidade na sua produção. Diminui, ainda, os custos ligados à mão de obra para aplicação, com o uso de equipamentos que possibilitam aumento da qualidade e produtividade, além de

permitir maior confiabilidade nos prazos de entrega da obra, tendo em vista o tempo reduzido de execução. O autor afirma, ainda, que o sistema baseia-se na união do processo industrial de produção dos painéis de EPS e das malhas eletrosoldadas que recebem, então, revestimento de concreto ou argamassa na própria obra (BERTOLDI, 2007).

Estes painéis são produzidos em tamanhos padronizados, e revestidos com telas eletrosoldadas que ultrapassam a largura dos mesmos, fazendo o papel de armadura após a aplicação do concreto ou argamassa e proporcionando ganhos de resistência ao conjunto autoportante, além de permitir a confecção de emendas entre painéis consecutivos. Somente quando todos os painéis são interligados e colocados corretamente em sua posição final, aplica-se o revestimento de argamassa, que varia de 2.5 cm à 3.8 cm de espessura, de cada lado do núcleo. O revestimento pode ser feito de modo convencional de emboçamento ou por meio do emprego de jateamento sob pressão por equipamentos mais modernos (BERTINI, 2002).

De acordo com Bertoldi (2007), a função estrutural do sistema Monolite é obtida pela utilização de duas malhas de aço eletrosoldadas e unidas com a utilização de conectores localizadas nas faces dos painéis de EPS. Isto proporciona também qualidade térmica e resistência à combustão dada a presença do enchimento de EPS. A Figura 3 representa esquematicamente os componentes construtivos de uma parede em corte construída com o sistema Monolite.

Figura 3: Esquema representativo dos componentes construtivos de uma parede executada por meio do sistema Monolite vista em corte.



Fonte: Monoforte (s. d., p. 3).

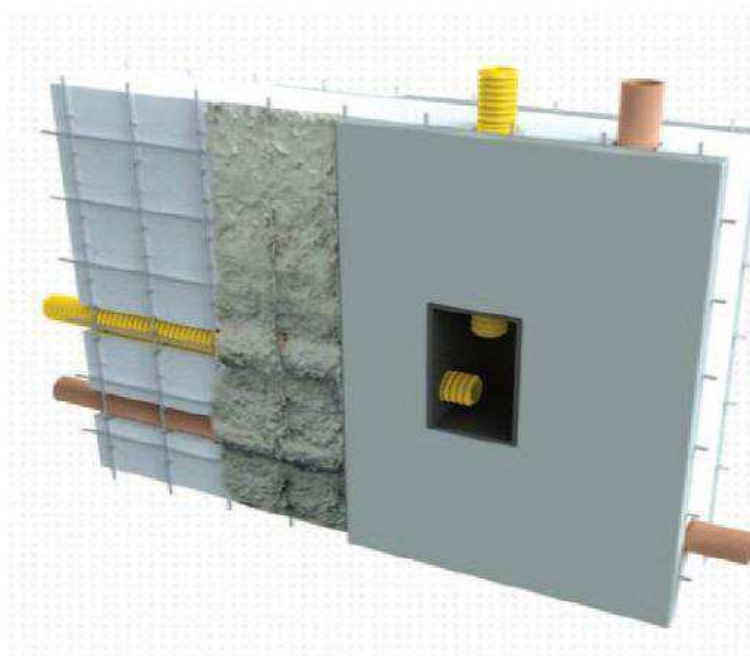
A disposição dos elementos constituintes das placas monolíticas aplicadas no sistema Monolite, ilustrada pela Figura 3, visa formar um conjunto autoportante em que a placa de EPS constitui o núcleo do mesmo. As telas eletrosoldadas de aço galvanizado que revestem o núcleo localizam-se à uma distância de 1 cm das placas de EPS e têm a função primária de proporcionar resistência ao conjunto, semelhante à função do aço no sistema construtivo em concreto armado. Sua função secundária é permitir a confecção de emendas entre placas consecutivas. O revestimento em argamassa ou microconcreto apresenta espessura variável, porém não menor do que 25 mm, e é realizado de modo a revestir o núcleo e a armadura de telas eletrosoldadas, permitindo a obtenção de um conjunto que possa resistir aos esforços impostos pela estrutura.

Das vantagens do emprego do sistema Monolite em relação aos sistemas convencionais de construção, Monoforte (s. d., p. 1) lista o menor custo, a

versatilidade e adaptabilidade a todos os estilos arquitetônicos, obtenção de uma obra limpa e seca, conforto térmico e acústico dos ambientes, facilidade de transporte em que não há necessidade de equipamentos de elevação, a capacidade estrutural, possibilidade de emprego como parede estrutural ou apenas fechamento, facilidade na interface com sistemas tradicionais e agilidade nas instalações elétricas e hidráulicas, além do sistema ser sustentável, uma vez que o EPS é 100% reciclável.

A escolha pela utilização do sistema Monolite ainda implica em redução das dimensões das fundações da obra, diminuindo custos e simplificando a execução destas, uma vez que é caracterizado pelo baixo peso próprio. Não há necessidade de recorrer a nenhum outro tipo de elemento construtivo, de forma que processos de compra de materiais são também reduzidos e simplificados, proporcionando maior controle administrativo e de execução (BERTOLDI, 2007). As etapas construtivas do sistema Monolite são representadas cronologicamente na Figura 4.

Figura 4: Representação das etapas construtivas do sistema Monolite.



Fonte: Monoforte (s. d., p. 1).

O painel de EPS envolto pelas telas eletrosoldadas é representado, pela Figura 4, em um primeiro momento com os dutos hidráulicos e elétricos, de modo à

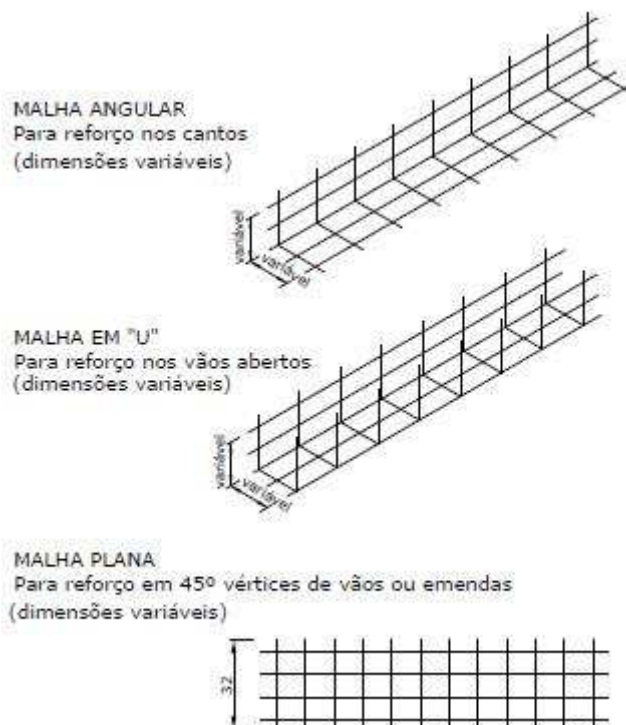
contextualizar a instalação dos mesmos, que acontecem antes do processo de revestimento ser realizado. Posteriormente, o painel recebe o revestimento de argamassa com finalidade estrutural e de cobrimento das telas soldadas. Em uma terceira etapa, é realizado um outro revestimento de argamassa, com a finalidade também estrutural e de cobrimento do conjunto, mas que permite a realização do acabamento na parede na sua forma final.

De acordo com configuração da parede, os painéis recebem ou não reforços na armadura, a fim de proporcionar a devida interligação entre os mesmos e para a estrutura como um todo. Segundo Souza (2009, p. 66):

Devem ser dispostas armaduras em ângulo para reforço dos cantos, armaduras em U para reforços de vãos abertos e armaduras planas para reforço em zona corrente ou nas emendas de painéis.

A Figura 5 representa os tipos de reforços e onde são utilizados.

Figura 5: Representação dos tipos de reforços e onde são empregados na execução da montagem dos painéis.



Fonte: Souza (2009, p. 67).

Sendo o sistema construtivo Monolite industrializado em relação à sua produção, as operações de execução em obra são basicamente contituídas pela montagem dos painéis para formação da estrutura da edificação, abertura dos sulcos nos painéis e colocação dos dutos elétricos e hidráulicos, além do revestimento dos mesmos com argamassa de modo manual ou projetada (SOUZA, 2009). Com isso, os materiais utilizados nesse tipo de sistema construtivo remetem basicamente aos que envolvem os processos de fixação, passagem de dutos e revestimento dos painéis em obra.

Para a realização das amarrações das telas e demais elementos estruturais na montagem dos painéis em obra e execução das emendas dos reforços, é necessária a utilização de arames e alicates, de modo manual, ou grampeadoras pneumáticas, caso a execução do serviço seja de modo mecanizado, sendo que este último proporciona maior produtividade e padronização na fixação. Nas operações de abertura dos sulcos de passagem das tubulações hidráulicas e elétricas, é utilizado como ferramenta auxiliar o soprador térmico que, ao soprar ar quente sobre o EPS, provoca a contração do mesmo, permitindo a obtenção dos canais de passagem para a tubulação (SOUZA, 2009).

Souza (2009) afirma, ainda, que na execução da operação de revestimento dos painéis com argamassa, há possibilidade de utilização de rebocadora pneumática em detrimento do processo convencional realizado manualmente, sendo que a sua utilização justifica-se pelo aumento em até 30 vezes na produtividade em relação ao processo manual, além de economia na execução do revestimento e aumento da qualidade do mesmo.

No que diz respeito à mão de obra para execução dos processos relacionados ao sistema construtivo Monolite, Bertoldi (2007, p. 44) relata que “pelas características do processo e por sua simplicidade, não requer uma mão de obra especializada.” O autor ainda afirma que o transporte do material da indústria de confecção até o canteiro de obras apresenta facilidade devido à leveza e facilidade de manuseio do material.

O sistema construtivo Monolite permite a construção de obras de até quatro pavimentos, as quais utilizam painéis simples de modo estrutural. Para obras de alturas maiores, utilizam-se painéis duplos em que, em seu interior, recebem armaduras adicionais para que, posteriormente, recebam preenchimento com concreto. Para este caso, as placas de EPS servem como um tipo de fôrma para a

estrutura de concreto armado, permitindo a construção de edificações de vários pavimentos (BERTOLDI, 2007).

2.3 Considerações do Capítulo

Ambos os sistemas construtivos LSF e Monolite podem ser caracterizados como racionalizados e industrializados, onde o emprego de técnicas industriais é presente tanto na execução dos processos quanto na produção dos elementos construtivos que dão forma à edificação.

Os sistemas construtivos diferem-se entre si nas características relacionadas à sua composição e implantação. O Quadro 2 contextualiza as diferenças entre os sistemas construtivos LSF e Monolite no que diz respeito às suas características.

Quadro 2: Características dos sistemas construtivos LSF e Monolite

CARACTERÍSTICA	SISTEMA CONSTRUTIVO	
	LSF	MONOLITE
Materiais	Perfis laminados de aço galvanizado, placas de vedação (de gesso acartonado ou outro material), placas de OSB (<i>oriented stranded board</i>), chapas de gousset, bloqueadores e fitas metálicas, parafusos autoperfurantes e autoatarraxantes	Placas de poliestireno expandido revestidas por telas eletrosoldadas de aço, concreto, argamassa
Dimensões	Padrão médio: largura 1200mm x comprimento 2400 a 3000mm	Padrão médio: 100x1000x2600mm
Equipamentos	Parafusadeira, serra circular	Arames e alicates ou grampeadores pneumáticos, soprador térmico, rebocadora pneumática
Mão de obra	Requer mão de obra especializada	Não requer mão de obra especializada

CARACTERÍSTICA	SISTEMA CONSTRUTIVO	
	LSF	MONOLITE
Limitações	Necessidade de utilização de fundações do tipo contínua (<i>radier</i>), adequado à edifícios de no máximo cinco pavimentos, deve ser projetado conforme as normas técnicas específicas de edificações estruturadas em perfis leves de aço.	Necessidade de utilização de fundações do tipo contínua (<i>radier</i>), construção de edifícios de até 4 pavimentos, necessidade de integração de outros sistemas construtivos para edificações maiores do que 4 pavimentos
Vantagens	Rapidez de construção, diminuição dos índices de desperdício de materiais, padronização e facilidade de montagem dos componentes, facilitação da passagem das instalações hidráulicas e elétricas, diminuição das dimensões da fundação devido ao menor peso da obra acabada.	Minimização de desperdícios de materiais, maior confiabilidade dos prazos de entrega da obra devido ao reduzido tempo de execução, conforto térmico e acústico, obra limpa e seca, agilidade nas instalações elétricas e hidráulicas, EPS é um material reciclável, diminuição das dimensões da fundação devido à maior leveza da edificação finalizada.

Fonte: Adaptado de Campos (2014), Lima (2013), Bertoldi (2007), Crasto (2005), Souza (2009), Penna (2009), Rodrigues (2006), Monoforte (s.d.), Lima (2013).

A partir da análise do Quadro 2 indica-se que o sistema Monolite é, de modo geral, mais simples quanto aos materiais utilizados e à sua execução, sendo que não requer o emprego de mão de obra especializada. Constata-se também que o sistema LSF apresenta uma gama de materiais maior que o sistema Monolite, em que os componentes baseiam-se no encaixe direto a partir de parafusos e placas de gousset, havendo então necessidade de especialização da mão de obra para a realização das atividades.

No que tange às dimensões dos componentes dos sistemas, as medidas apresentadas são as referentes aos padrões médios de fabricação na indústria, de acordo com os autores, e podem sofrer alterações de acordo com o projeto à qual será aplicado cada um dos sistemas construtivos.

Os equipamentos necessários à execução da obra são, de modo geral, simples e de pequeno porte, facilitando o transporte e manuseio dentro do canteiro de obras e dispensando, a princípio, a utilização de maquinário de grande porte, diminuindo os custos relacionados aos equipamentos.

Das limitações de cada um dos sistemas construtivos tem-se que estas restringem as edificações quanto ao porte, de modo que apresentem no máximo 5 pavimentos para o LSF e 4 pavimentos para a execução a partir do sistema Monolite, além de que há necessidade de assentamento sobre uma fundação do tipo contínua, sendo o *radier* o tipo mais indicado.

No que diz respeito às vantagens da utilização do LSF e Monolite como sistema construtivo, tem-se basicamente os preceitos dados por sistemas considerados industrializados, tais como a padronização de componentes, agilização de processos de montagem e por consequência redução do prazo final de entrega da obra, obra mais limpa e seca e redução de desperdício de materiais.

A relação de custos dá-se, também, como um fator impactante na escolha do sistema construtivo a ser aplicado na construção. O levantamento dos custos envolventes ao processo construtivo da edificação é variável dentre os diferentes sistemas construtivos, uma vez que depende diretamente de suas características. Tomar conhecimento destes nas diferentes etapas da construção, seus insumos e serviços é, portanto, otimizar os valores de execução da obra e permitir maior acessibilidade do consumidor final.

3 CUSTOS NO RAMO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O levantamento estimativo dos custos relacionados à execução de um empreendimento é decisivo às tomadas de decisões à exequibilidade da obra e suas especificações. Portanto, torna-se necessário o conhecimento dos custos envolvidos na construção antes da elaboração de seus projetos detalhados. Na elaboração de uma estimativa de custos e seus obstáculos, Losso (1995, p. 5) afirma que:

[...] é frequente a constatação de que esta deverá basear-se única e exclusivamente no projeto arquitetônico, encontrando aí um primeiro obstáculo para a utilização das composições unitárias para diversos serviços. Isso pode ser contornado através do conhecimento de dados de obras semelhantes executadas pela empresa e de uma sistemática de comparação entre as obras já executadas e a obra em questão.

A quantificação de insumos e levantamento prévio dos custos é, portanto, uma ferramenta no ramo da construção civil que permite uma noção aproximada da onerosidade da obra, possibilitando um estudo de viabilidade de sua construção.

A definição dos custos a partir do estudo de viabilidade não pode, porém, ser garantida sem que haja um acompanhamento da execução do projeto, conforme as diretrizes e parâmetros adotados na definição dos custos (GONÇALVES, 2011).

O levantamento prévio dos custos de uma obra permite, ainda, determinar quais parâmetros impactam nos gastos de execução, indicando alternativas a serem adotadas visando a sua diminuição, tais como: substituição de materiais, emprego de diferentes sistemas construtivos, entre outros.

De acordo com Formoso (1986, p. 15): “qualquer obra de construção civil tem seus custos classificados em dois grandes grupos: custos diretos e indiretos.”

Os custos diretos de uma obra de construção civil são definidos por Formoso (1986, p. 15) como: “[...] aqueles que podem ser associados a um serviço específico no canteiro de obras. Estão associados a três categorias de insumos: materiais de construção, mão de obra e equipamentos.” O autor ainda aponta que as categorias relacionadas aos materiais de construção e mão de obra correspondem à parcela mais significativa dos custos diretos da obra.

Gonçalves (2011, p. 31) define custo direto como sendo:

[...] aquele que possui relação direta com as áreas de construção, o padrão do empreendimento, o programa da edificação, características geométricas do terreno, altura da edificação, etc., e reflete os custos de materiais e serviços que ficarão incorporados à construção.

Os custos diretos correspondem, portanto, à maior parte do valor total de execução da obra. A diminuição dos custos diretos é, portanto, uma ferramenta que permite minimizar o valor da obra de maneira global. A redução dos custos depende, de modo geral, da análise de um amplo conjunto de variáveis, tais como: eficiência, aspectos construtivos, especificações, prazo de construção etc., que visam a obtenção de custos mais próximos ao desejado, sem que haja, necessariamente, a diminuição das áreas construídas ou depreciação da qualidade dos materiais empregados (GONÇALVES, 2011).

Gonçalves (2011, p. 31) conceitua custo indireto como:

[...] aquele influenciado pelo prazo da obra, que varia por patamar e também depende da área construída, e está mais relacionado ao custo do canteiro de obra (administrativo e infraestrutura de produção, consumos de energia e água, proteções de segurança, etc.), os quais representam insumos que não são fisicamente incorporados na obra.

Formoso (1986, p. 16), por sua vez, define custos indiretos como sendo:

[...] aqueles que não podem ser relacionados ao processo produtivo de uma forma intrínseca. [...] Estes custos estão associados a um numeroso conjunto de insumos, os quais são classificados sob alguns títulos, tais como: administração do canteiro, taxas, administração do escritório central, aluguéis, financiamentos, etc.

Valentini (2009) reforça que os custos indiretos não são aplicados nos serviços que constam no escopo do projeto, mas que são parte compreendidos na valorização dos custos da obra mesmo que não considerados nos cálculos das composições de custos unitários (CPU's).

Tendo em vista tais conceitos, pode-se dizer, portanto, que os custos indiretos estão relacionados, no ramo da construção civil, aos insumos que visam estabelecer as condições necessárias para a devida execução da obra, sem que estejam diretamente incorporados fisicamente à mesma.

No que diz respeito à economia na construção de edificações, analisa-se desde sua fase de concepção, ou seja, na fase de projeto e anteprojeto, em procedimentos simples e racionais, tais como: a organização racional do espaço, o dimensionamento rigoroso dos componentes, o estudo da disposição dos

compartimentos e a observação de regras geométricas (ROSSO, 1978, MASCARÓ, 1985; HIROTA, 1989; OLIVEIRA, 1990; LOSSO, 1995).

A determinação das variáveis referentes aos custos de produção de uma HIS é uma das partes básicas de projeto, uma vez que permite o estudo de viabilidade econômica da obra por meio da análise dos fatores que influenciam diretamente sobre sua concepção e preço final. Definir os valores das composições relativas à produção de uma HIS é importante para analisar quais medidas econômicas podem ser definidas, visando a diminuição do preço de repasse ao consumidor final, sem que interfiram na funcionalidade da obra.

Para tanto, neste trabalho, a análise de aborda os custos diretos do processo executivo por meio dos insumos e considerando apenas o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) para estes como custo indireto. Dentre os custos diretos, ainda, somente são investigados os insumos referentes aos materiais de construção propriamente ditos, excluindo mão de obra e equipamentos na contagem final de preço obtida.

Os levantamentos dos preços dos componentes são determinados por meio da utilização de valores de referência para estes, 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 julho de 2016.

Os catálogos de referência relacionam os preços unitários dos componentes de construção da HIS e, a partir da quantificação destes, determinam os preços totais de cada tipo de insumo para obtenção do custo final da obra. No que tange aos catálogos SINAPI, os valores de referência são apresentados para custear a obra em concreto armado em que todos os itens de execução podem ser encontrados nas planilhas referentes à insumos ou composições. Sua utilização dá-se também para itens que sejam de comum emprego em todos os sistemas construtivos avaliados, sejam estes: portas, janelas, forros, entre outros, de modo que a comparação de preços para a HIS construída pelos diferentes métodos construtivos tenha uma fonte única de dados para esses componentes.

Na investigação dos insumos relativos à execução da parte estrutural da HIS a partir dos sistemas construtivos LSF e Monolite foram utilizados dados de preços exercidos pelas empresas Smart Sistemas Construtivos e Termotécnica, uma vez que seus componentes não constavam nas planilhas SINAPI.

4 ESTUDO DE CASO: HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL – HIS

A COHAB/SC é uma instituição que destina-se à produção e comercialização de moradias para a população no estado de Santa Catarina, visando proporcionar habitações mais acessíveis à mesma, de modo à reduzir o déficit habitacional no estado. A companhia tem sua funcionalidade ligada aos diferentes vetores do ramo habitacional, contemplando os processos de aquisição e legalização de áreas, estudos técnicos, projetos, captação de recursos, convênios e contratos, acompanhamento e fiscalização de obras e serviços, bem como a comercialização de imóveis e acompanhamento sócio-comunitário (COHAB/SC, 2016).

O memorial descritivo de projeto para a HIS estudada contempla os deveres do executor da obra, bem como as diretrizes para que o processo construtivo dê-se de modo à preservar as melhores condições de habitabilidade na entrega da obra finalizada, onde esta deve encontrar-se obedecendo às boas técnicas e de acordo com as normas da ABNT e das concessionárias locais.

O presente trabalho visa, por meio de levantamento das quantidades dos insumos necessários ao processo executivo de uma HIS de 43,00 m² pela COHAB/SC, determinar o preço total para implantação desta a partir do método originalmente empregado em concreto armado e compará-lo à outros dois sistemas construtivos considerados industrializados para que se possa estudar a viabilidade destes como opção à condição empregada atualmente na construção das habitações.

A quantificação dos materiais, com excessão do projeto original, foi obtida por meio da definição de novos projetos para a HIS de modo a respeitar as condicionantes impostas pelos sistemas construtivos industrializados estudados, porém procurando manter ao máximo as dimensões e características do projeto original, a fim de proporcionar uma comparação confiável entre os mesmos.

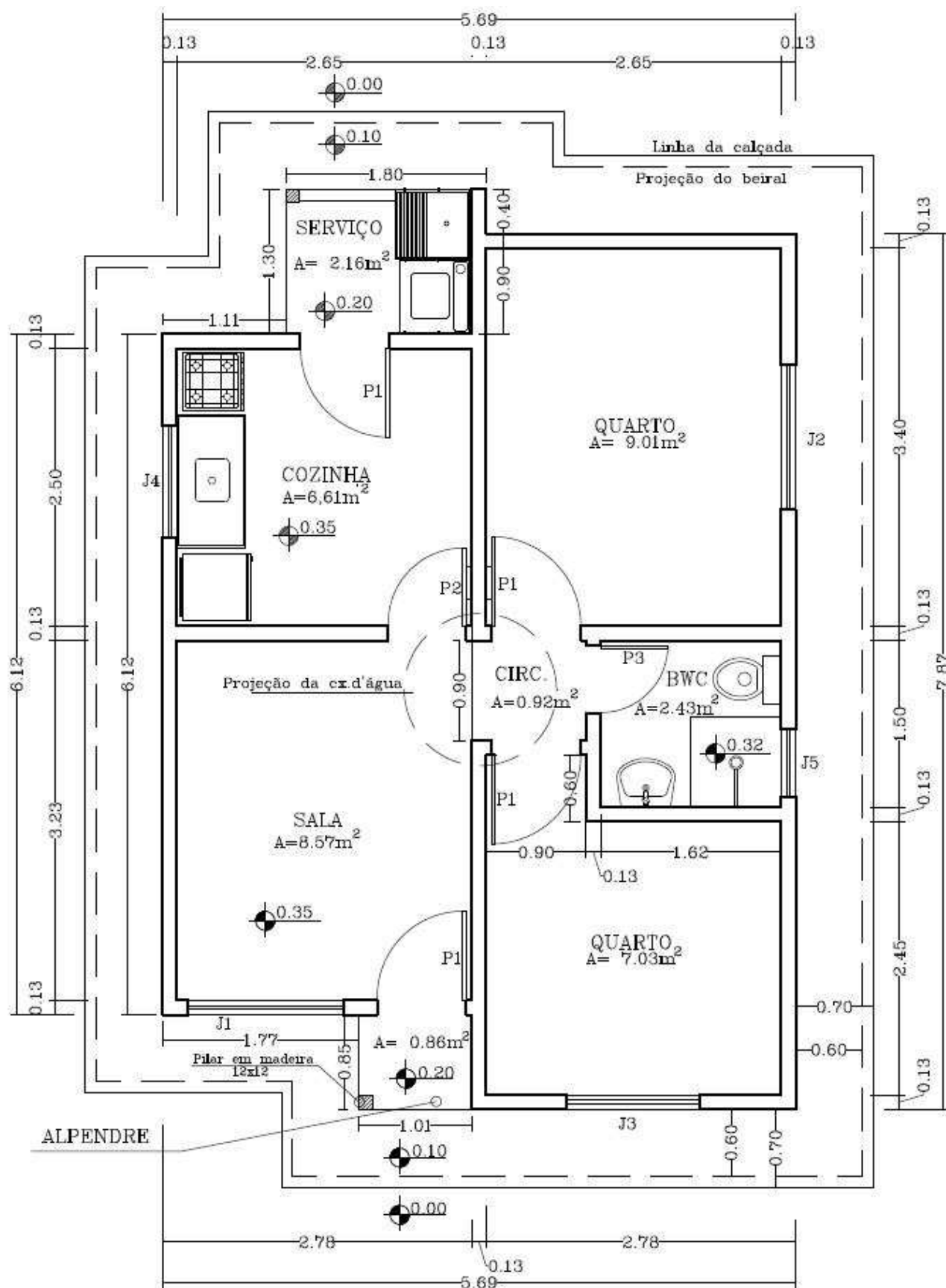
Para levantamento das quantidades de insumos foram utilizados os softwares AutoCAD e SketchUp. O primeiro teve seu uso ligado aos projetos em planta, em que a definição das novas dimensões e modulações era necessária. O segundo, por sua vez, teve seu emprego justificado mediante a facilidade de representação dos componentes e de sua disposição na estrutura da HIS,

permitindo maior confiabilidade na quantificação e obtenção das informações pertinentes para aquisição da planilha final de preços para a residência.

4.1 Definições e Características do Projeto Original

O projeto da HIS analisada prevê uma área construída de de 43,00 m², distribuída em seis cômodos internos, sendo estes: uma sala, uma cozinha, uma área de circulação, dois quartos e um banheiro. O projeto contempla, ainda, duas áreas externas: uma alpendre de entrada e uma área de serviço. A Figura 6 apresenta o projeto em planta original da COHAB/SC para a HIS estudada, suas cotas em metros e elementos constituintes, enquanto a Tabela 2 contextualiza a divisão das áreas úteis da mesma.

Figura 6: Projeto original da HIS em planta – sem escala.



Fonte: COHAB/SC (2002).

Tabela 2: Divisão das áreas úteis da HIS estudada.

CÔMODO	ÁREA (m ²)
Alpêndre	0,86
Sala	8,57
Área de circulação	0,92
Quarto I	7,03
BWC	2,43
Cozinha	6,61
Quarto II	9,01
Área de serviço	2,16
TOTAL	37,59

Fonte: COHAB/SC (2002), adaptado pelo autor (2016).

De acordo com a Tabela 6, as paredes externas e internas da HIS têm espessura de 13 cm quando finalizadas, determinando uma redução da área construída de 43 m² para uma área efetiva de utilização de 37,59 m², conforme é explicitado na

Tabela 2, com as áreas de cada um dos cômodos da residência.

Conforme o memorial descritivo do projeto, o sistema construtivo empregado na execução da HIS é o concreto armado com a utilização de cintas de amarração para a alvenaria. Vergas e contravergas de concreto são empregadas nas aberturas de portas e janelas, melhorando a distribuição das cargas ocasionadas pelos vãos. A Figura 7 indica a disposição da cinta de amarração e das vergas e contravergas em uma estrutura de alvenaria.

Figura 7: Cinta de amarração e verga e contra verga em uma estrutura.



Fonte: Ceramicacity (2014), adaptado pelo autor (2016).

Quanto aos elementos estruturais, tais como os pilares, as cintas de amarração e as vergas, o memorial descritivo de projeto determina, ainda, que devem ser executados utilizando concreto que apresente resistência de 15 MPa após 28 dias de cura. Para as paredes, é designada uma espessura final de 13 cm e, para a execução das mesmas, o emprego de tijolos de seis furos do tipo pesado e de dimensões 10x15x20 cm, assentados uns sobre os outros com argamassa (COHAB/SC, s. d. a).

A quantificação dos materiais utilizados para a execução da HIS a partir do sistema construtivo em concreto armado é apresentada pela Tabela 3. A fundação, originalmente do tipo sapatas e baldrame, não foi considerada na quantificação pois, para efeitos de posterior comparação, não se aplica aos sistemas construtivos LSF e Monolite, devendo esta ser do tipo fundação corrida (radier).

Tabela 3: Quantificação de materiais para a construção da HIS a partir do projeto original em concreto armado.

	ITEM	QUANTIDADE	UNIDADE
ALVENARIA E ESTRUTURA	Alvenaria de tijolos com 6 furos - espessura 10cm	116,19	m ²
	Fôrma de tábuas para cintas e pilares	27,80	m ²
	Armadura CA-50 média - 8,0mm	53,70	kg
	Armadura CA-50 média - 6,3mm	20,92	kg
	Armadura CA-60 fina - 4,2 mm	24,22	kg
	Vergas e contravergas de concreto armado	0,10	m ³
	Pilar de madeira de lei - 12x12 cm	5,00	unid.
ESQUADRIAS E FERRAGENS	Janela de alumínio de correr	4,68	m ²
	Janela de alumínio basculante	1,36	m ²
	Porta lisa madeira interna 0,60x2,10 m	1,00	unid.
	Porta lisa madeira interna 0,70x2,10 m	1,00	unid.
	Porta lisa madeira interna 0,80x2,10 m	2,00	unid.
	Porta externa madeira maciça 0,80x2,10m	2,00	unid.
	Fechadura completa para banheiro	1,00	unid.
	Fechadura completa para exterior	2,00	unid.
	Fechadura completa para interior	3,00	unid.
	Dobradiça de 3"	12,00	unid.
	Dobradiça de 3½"	6,00	unid.
REVESTIMENTOS	Chapisco 1:3 - espessura 5mm	209,48	m ²
	Reboco - traço 1:2:9	231,67	m ²
	Azulejo 20x20cm a prumo com rejunte	27,60	m ²
	Peitoril de cimento alisado	5,50	m

	ITEM	QUANTIDADE	UNIDADE
FORROS	Forro com lambri de pinus	34,58	m ²
	Meia cana de pinus	55,66	m
	Aba de madeira de lei - 18 cm	41,44	m
	Forro com lambri madeira de lei	25,52	m ²
	Meia cana de lei	34,64	m
COBERTURA	Estrutura madeira de lei para telha cerâmica	61,29	m ²
	Cobertura com telha tipo francesa	61,29	m ²
	Cumeeira para telha cerâmica	12,17	m
	Rufo de alumínio	7,20	m
VIDROS	Vidro liso 3,0mm - colocado	5,68	m ²
	Vidro fantasia 3,0mm - colocado	0,36	m ²

Fonte: COHAB/SC (s. d. b), adaptado pelo autor (2016).

Com base nos itens apresentados na Tabela 3, obtém-se os preços dos insumos para cada um dos subsistemas da HIS. Para a aplicação dos catálogos SINAPI foram necessárias desconSIDerações ou adaptações de alguns componentes devido à estes não apresentarem-se contabilizados nas planilhas de referências de custos. A Tabela 4 contextualiza os insumos alterados para utilização dos catálogos SINAPI bem como os componentes desconSIDerados por não constarem no mesmo.

Tabela 4: Relação dos insumos alterados ou desconSIDerados para emprego dos catálogos de referência SINAPI.

INSUMOS DO QUANTITATIVO ORIGINAL		INSUMOS ADAPTADOS PARA UTILIZAÇÃO DOS CATÁLOGOS SINAPI	
Nomenclatura do Insumo	Unidade	Nomenclatura do Insumo	Unidade
Alvenaria de tijolos com 6 furos - espessura 10 cm	m ²	Alvenaria de tijolos com 6 furos - espessura 9 cm	unid.
Vergas e contravergas de concreto armado	m ³	Verga pré-moldada para portas	m
		Verga pré-moldada para portas	m
		Contraverga para janelas	m
Pilar de madeira de lei 12x12 cm	unid.	Pilar de madeira de lei 15x15 cm	m
Janela de alumínio de correr	m ²	Janela de alumínio de correr 1,20x1,50 m	unid.
		Janela de alumínio de correr 1,20x1,20 m	unid.
Janela de alumínio basculante	m ²	Janela de alumínio basculante 80x60 cm	unid.
		Janela de alumínio basculante 1,00x1,00 m	unid.
Reboco - traço 1:2:9	m ²	Pasta de cimento Portland - espessura 1 mm	m ²
Vidro liso 3,0 mm - colocado	m ²	Vidro liso 3,0 mm - não colocado	m ²
Vidro fantasia 3,0 mm - colocado	m ²	Vidro cristal 4,0 mm - não colocado	m ²

INSUMOS DO QUANTITATIVO ORIGINAL DESCONSIDERADOS POR NÃO CONSTAREM NO SINAPI	
Azulejo 20x20 cm a prumo com rejunte	m ²
Aba de madeira de lei - 18 cm	m
Estrutura de madeira de lei para telha cerâmica	m ²

Fonte: Autor (2016).

Os itens adaptados da Tabela 4 tiveram como critério de equivalência insumos que melhor se enquadrassem dentre os vigentes no quantitativo original, considerando critérios dimensionais e de materiais. Como por exemplo o caso das janelas, em que estas são quantificadas originalmente em metros quadrados, mas para utilização das planilhas SINAPI foram convertidas para metros. Esta conversão de unidades foi baseada nos preceitos do projeto, contabilizando as exatas dimensões das janelas que constam na HIS original.

O mesmo foi realizado para os demais insumos adaptados para uso do SINAPI como referência de custos, em que foram necessárias conversões de unidades ou correlações com outros itens. Para esse último caso, o critério de equivalência foi a similaridade ou funcionalidade do componente na construção.

Considerando os itens constantes no quantitativo original do projeto e as adaptações ou desconsiderações impostas para os mesmos, tem-se uma nova relação de componentes para a execução da HIS. A partir dessa nova listagem de insumos é possível obter-se os preços totais por meio do emprego do SINAPI como referência na determinação dos preços unitários dos mesmos, em que estes dão-se já acrescidos de ICMS com alíquota de 17% para o estado de Santa Catarina. A Tabela 5 apresenta os preços unitários e quantidades de cada insumo utilizado na execução da HIS estudada, bem como o preço final para a obra final.

Tabela 5: Levantamento de quantidades e preços dos insumos para a HIS executada em concreto armado.

	INSUMO	QTDE	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
ALVENARIA E ESTRUTURA	Alvenaria de tijolos com 6 furos - espessura 9cm	4368	unid.	0,35	1528,82
	Fôrma de tábuas para cintas e pilares	27,80	m ²	18,49	514,02
	Armadura CA-50 média - 8,0mm	53,70	kg	4,61	247,56
	Armadura CA-50 média - 6,3mm	20,92	kg	4,10	85,77
	Armadura CA-60 fina - 4,2 mm	24,22	kg	3,89	94,22
	Verga pré-moldada para portas	6,00	m	18,47	110,82
	Verga pré-moldada para janelas	5,00	m	24,22	121,10
	Contraverga para janelas	5,00	m	23,88	119,40
	Pilar de madeira de lei - 15x15 cm	5,50	m	69,55	382,53
ESQUADRIAS E FERRAGENS	Janela de alumínio de correr 1,20x1,50 m	2,00	unid.	501,25	1002,50
	Janela de alumínio de correr 1,20x1,20 m	1,00	unid.	424,14	424,14
	Janela de alumínio basculante 80x60 cm	1,00	unid.	162,26	162,26
	Janela de alumínio basculante 1,00x1,00 m	1,00	unid.	281,49	281,49
	Porta lisa madeira interna 0,60x2,10 m	1,00	unid.	58,34	58,34
	Porta lisa madeira interna 0,70x2,10 m	1,00	unid.	60,27	60,27
	Porta lisa madeira interna 0,80x2,10 m	2,00	unid.	62,21	124,42
	Porta externa madeira maciça 0,80x2,10m	2,00	unid.	98,10	196,20
	Fechadura completa para banheiro	1,00	unid.	28,83	28,83
	Fechadura completa para exterior	2,00	unid.	38,53	77,06
	Fechadura completa para interior	3,00	unid.	31,15	93,45
	Dobradiça de 3"	12,00	unid.	6,82	81,84
	Dobradiça de 3½"	6,00	unid.	14,70	88,20
REVEST.	Chapisco 1:3 - espessura 5mm	209,48	m ²	6,98	1462,17
	Pasta de cimento Portland - espessura 1mm	231,67	m ²	0,85	196,92
	Peitoril de cimento alisado	36,67	m	23,85	874,50

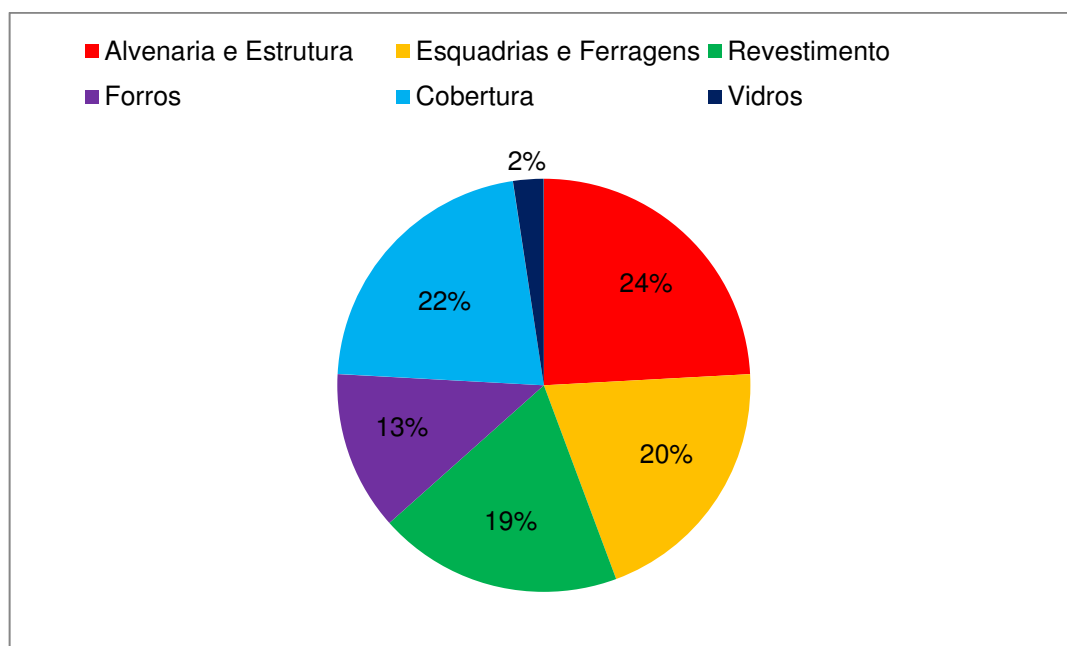
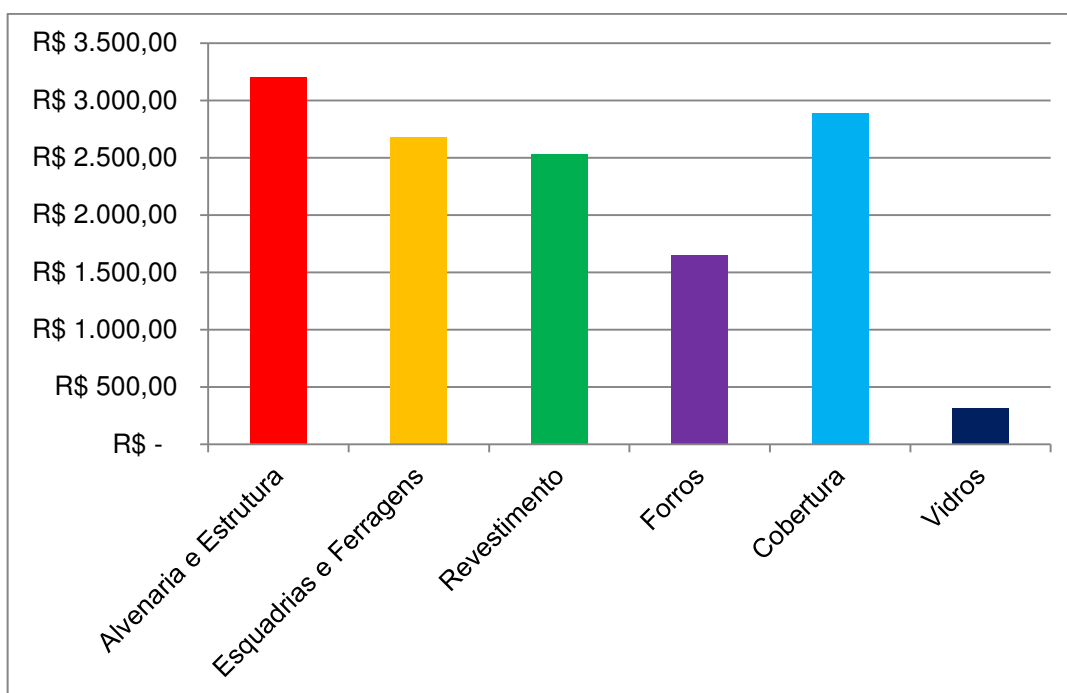
INSUMO		QTDE	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
FORROS	Forro com lambri de pinus	34,58	m ²	12,60	435,71
	Meia cana de pinus	55,66	m	1,81	100,74
	Forro com lambri madeira de lei	25,52	m ²	39,70	1013,14
	Meia cana de lei	34,64	m	3,00	103,92
COBERT.	Cobertura com telha tipo francesa - rend. 16 telhas/m ²	981	unid.	2,25	2206,44
	Cumeeira para telha cerâmica - rend. 3 telhas/m ²	30	unid.	3,62	107,45
	Rufo de alumínio	7,20	m	79,33	571,18
VIDR.	Vidro liso 3,0mm - não colocado	5,68	m ²	51,00	289,68
	Vidro cristal 4,0mm- não colocado	0,36	m ²	79,33	28,56
				PREÇO TOTAL INSUMOS (R\$)	15.264,69

Fonte: Autor (2016).

Da Tabela 5 tem-se um valor final para a construção da HIS pelo método originalmente proposto em concreto armado de R\$ 15.264,69, em que este encontra-se com alíquota de 17% de ICMS para os insumos, conforme a metodologia empregada pelos catálogos de referência de preços SINAPI. O valor final da obra já considera, ainda, um acréscimo de 15% referente à margem de erro para um orçamento expedito (AVILA; LIBRELOTTO; LOPES, 2003).

Como a obtenção dos valores para os insumos envoltos ao processo construtivo da HIS considera a segmentação desta em diferentes subsistemas, é possível a partir da Tabela 5, gerar uma relação dos montantes de cada um destes, de modo a determinar o seu comportamento relacionado a onerosidade da obra e qual a parcela de contribuição em relação ao valor final da HIS. A representação da relação dos subsistemas é demonstrada pela Figura 8 em que são contextualizados, primeiramente, os valores brutos obtidos para os diferentes subsistemas da residência, e posteriormente quanto cada um destes contribui, em porcentagem, no valor final de execução da obra.

Figura 8: Representação dos preços dos subsistemas da HIS em concreto armado.



Fonte: Autor (2016).

Dos dados apresentados na Figura 8 tem-se que, de modo geral, não há muita disparidade em termos de preço entre os diferentes subsistemas, somente quando relacionado aos vidros, uma vez que no levantamento de quantidades são

referenciados apenas dois materiais para este, o que explica a grande diferença em relação aos demais.

O subsistema de alvenaria e estrutura apresenta maior onerosidade dentre todos, tendo sua parcela de contribuição igual a 24% do valor total da obra. Este fato dá-se pelo emprego de maior volume de materiais onde, mesmo que estes apresentem de modo geral valores unitários baixos, acabam por elevar o custo final relacionado aos insumos deste subsistema.

Observa-se, ainda, montantes consideráveis para os subsistemas de cobertura, esquadrias e ferragens e revestimento. No que tange às esquadrias e ferragens, esse fato dá-se pelo maior valor unitário apresentado para os insumos, enquanto que para os subsistemas de cobertura e revestimento a condição apresentada é a mesma para a alvenaria e estrutura, onde os itens apresentam, de modo geral, baixos preços unitários mas a utilização de grandes volumes ocasiona aumento do preço final.

4.2 Aplicação do Sistema Construtivo LSF

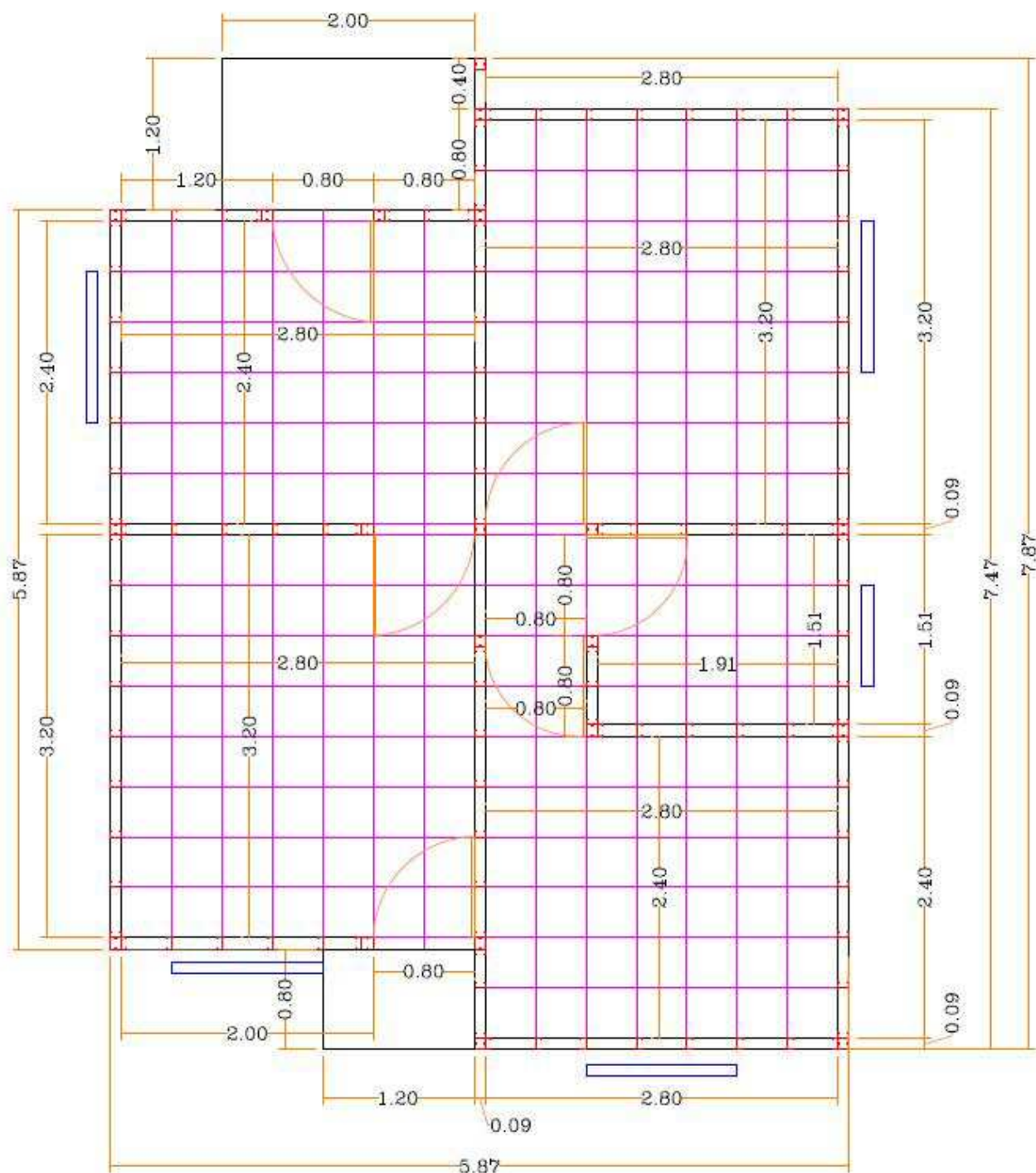
A aplicação do sistema construtivo LSF no projeto da HIS implica na alteração do projeto em alguns aspectos, doravante às características do sistema construtivo quando comparado ao original.

Algumas das condições para o emprego desse arranjo construtivo são relacionadas à adoção de uma modulação que respeite as particularidades do mesmo, visando proporcionar maior industrialização para a obra, considerando o espaçamento máximo de 60 cm entre os perfis estruturais.

Na HIS analisada foi adotada uma malha de 40 cm para a modulação, implicando na fidelização das dimensões do projeto original e, portanto, em menor variabilidade para as áreas úteis, bem como para a área total do mesmo do que a utilização de malhas de 50 ou 60 cm. A escolha da aplicação do valor de 40 cm no projeto respeita o espaçamento máximo para os perfis estruturais, sendo este também um fator considerado na escolha desta.

A Figura 9 contextualiza a planta modificada da HIS a partir da implementação do sistema construtivo LSF no projeto original.

Figura 9: Planta da HIS realizada em LSF – sem escala.



Fonte: Autor (2016).

A partir da planta da Figura 9, é possível visualizar a malha de modulação representada pela cor rosa, bem como a posição dos perfis U enrijecidos (Ue) que realizam o contraventamento da estrutura sobre a malha de modulação (em vermelho) e as dimensões alteradas em relação ao projeto original. A partir das

novas dimensões, novas áreas úteis para os cômodos e conseqüentemente uma nova área total são obtidas para a HIS.

A Tabela 6 apresenta a divisão das áreas, tanto úteis quanto totais, da HIS para sua execução a partir do sistema construtivo em LSF comparadas aos seus valores para o projeto em concreto armado.

Tabela 6: Comparativo das áreas úteis do projeto original em concreto armado com o projeto em LSF.

ÁREAS ÚTEIS		
Cômodo	Projeto original (m ²)	Projeto LSF (m ²)
Alpêndre	0,86	0,96
Sala	8,57	8,96
Área de circulação	0,92	0,64
Quarto I	7,03	7,36
BWC	2,43	2,88
Cozinha	6,61	6,72
Quarto II	9,01	8,96
Área de serviço	2,16	2,40
Total áreas úteis	37,59	38,88
ÁREAS TOTAIS		
Projeto original	43 m ²	
Projeto LSF	42,62 m ²	

Fonte: COHAB/SC (2002), adaptado pelo autor (2016).

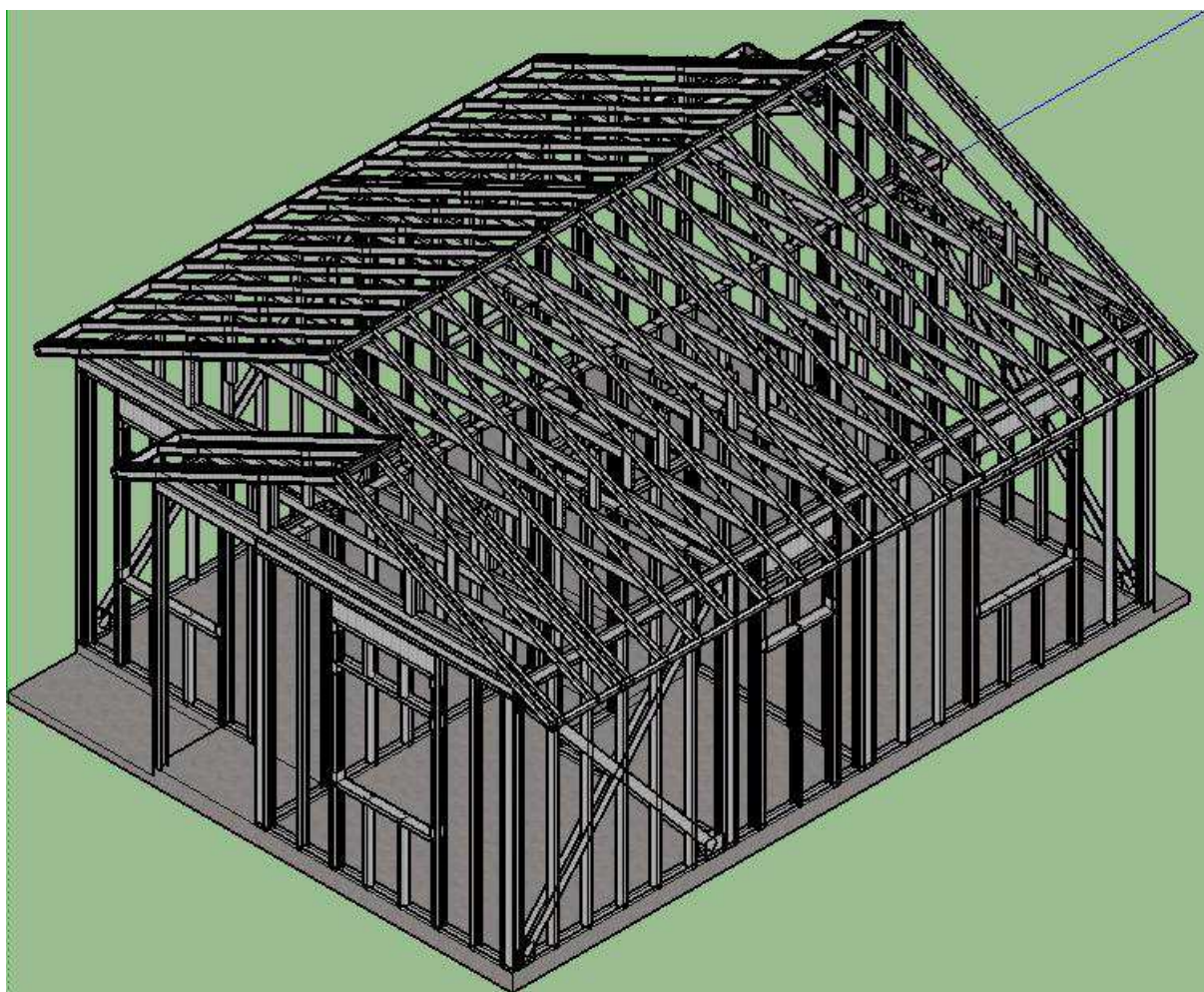
Conforme a Tabela 6, a modulação utilizada de 40 cm permite fidelidade às áreas na maioria dos ambientes, com excessão da área de circulação. Destaca-se, também, o aumento da áreas úteis totais da residência em relação ao projeto original, mesmo que a área total da mesma tenha sofrido leve redução de menos de 1%. Isso deve-se à espessura das paredes ser de 9 cm para o LSF, sendo este o valor da espessura dos perfis U enrijecidos (Ue) utilizados para contraventamento da estrutura, enquanto no projeto original apresentavam-se em 13 cm.

Considerando o aumento das áreas úteis e a diminuição da área total da habitação pelo emprego do LSF na sua construção, é possível dizer que a estrutura

da HIS construída a partir desse sistema construtivo apresenta dimensões menores em relação ao sistema atualmente empregado, porém resulta em cômodos, em geral, maiores do que o projeto original. A diminuição das dimensões da residência, mesmo que pequenas, são consideradas vantajosas por impactarem diretamente no valor imobiliário e em menores fundações para a estrutura, implicando em um custo total menor para implantação da HIS.

Uma vez definidas as premissas de projeto, foi utilizado o software SketchUp para confecção do modelo 3D da habitação de estudo a fim de ser tomado como base para a realização dos quantitativos dos materiais e posterior levantamento de preço dos mesmos. A Figura 10 permite visualizar a disposição final dos perfis que formam a estrutura da residência a partir do sistema construtivo LSF.

Figura 10: Estrutura da HIS a partir do sistema construtivo LSF.



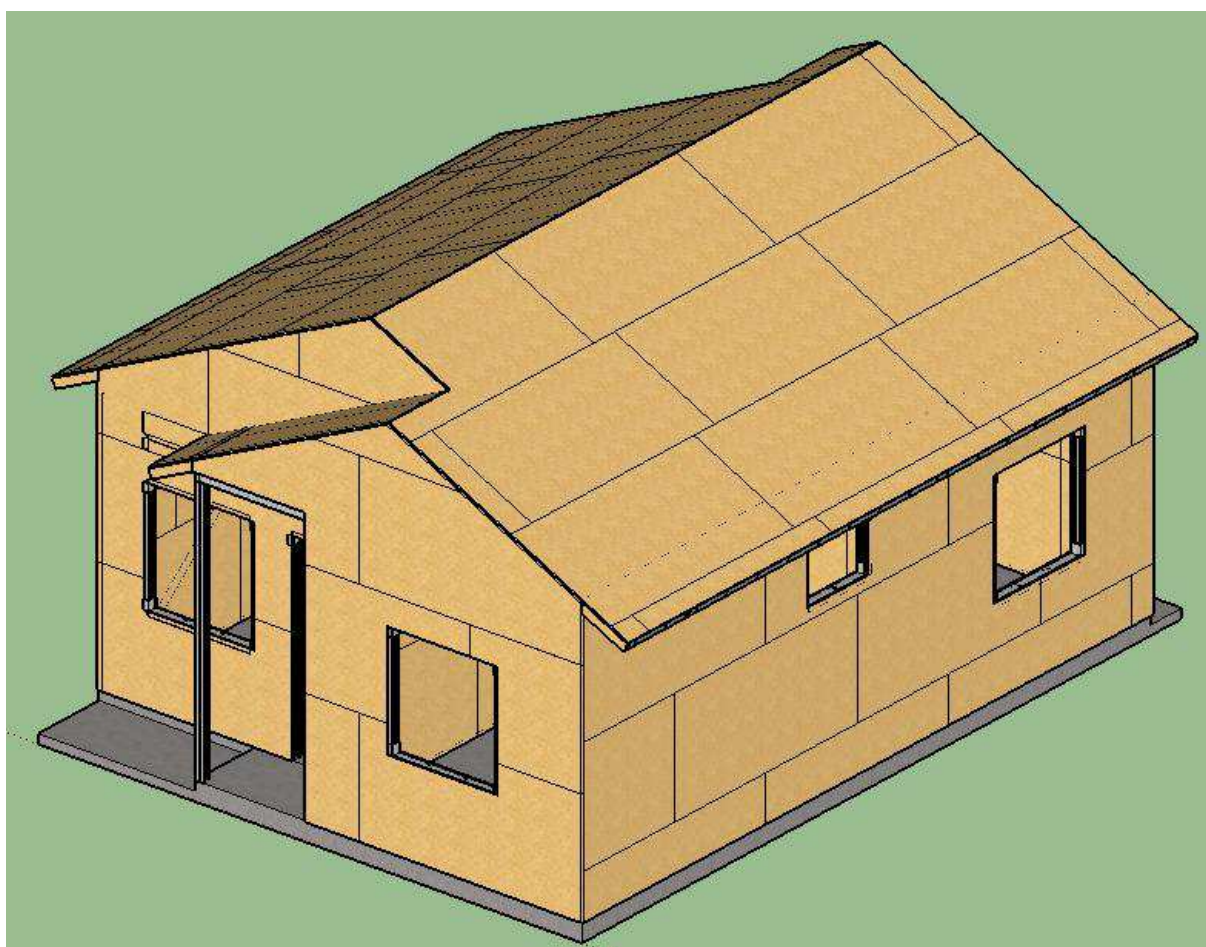
Fonte: Autor (2016).

A partir da disposição dos diferentes componentes retratados na Figura 10, é possível realizar a quantificação dos perfis utilizados para construção da HIS, diferenciando-os quanto ao tipo, sendo estes para guia (perfis U) ou para levantamento das paredes (perfis Ue – U enrijecido). O espaçamento adotado para os perfis foi de 40 cm entre suas faces externas, conforme a malha de modulação.

Nas paredes onde não havia a presença de janelas, foram construídas fitas de contraventamento em formato de X a partir de placas de gousset e fitas metálicas, visando melhorar o travamento da estrutura. Para a realização da estrutura do telhado, por sua vez, adotou-se a mesma condição para a parte térrea, com espaçamento entre perfis de 40 cm.

Para revestimento do esqueleto estrutural formado pelos perfis metálicos, foram adotados painéis de OSB. A Figura 11 representa o projeto com os painéis de OSB já aplicados sobre a armação metálica.

Figura 11: Projeto revestido por painéis de OSB.



Fonte: Autor (2016).

Os painéis de OSB (Figura 11) utilizados para o cobrimento da HIS têm dimensões de 2,40 m de comprimento por 1,20 m de largura e espessura igual a 11,1 mm, sendo estas dimensões comerciais para esse tipo de componente e, por serem múltiplos de 40 cm se enquadram ao tipo de modulação. As pranchas de OSB são utilizadas, na HIS, para os cobrimentos externo, interno e do telhado.

A fim de proporcionar maior durabilidade aos painéis de cobrimento frente ao meio em que se encontram, há a necessidade de aplicação de mantas de polietileno nas faces das placas de cobrimento das paredes externas expostas ao ambiente, bem como naquelas que realizam o fechamento do telhado. A manta de polietileno tem função de barreira contra umidade de vento, evitando apodrecimento dos painéis e diminuição das condições de funcionalidade desses componentes na estrutura da HIS.

Embora não apresentados na Figura 11, para a contabilização da área de mantas de polietileno no levantamento dos quantitativos, foram consideradas apenas as áreas das faces expostas ao ambiente das paredes externas e do telhado, bem como a área da estrutura do telhado, devido à possibilidade de contato com umidade de vento, seja pela presença da caixa de água ou de vazamentos no telhado que possam comprometer a boa condição das placas de fechamento do piso. A Tabela 7 permite contextualizar as de aplicação das mantas anti umidade em cada um dos locais do projeto.

Tabela 7: Áreas de aplicação da manta de polietileno para proteção contra umidade dos painéis de OSB da HIS.

ÁREAS DE APLICAÇÃO DAS MANTAS DE POLIETILENO	
LOCAL DE APLICAÇÃO	ÁREA (m ²)
Telhado	57,89
Piso	39,66
Paredes externas	80,49
TOTAL	178,04

Fonte: Autor (2016).

A partir do subsistema estrutural, contemplando os perfis metálicos e as placas OSB de revestimento, e a devida contabilização dos insumos utilizados para sua execução, foi obtida a Tabela 8 que representa os materiais e as quantidades empregadas na consumação do projeto.

Tabela 8: Insumos do subsistema estrutural da HIS

QUANTIDADES LIGADAS À ESTRUTURA			
INSUMO		UNID.	QTDE.
TELHADO	Perfil guia U simples	m	18,75
	Perfil montante U enrijecido	m	215,43
	Placa de OSB 2,40x1,20 m - espessura 1,1 mm	unid.	23
	Manta hidrófila de polietileno	m ²	57,89
	Parafuso 4,2x32mm ponta broca (PB) - fixação placas OSB	unid.	920
PISO	Perfil guia U simples	m	118,29
	Placa de OSB 2,40x1,20 m - espessura 1,1 mm	unid.	28
	Manta hidrófila de polietileno	m ²	39,66
	Parafuso 4,2x32mm ponta broca (PB) - fixação placas OSB	unid.	1120
JANELAS	Perfil guia U simples (janelas)	m	26,4
	Perfil montante U enrijecido (janelas)	m	52,88
	Perfil guia U simples (janela WC)	m	4,6
	Perfil montante U enrijecido (janela WC)	m	13,07
PORTAS	Perfil guia U simples	m	1
	Perfil montante U enrijecido	m	82,95
PAREDES + PILARES	Perfil guia U simples	m	116,31
	Perfil montante U enrijecido	m	298,53
	Placa de gousset 18,2x18,2 cm	unid.	12
	Fita metálica 40/90 - espessura 0,95 mm	m	22,06
	Placa de OSB 2,40x1,20 m - espessura 1,1 mm	unid.	102
	Manta hidrófila de polietileno	m ²	80,49
	Parafuso 4,2x32mm ponta broca (PB) - fixação placas OSB	unid.	4080
	Chumbador parabolt 5/16"x4.1/4" - fixação perfis guia	unid.	124

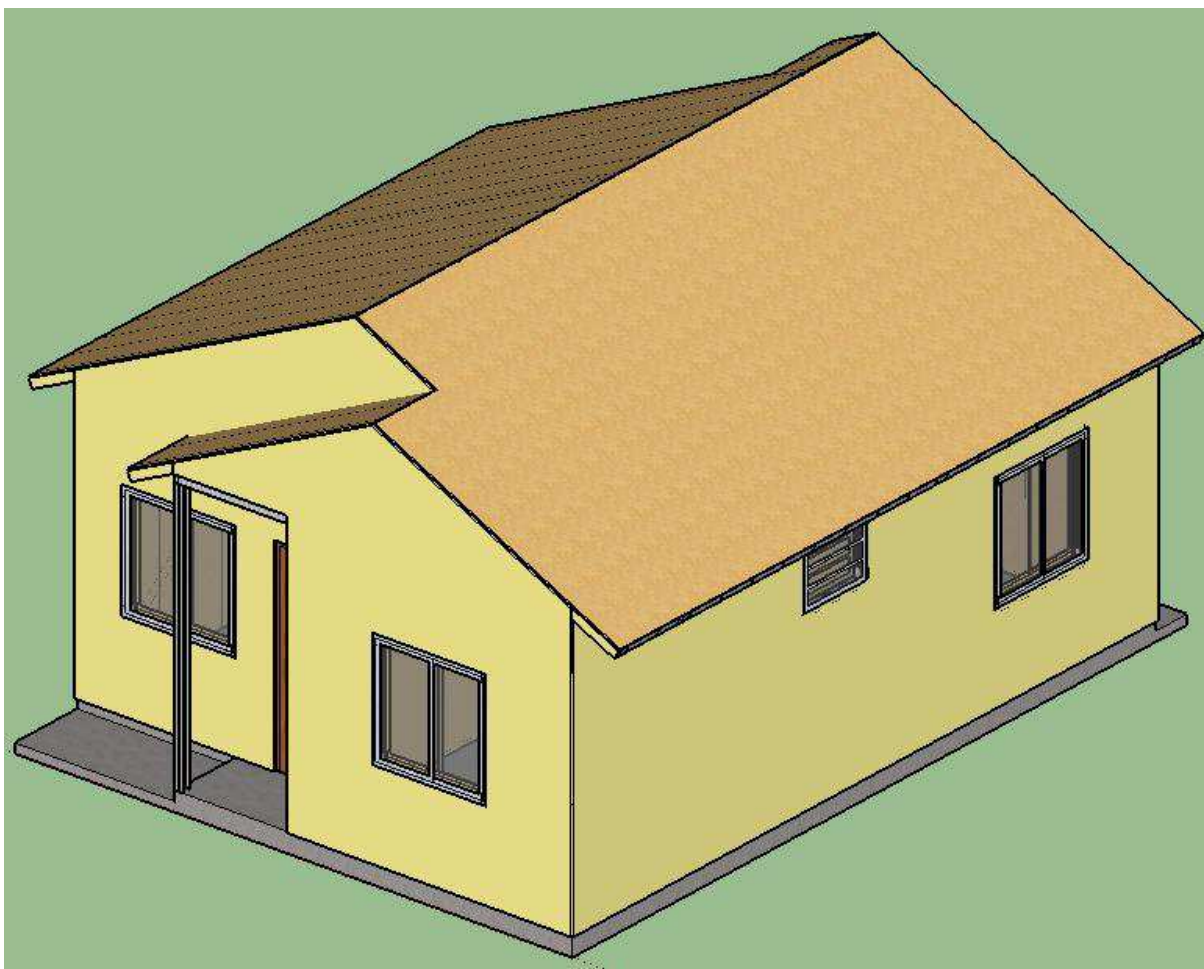
TOTAIS		
Perfil guia U simples	m	162,46
Perfil montante U enrijecido	m	768,08
Placa de gousset 18,2x18,2 cm	unid.	12
Fita metálica 40/90 - espessura 0,95 mm	m	22,06
Placa de OSB 2,40x1,20 m - espessura 1,1 mm	unid.	153
Manta hidrófila de polietileno	m ²	178,04
Parafuso 4,2x32mm ponta broca (PB) - fixação placas OSB	unid.	6120
Chumbador parabolt 5/16"x4.1/4" - fixação perfis guia	unid.	124

Fonte: Autor (2016).

A partir da Tabela 8 é possível realizar as conversões dos insumos do subsistema estrutural para as unidades de comercialização destes e obter do custos total por meio de seus preços unitários; esta auxilia ainda na determinação da etapa de levantamento das paredes e pilares da HIS envolve maior quantidades de perfis U e Ue, também pelo uso no contraventamento da estrutura, o que faz com que esta parte da obra seja a que possivelmente demanda mais recursos dentre todas. Na efetivação do telhado por sua vez, apesar de envolver um volume considerável de perfis Ue, não observa-se a utilização de muitos perfis U, enquanto que na construção do piso usa-se predominantemente perfis Ue, sem o uso de perfis U.

Uma vez finalizado o levantamento das quantidades referentes à parte estrutural da HIS, foram abordados os quantitativos relacionados aos subsistemas de esquadrias e ferragens, vidros e cobertura a partir da Figura 12, contemplando todos os itens dos subsistemas construtivos.

Figura 12: Projeto finalizado da HIS em LSF.



Fonte: Autor (2016).

Dadas as características do sistema construtivo LSF aplicado na HIS, algumas adaptações em relação ao projeto original foram realizadas quanto às dimensões das portas e janelas e áreas de vidros para as janelas. Tais mudanças resultaram na necessidade de adequação desses componentes à modulação empregada para utilização do sistema construtivo na habitação e são representadas na Tabela 9.

Tabela 9: Adaptações das dimensões das portas e janelas para o projeto em LSF.

	Dimensões do projeto original	Dimensões do projeto em LSF
JANELAS (m)	Variáveis: 1,20x1,50; 1,20x1,20; 0,8x0,6; 1,00x1,00	1,20x1,20; 0,80x0,60
PORTAS (m)	Variáveis: 0,60x2,10; 0,70x2,10; 0,8x2,10; 1,00x2,10	Única: 0,80x2,10
VIDROS (m ²)	5,68; 0,36	4,16; 0,32

Fonte: Autor (2016).

A alteração das dimensões das portas e janelas para o projeto em LSF deu-se em decorrência da modulação adotada cuja malha apresenta espaçamento de 40 cm. Dada essa condição, optou-se por admitir um valor único para as janelas dos cômodos do projeto, com exceção do banheiro, tendo como premissa dimensões múltiplas de 40cm e cujo valor não variasse em relação ao projeto original. Baseando-se nesses critérios, as dimensões escolhidas para as janelas dos cômodos da HIS foram de 1,20x1,20 m e de 0,80x0,60 m para o banheiro.

Para os vãos das portas a medida única escolhida para emprego foi de 0,80x2,10m por apresentar, em seu comprimento, um valor múltiplo de 40 cm, permitindo maior facilidade de aplicação na HIS por enquadrar-se na modulação adotada. A adoção de 80 cm para os vãos das portas implica, ainda, no atendimento ao valor mínimo exigido pela norma NBR 9050:2015 para acessibilidade em edificações, condição esta que não era atendida por todas as portas do projeto original.

Para os vidros, por sua vez, devido à adoção de um valor único para as dimensões das janelas, obteve-se um valor de área de 4,16 m² para as janelas dos cômodos, excluindo o banheiro, para o qual alcançou-se um valor de 0,32 m² de vidros. Essa redução implica em uma diminuição do custo desse tipo de insumo para a HIS, influenciando no custo final da mesma.

Com as devidas alterações de projeto referentes às esquadrias e vidros do projeto e tendo como base a contagem, através da Figura 12, dos componentes

referentes aos subsistemas requeridos, foi utilizado o catálogo SINAPI para preços de insumos e para custos de composições. Assim como para o levantamento do projeto em concreto armado, os preços considerados têm como referência o mês de julho de 2016 e já são acrescidos de alíquota de ICMS igual a 17%, em que este é o valor vigente para o estado catarinense.

Com os levantamentos realizados para os diferentes subsistemas da HIS, a partir das diferentes etapas do projeto, a Tabela 10 foi gerada, de forma que esta representa o preço final de execução da HIS a partir do emprego do sistema construtivo LSF em que este tem um adicional de 15% no valor final obtido para o preço da obra. Este acréscimo refere-se à um orçamento expedito, conforme definem Ávila, Librelotto e Lopes (2003) para esse tipo de avaliação de custos.

Tabela 10: Preço final de execução do projeto da HIS a partir da aplicação do sistema construtivo LSF.

	INSUMO	QTDE	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
ESTRUTURA	Perfil guia U simples	28	barra 6m	65,44	1832,32
	Perfil montante U enrijecido	128	barra 6m	70,88	9073,59
	Placa de gousset 18,2x18,2 cm	12,00	unid.	2,77	33,24
	Fita metálica 40/90 - espessura 0,95 mm	22,06	m	1,61	35,52
	Placa de OSB 2,40x1,20 m - espessura 1,1 mm	153,00	unid.	69,15	10579,95
	Manta hidrófila de polietileno	1,00	rolo (83,51 m ²)	884,00	884,00
	Parafuso 4,2x32mm ponta broca (PB) - fixação placas OSB	7,00	caixa (1000 unid.)	117,00	819,00
	Chumbador parabolt 5/16"x4.1/4" - fixação perfis guia	3,00	caixa (50 unid.)	53,26	159,78
ESQUADRIAS E FERRAGENS	Janela de alumínio de correr 1,20x1,20 m	5,00	unid.	424,14	2120,70
	Janela de alumínio basculante 80x60 cm	1,00	unid.	162,26	162,26
	Porta lisa madeira interna 0,70x2,10 m	4,00	unid.	60,27	241,08
	Porta externa madeira maciça 0,70x2,10 m	2,00	unid.	122,92	245,84

INSUMO		QTDE	UNIDADES	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
ESQUADRIAS E FERRAGENS	Fechadura completa para banheiro	1,00	unid.	28,83	28,83
	Fechadura completa para exterior	2,00	unid.	38,53	77,06
	Fechadura completa para interior	3,00	unid.	31,15	93,45
	Dobradiça de 3"	12,00	unid.	6,82	81,84
	Dobradiça de 3½"	6,00	unid.	14,70	88,20
COBERT.	Rufo de alumínio	7,20	m	79,33	571,18
VIDR.	Vidro liso 3,0 mm - não colocado	4,16	m ²	51,00	212,16
	Vidro cristal 4,0 mm - não colocado	0,32	m ²	79,33	25,39
				PREÇO TOTAL INSUMOS (R\$)	31.470,18

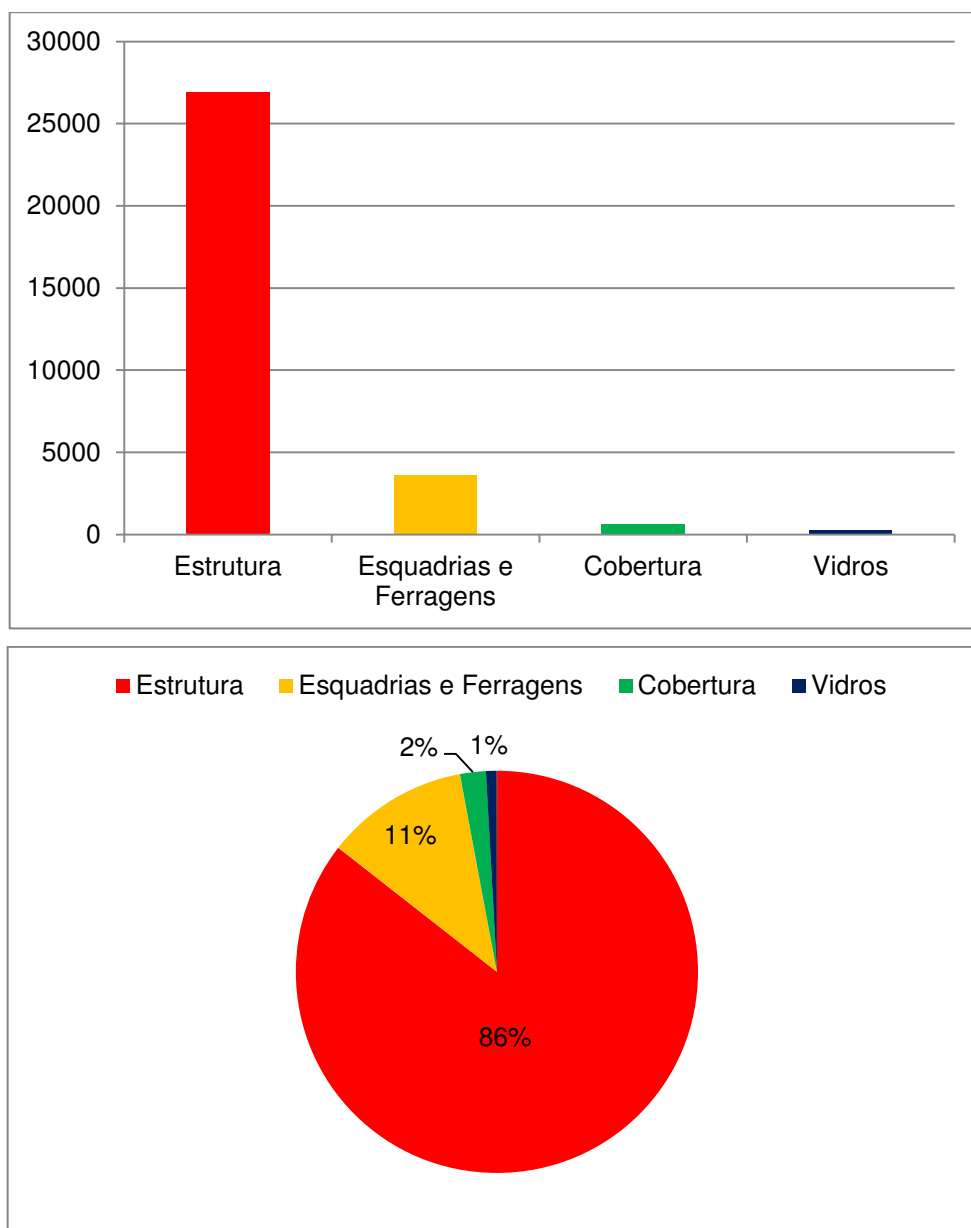
Fonte: Autor (2016).

Na contabilização dos itens do subsistema estrutural da HIS apresentados na Tabela 10, em que foram utilizados preços exercidos pela empresa Smart Soluções Construtivas, foi necessário realizar a conversão das unidades de quantificação de alguns insumos para que fossem equivalentes às utilizadas pela companhia. Para tanto, os dados da Tabela 8 com as devidas operações de conversão, como por exemplo, para o caso dos perfis guia U simples, em que foram primeiramente quantificados em metro linear enquanto sua comercialização dá-se por barras de 6 metros.

Para levantamento das quantidades dos chumbadores para fixação dos perfis guia U simples na fundação, foi considerado um espaçamento de 30 cm entre os mesmos. Já para os parafusos 4,2x32 mm ponta broca, sua quantificação foi dada a partir do número de placas OSB utilizadas para revestimento da HIS, em que são necessários 40 parafusos para fixação de cada painel na estrutura.

A partir da análise da Tabela 10 observa-se que os insumos de contraventamento da HIS apresentam montantes muito maiores em comparação aos outros subsistemas. A Figura 13 denota os montantes dos subsistemas da HIS e a parcela de contribuição em relação ao custo total.

Figura 13: Representação de preços para os diferentes subsistemas da HIS executada pelo sistema construtivo LSF.



Fonte: Autor (2016).

Dos dados apresentados para as contribuições de cada subsistema quanto ao custo final da HIS, tem-se que o vidro representa a menor parcela deste, totalizando 1% do montante total da obra, uma vez que contempla apenas 2 tipos de insumos e que têm aplicação em baixas quantidades na residência. A cobertura também representa uma contribuição ínfima de 2%, uma vez que todo o esqueleto metálico necessário para sua armação bem como as placas de OSB para

revestimento foram considerados como parte do subsistema estrutural da residência, cabendo ao seu levantamento, portanto, apenas o rufo de alumínio.

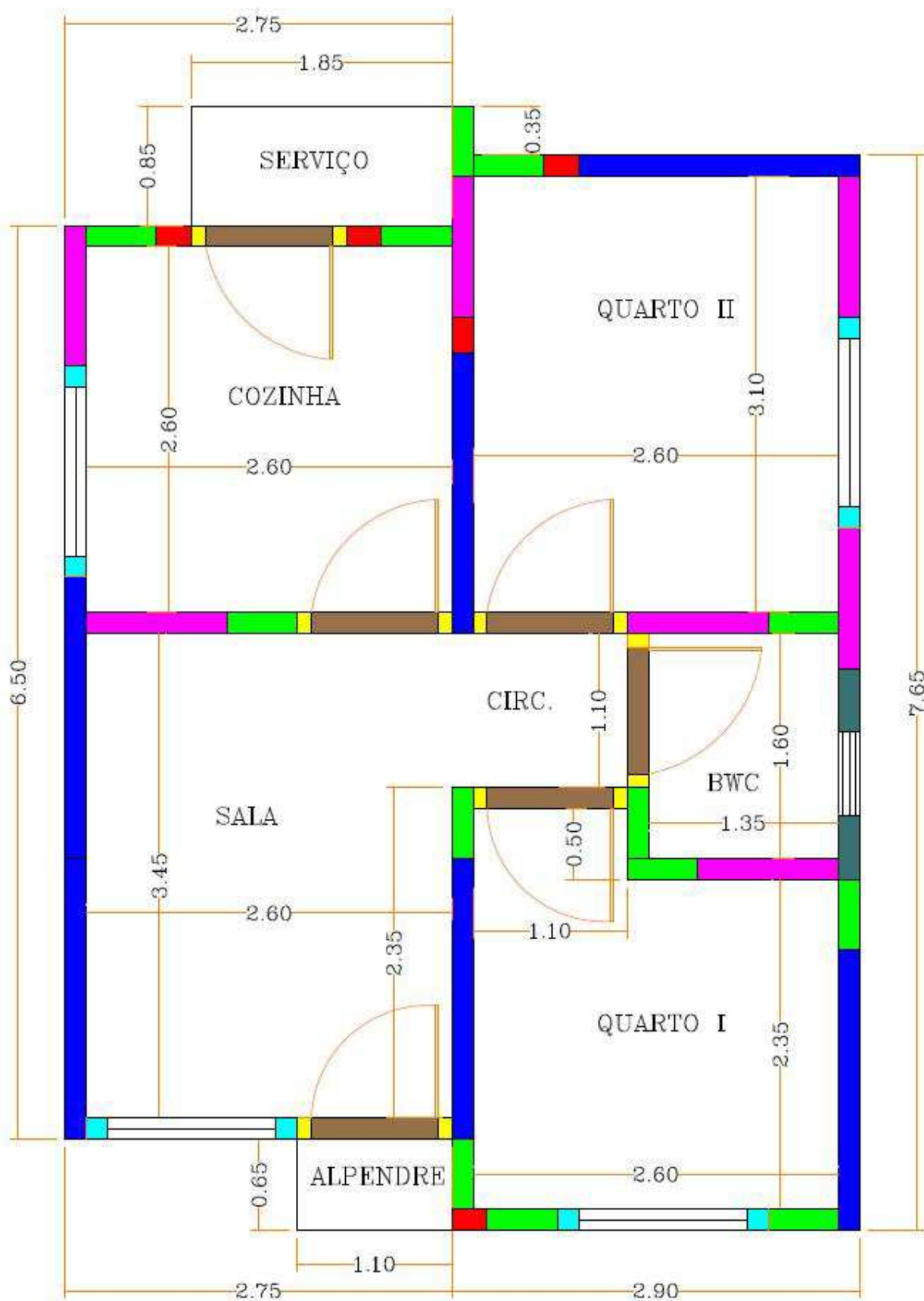
No que tange às esquadrias e ferragens tem-se uma parcela equivalente a 11% do valor estimado para a obra, enquanto que a estrutura da HIS é dada por 86% deste valor. Esta grande diferença é dada pelos grandes volumes e preços unitários consideráveis de cada um dos insumos envolventes à esse subsistema da habitação.

Com os dados de preços para os subsistemas da habitação apresentados, em que a estrutura remete à uma parcela de contribuição muito maior do que os outros subsistemas tem-se que, com a implementação de uma malha de modulação com espaçamentos maiores entre perfis, como 50 ou 60 cm por exemplo, haveria uma redução do preço relativo à esse subsistema de 20% ou 30% respectivamente. Isso dá-se por que a modulação adotada reflete diretamente no número de perfis metálicos empregados na HIS em que, com o aumento do espaçamento entre estes, há uma diminuição de seu custo total.

4.3 Aplicação do Sistema Construtivo Monolite

Assim como na aplicação do sistema construtivo LSF na execução da His estudada, o emprego das placas de poliestireno expandido ocasionaram necessidades de alterações de dimensões em relação ao projeto original em concreto armado. Tais modificações relativas às dimensões originaram-se da adoção de módulos para as placas de EPS utilizadas pelo método construtivo. A Figura 14 representa a planta da HIS a partir do sistema construtivo Monolite com a devida identificação e localização dos diferentes tipos de painéis quanto à sua modulação na HIS estudada, enquanto o Quadro 3 apresenta sua legenda.

Figura 14: Planta da HIS com disposição dos painéis na HIS – sem escala.



Fonte: Autor (2016).

Quadro 3: Tipos de módulos e cor de representação no projeto em três dimensões.

TIPO DE MÓDULO	COR DE REPRESENTAÇÃO
Painel de 2m	Azul
Painel de 1m	Rosa
Painel de 0,5	Verde
Painel de 0,25	Vermelho
Painel de janela - 1,5 m	Azul claro
Painel de janela BWC - 1,5 m	Verde escuro
Porta	Amarelo

Fonte: Autor (2016).

Os módulos representados na Figura 14 tiveram como critério para determinação de suas medidas as dimensões do projeto original, de modo que tivessem valores similares com a condição executada a partir de concreto armado. Todos as placas de EPS têm espessura de 10 cm com cobrimento de 2,5 cm de concreto estrutural em cada lado do mesmo, totalizando uma espessura final de 15 cm para as paredes da HIS.

Tendo como base esse critério referente às dimensões dos painéis de EPS pode-se, a partir da análise da Figura 14, extrair os dados referentes às áreas úteis e total da HIS a partir do sistema construtivo Monolite e compará-los com os obtidos para o projeto em concreto armado. A Tabela 11 contextualiza tal comparação entre as áreas obtidas para os dois sistemas construtivos quando empregados na habitação estudada.

Tabela 11: Comparação das áreas úteis dos cômodos da HIS executada a partir do sistema construtivo Monolite em relação ao projeto original.

ÁREAS ÚTEIS		
Cômodo	Projeto original (m ²)	Projeto Monolite (m ²)
Alpêndre	0,86	0,72
Sala	8,57	8,97
Área de circulação	0,92	1,38
Quarto I	7,03	6,66
BWC	2,43	2,16
Cozinha	6,61	6,76
Quarto II	9,01	8,06
Área de serviço	2,16	1,57
Total áreas úteis	37,59	36,28

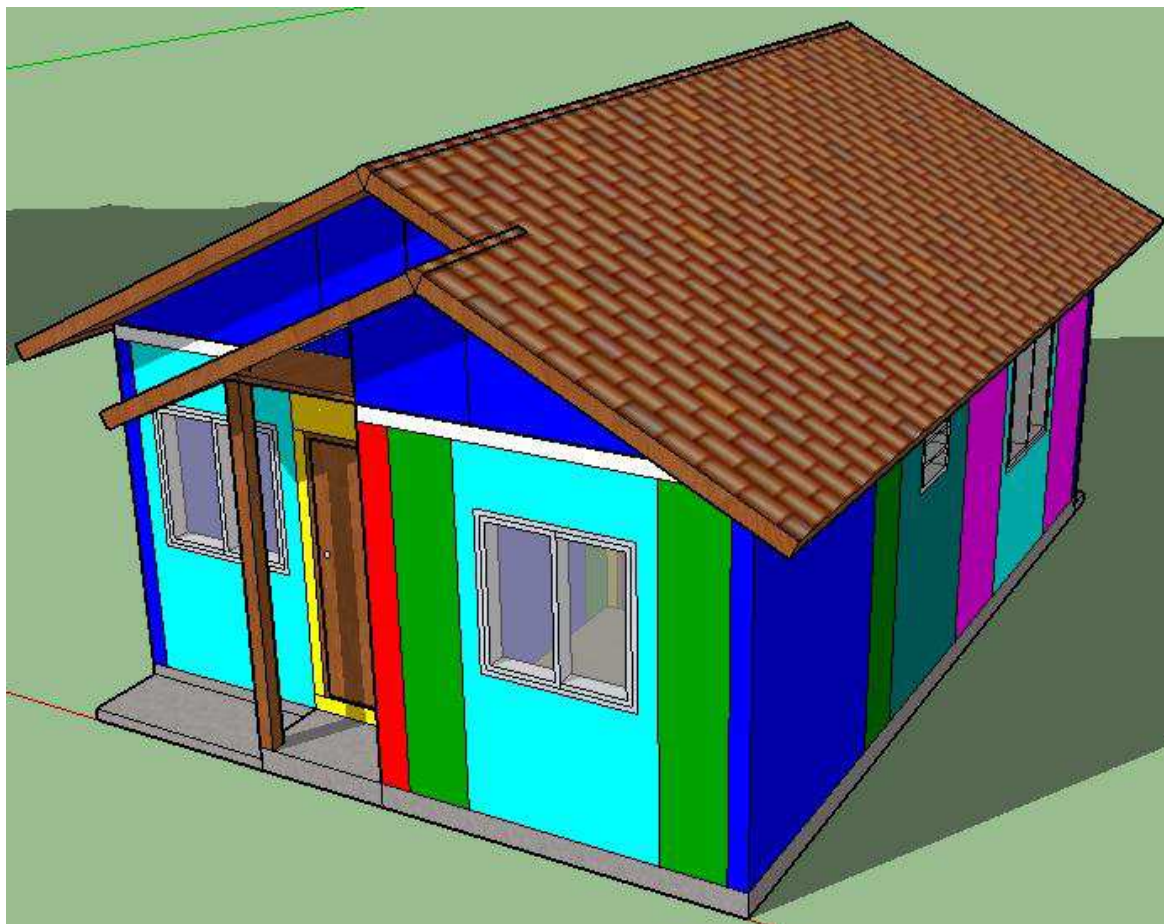
ÁREAS TOTAIS	
Projeto original	43 m ²
Projeto Monolite	42,40 m ²

Fonte: Autor (2016).

Analisando a Tabela 11, é possível observar que houve certa diminuição na área útil total da HIS executada a partir do sistema Monolite. Essa condição pode ser explicada pelo fato das paredes em placas de EPS e microconcreto estrutural apresentarem espessura final de 15cm enquanto que originalmente têm 13 cm. Para a área total, no entanto, não observa-se grande diferença de valor em relação à execução em concreto armado.

A partir da disposição das placas de EPS em planta, bem como da definição das dimensões finais das mesmas de modo à obter-se medidas que não apresentassem variações extremas quanto à condição primária do projeto, foi implementado o software SketchUp para modelagem tridimensional da HIS a fim de proporcionar maior clareza e confiabilidade quanto ao levantamento das quantidades de insumos necessários à sua construção. A Figura 15 demonstra a ordenação dos painéis estruturais de EPS que dão forma à residência estudada, enquanto o Quadro 3 legenda a representação dos diferentes tipos de painéis na Figura 15.

Figura 15: Representação tridimensional dos painéis de EPS e disposição na estrutura da HIS.



Fonte: Autor (2016).

A representação 3D dos painéis de EPS pelo emprego do software SketchUp deu-se pela necessidade de levantamento de informações relativas às características de cada módulo utilizado, uma vez que a comercialização do EPS pode dar-se por uma relação de área para esse tipo de finalidade. Considerando que o pé direito adotado para a HIS construída por esse sistema construtivo tem valor igual a 2,75 m, tem-se as áreas relativas à cada um dos módulos adotados, permitindo a precificação de cada um desses posteriormente. A Tabela 12 denota as quantidades bem como as áreas das placas utilizadas na HIS, excluindo as placas utilizadas para construção do telhado.

Tabela 12: Quantificação dos módulos das placas de EPS utilizadas para estruturação da HIS.

TIPO DE PLACA DE EPS (ALTURA = 2,75 m)	QUANTIDADE	ÁREA (m ²)
Módulo 2m	6	5,5
Módulo 1m	7	2,75
Módulo 0,5m	13	1,38
Módulo 0,25m	5	0,69
Módulo janelas	4	4,13
Módulo janela BWC	1	4,13
Porta	6	1,07

Fonte: Autor (2016).

Como apresentado na Tabela 12, os módulos mais utilizados na HIS são os de 0,5 m. Seu emprego dá-se por proporcionar maior flexibilidade quanto às dimensões da parede, uma vez que o uso de módulos de tamanho maior ocasionam extrapolação de medidas em relação à condição original de projeto e fugindo, portanto, do princípio de manter o máximo de fidelidade dimensional possível entre as diferentes propostas para a habitação.

Quanto às áreas obtidas para as placas de EPS, os módulos apresentam uma relação de metades entre si, uma vez que as diferentes modulações adotadas variam também nessa mesma proporção. No que diz respeito aos módulos das portas, estes podem ser executados a partir dos recortes de dimensão 1,20x1,20 m para as janelas, ocasionando 1,44 m² de material descartado para os módulos ligados às janelas. Como a HIS apresenta 4 janelas com as dimensões descritas, tem-se 7,20 m² de material de recorte para aplicação nas 6 portas, nas quais necessita-se 1,07 m² de placas de EPS para cada uma, totalizando 6,42 m² de material reaproveitável para execução da HIS.

A condição de reaproveitamento observada é favorável por permitir uma redução do custo final dos insumos por meio da reutilização de material já adquirido. O reuso vai de acordo, também, com os preceitos da industrialização da construção, em que deve-se buscar o mínimo desperdício de materiais.

Para execução dos oitões do telhado foi adotada a modulação de 2 m, uma vez que essa apresenta as maiores dimensões dentre todas as outras, permitindo utilização de menos placas para esta etapa da construção. No entanto, há

necessidade de corte das placas para que dêem forma ao telhado, permitindo reutilização das partes cortadas para construção dos oitões em que, para sua devida efetivação, há necessidade de emprego de uma área igual a 8,22 m² de placas de EPS. Considerando que cada módulo de 2m apresenta 5,5 m² de área, necessita-se de 2 painéis para execução do telhado.

Na contabilização dos reforços, foram consideradas as medidas típicas de comercialização da empresa Termotécnica, ou seja, 1200x50 mm para os reforços do tipo L para aplicação em cantos internos e externos; 1200x300 mm para os reforços do tipo liso de aplicação nos vértices das janelas e das portas e, por fim, 1200x446 mm para os reforços do tipo U que são utilizados nas portas e diagonais das janelas.

Após a quantificação dos insumos relativos ao subsistema estrutural, foi realizado o levantamento dos componentes relativos aos subsistemas de esquadrias e ferragens, cobertura e vidros, sendo estes realizados a partir do projeto final da HIS, em que são representados todos os elementos que a compõem. A Figura 16 representa a condição final da residência.

Figura 16: HIS finalizada pelo emprego do sistema construtivo Monolite.



Fonte: Autor (2016).

Para a quantificação dos demais insumos da HIS quando esta dá-se construída a partir do sistema construtivo Monolite, optou-se por implementar alterações em relação aos mesmos quanto a condição primária de projeto. Essas mudanças visam uma maior industrialização da produção da HIS por meio da utilização medidas únicas para as portas e janelas, diferentemente do que ocorria no projeto original, em que se utilizavam dimensões diversas para as diferentes janelas da residência. A Tabela 13 contextualiza as alterações em relação à condição inicial de projeto da HIS.

Tabela 13: Alterações das dimensões de portas e janelas para a HIS construída a partir de placas de EPS e microconcreto estrutural.

	Dimensões do projeto original	Dimensões do projeto em placas de EPS
JANELAS (m)	Variáveis: 1,20x1,50; 1,20x1,20; 0,8x0,6; 1,00x1,00	1,20x1,20; 0,60x0,60
PORTAS (m)	Variáveis: 0,60x2,10; 0,70x2,10; 0,8x2,10; 1,00x2,10	Única: 0,90x2,10
VIDROS (m ²)	5,68; 0,36	4,16; 0,25

Fonte: Autor (2016).

A adoção de uma única medida para as janelas ocasionou uma diminuição da utilização de vidros para as mesmas, ocasionando redução dos custos referentes à este tipo de insumo. A utilização de dimensões de 1,20x1,20m para as janelas deu-se por enquadrarem-se em um valor médio dentre as contempladas na construção em concreto armado da HIS.

Para o vão das portas, a medida de 0,90 m foi adotado por apresentar-se como um valor acima da exigência mínima de 0,80 m vigente na NBR 9050:2015 para acessibilidade à edificações. A adoção desta medida para o vão das portas permite ainda 10 cm de folga de cada lado das mesmas para colocação dos reforços do tipo U, uma vez que a dimensão total para os painéis destinados à esta finalidade têm medida igual à 1,10 m.

Uma diminuição nas áreas de vidros também foi observada quanto à construção em concreto armado, ao passo que sua utilização foi reduzida de 5,68 m² para 4,16 m² na execução das janelas dos cômodos e de 0,36 m² para 0,25 m² para a janela do banheiro, ocasionando barateamento dos custos desses materiais.

Com as premissas do novo projeto definidas, sua representação pela utilização dos softwares AutoCAD e SketchUp e a quantificação dos insumos para execução da HIS pelo sistema construtivo Monolite, foi abordado o levantamento dos preços destes.

O catálogo SINAPI foi utilizado para coleta dos preços dos insumos contemplados nos subsistemas de esquadrias e ferragens, forros, cobertura e vidros, enquanto os insumos ligados ao subsistema estrutural foram obtidos por meio da empresa Termotecnica através dos preços de comercialização destes itens pela companhia. A Tabela 14 contextualiza a quantificação dos insumos dos diferentes subsistemas da HIS, a relação de preços unitários e totais, bem como o preço total de implantação por meio da aplicação do sistema construtivo analisado.

Tabela 14: Quantificação e relação de preços dos insumos e preço final de implantação da HIS a partir do sistema construtivo Monolite.

INSUMO		QTDE	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
ESTRUTURA	Barras para ancoragem dos painéis - CA-50 média - 6,3 mm	18,75	kg	4,10	76,88
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 2 m	8	unid.	324,50	2596,00
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 1 m	7	unid.	162,25	1135,75
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 0,5 m	13	unid.	81,42	1058,46
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 0,25 m	5	unid.	40,71	203,55
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 1,5 m para janela de 1,2 x 1,2 m	4	unid.	243,67	974,68
	Painel de EPS revestido em malha de aço galvanizado - espessura 10 cm - módulo 1,5 m para janela de 0,6 x 0,6 m	1	unid.	243,67	243,67
	Reforço do tipo L 1200x50 mm - cantos internos e externos	90	unid.	6,00	540,00

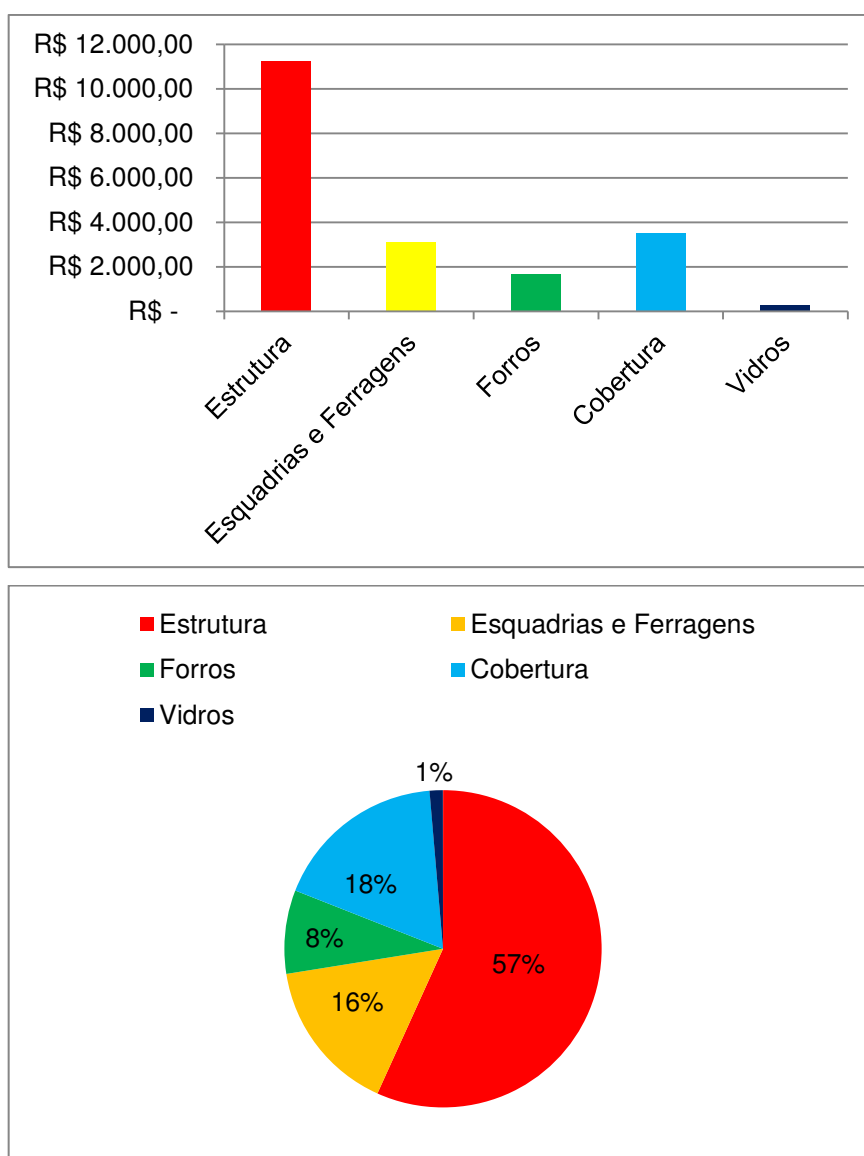
	INSUMO	QTDE	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO APLICAÇÃO NA HIS (R\$)
ESTRUTURA	Reforço do tipo liso 1200x300 mm- reforços de vértices de vãos das janelas e portas	44	unid.	5,20	228,80
	Reforço do tipo U 1200x446 mm- portas e diagonais das janelas	44	unid.	6,80	299,20
	Laje unidirecional 330x1250x80 mm	103	unid.	5,70	587,10
	Microconcreto estrutural - fck 25 Mpa - espessura 2,5 cm	4,94	m ³	290,00	1432,09
	Pilar de madeira de lei - 15x15 cm	5,74	m	69,55	399,22
ESQUADRIAS E FERRAGENS	Janela de alumínio de correr 1,20x1,20 m	4,00	unid.	424,14	1696,56
	Janela de alumínio basculante 60x60 cm	1,00	unid.	155,72	155,72
	Porta lisa madeira interna 0,90x2,10 m	4,00	unid.	70,93	283,72
	Porta externa madeira maciça 0,90x2,10m	2,00	unid.	98,10	196,20
	Fechadura completa para banheiro	1,00	unid.	28,83	28,83
	Fechadura completa para exterior	2,00	unid.	38,53	77,06
	Fechadura completa para interior	3,00	unid.	31,15	93,45
	Dobradiça de 3"	12,00	unid.	6,82	81,84
	Dobradiça de 3½"	6,00	unid.	14,70	88,20
FORROS	Forro com lambri de pinus	33,82	m ²	12,60	426,13
	Meia cana de pinus	55,10	m	1,81	99,73
	Forro com lambri madeira de lei	21,19	m ²	39,70	841,24
	Meia cana de lei	33,15	m	3,00	99,45
COBERT.	Cobertura com telha tipo francesa - rend. 16 telhas/m ²	1.046	unid.	2,25	2353,32
	Cumeeira para telha cerâmica - rend. 3 telhas/m ²	29	unid.	3,62	104,27
	Rufo de alumínio	7,36	m	79,33	583,87
VIDR.	Vidro liso 3,0mm - não colocado	4,16	m ²	51,00	212,16
	Vidro cristal 4,0mm- não colocado	0,25	m ²	79,33	19,83
				PREÇO TOTAL INSUMOS (R\$)	19.799,53

Fonte: Autor (2016).

Assim como para os demais sistemas construtivos abordados, a Tabela 14 apresenta um acréscimo de 15% referente a um orçamento expedito (AVILA; LIBRELOTTO; LOPES, 2003). Dos itens que constam na Tabela 14, houve a desconsideração do módulo de 1,10 m para execução das portas devido a este poder ser totalmente constituído a partir da reutilização dos materiais cortados para as aberturas das janelas nos módulos de 1,50 m, como mencionado anteriormente.

Da observação da Tabela 14 tem-se que os insumos relativos ao subsistema estrutural da HIS apresentam preços unitários maiores, de modo geral, em relação aos demais insumos dos outros subsistemas construtivos. Isso, aliado ao fato de que são empregados em larga escala na HIS devido a sua finalidade de contraventamento da mesma, acabam por tornar esta a etapa mais onerosa da construção. Este fato é comprovado pela Figura 17, que apresenta os subsistemas da HIS executada a partir do uso de painéis de EPS.

Figura 17: Representação dos subsistemas do projeto executado através do sistema construtivo Monolite.



Fonte: Autor (2016).

O subsistema estrutural da HIS contribui com 57% do valor total da obra, ou seja, cerca de R\$ 11 mil dos quase R\$ 20 mil obtidos como preço final para a HIS. Ao que diz respeito à cobertura e às esquadrias e ferragens, estes apresentam-se como a segunda e terceira maiores parcelas do custo total estimado de execução e seus valores correspondem a 18% e 16% deste, respectivamente. Os insumos dos demais subsistemas apresentam parcelas de contribuição inferiores à 10%, apresentando menor impacto em termos de onerosidade na obra.

5 RESULTADOS

Mediante a relação de quantidades dos insumos e da precificação dos mesmos, tem-se os preços finais de execução para as HIS construídas a partir dos sistemas construtivos abordados, possibilitando um comparativo quanto à viabilidade econômica destes. Os preços totais dos insumos de execução considerados na comparação são dispostos na Tabela 15.

Tabela 15: Preços totais para os insumos de execução das HIS pelos sistemas construtivos abordados.

SISTEMA CONSTRUTIVO	CUSTO DE EXECUÇÃO (R\$)
LSF	31.470,18
Monolite	19.799,53
Concreto armado	15.264,69

Fonte: Autor (2016).

Da análise da tabela apresentada tem-se que, em termos dos componentes empregados na construção da HIS, o sistema construtivo em concreto armado ainda é o mais viável do ponto de vista econômico no que diz respeito aos insumos de construção, apresentando estimativa de custo final de execução de R\$ 15.264,69. Seguidamente, tem-se a HIS levantada com o emprego de placas de EPS como o segundo mais viável dentre os três sistemas construtivos abordados no trabalho, com custo total de execução estimado em R\$19.799,53. Por último, tem-se a aplicação do LSF como o mais oneroso dentre todos, expressando custo total de R\$31.470,18.

É notável a grande disparidade entre os preços obtidos em que, para a HIS executada a partir do emprego do LSF tem-se um preço final que corresponde a mais do que o dobro do valor obtido para o projeto construído em concreto armado. O sistema Monolite, por sua vez, apresenta custo final de implantação estimado em quase vinte mil reais o que corresponde à um acréscimo de cerca de 25% no valor total da obra em concreto armado avaliada em pouco mais de quinze mil reais.

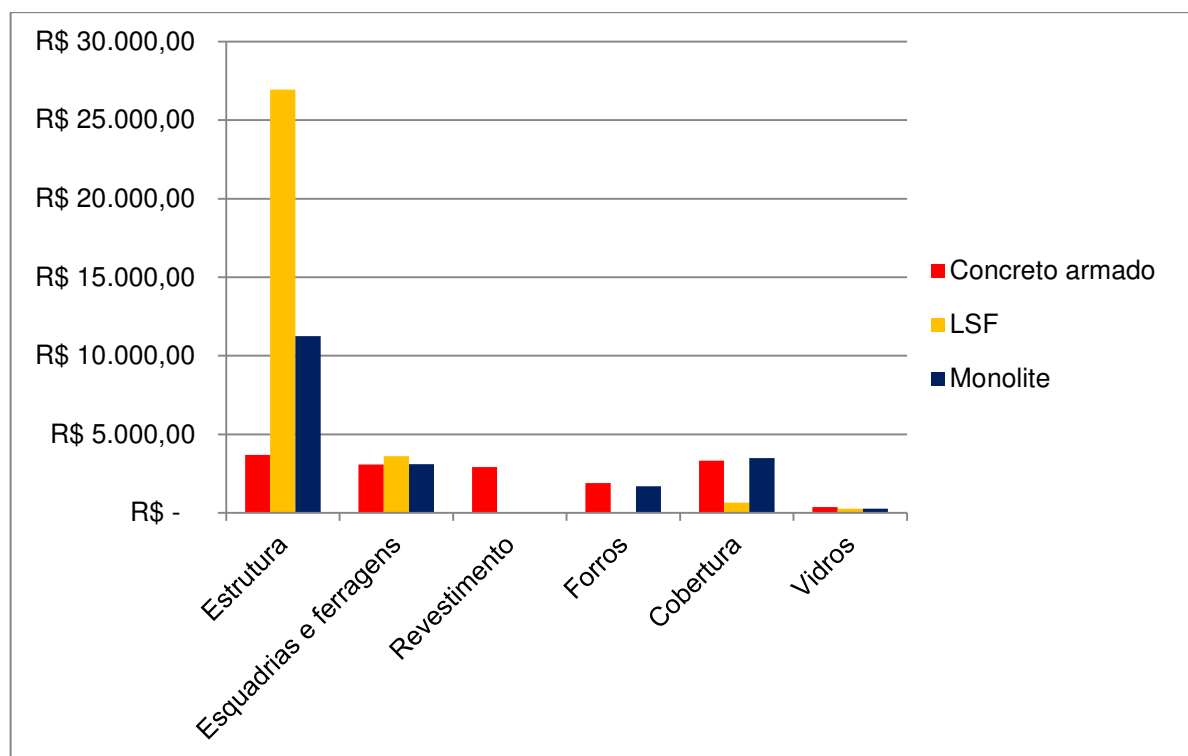
Se comparados, os preços de insumos dos subsistemas dos diferentes sistemas construtivos permitem propôr alternativas que visam a redução dos custos finais das obras construídas em LSF e Monolite, de modo a possibilitar maior competitividade destes com a execução a partir do concreto armado. A Tabela 16 representa os preços dos subsistemas das HIS executadas a partir dos diferentes sistemas construtivos abordados, sendo esta utilizada para obtenção do gráfico comparativo apresentado pela Figura 18, que retrata a comparação dos montantes obtidos para cada subsistema.

Tabela 16: Preços totais dos subsistemas dos diferentes sistemas construtivos.

		SISTEMAS CONSTRUTIVOS		
		Concreto armado	LSF	Monolite
SUBSISTEMAS	Estrutura	R\$ 3.684,86	R\$ 26.930,00	R\$ 11.241,70
	Esquadrias e ferragens	R\$ 3.080,85	R\$ 3.610,15	R\$ 3.106,82
	Revestimento	R\$ 2.913,63	R\$ -	R\$ -
	Forros	R\$ 1.901,54	R\$ -	R\$ 1.686,54
	Cobertura	R\$ 3.317,83	R\$ 656,85	R\$ 3.497,68
	Vidros	R\$ 365,97	R\$ 273,18	R\$ 266,79

Fonte: Autor (2016).

Figura 18: Comparação dos valores finais obtidos para os subsistemas da HIS construída pelos diferentes sistemas construtivos.



Fonte: Autor (2016).

Como apresentado pela Figura 18, a condição que mais afeta a competitividade do LSF com os demais sistemas construtivos estudados é a estrutura. Isto por que este subsistema representa mais do que o dobro do montante obtido para o emprego do Monolite na HIS e mais do que cinco vezes mais do que o valor tido para o concreto armado como sistema construtivo.

Uma alternativa à diminuição do preço final do subsistema estrutural a partir do LSF é a adoção de uma nova modulação para a HIS, em que o valor utilizado para aquisição da malha de dimensões da residência é de 60 cm ao invés dos 40 cm no trabalho utilizados. O emprego de uma modulação de 60 cm remete ao espaçamento máximo que o sistema construtivo permite para os perfis metálicos, ocasionando diminuição nas quantidades destes insumos e, por consequência uma redução de cerca de 30% no preço final da HIS. A Tabela 17 contextualiza a diminuição do preço final da HIS a partir da implementação da nova malha.

Tabela 17: Comparação de preços para o subsistema estrutural e preço final da HIS com emprego de malha de modulação de 60 cm.

MODULAÇÃO DE 40 CM	MODULAÇÃO DE 60 CM
Preço final do subsistema estrutural (R\$)	
26.930,00	18.851,00
Preço final da obra (R\$)	
31.470,18	23.391,18

Fonte: Autor (2016).

Da Tabela 17 tem-se uma diminuição do preço do subsistema estrutural de R\$ 26.930,00 para o espaçamento de 40 cm para R\$ 18.851,00 para a nova malha de 60 cm. A partir deste novo valor para o subsistema estrutural, tem-se também um novo preço final de execução da HIS, em que este dá-se, para a modulação de 60 cm, igual à R\$23.391,18, o que representa uma redução de cerca de 25% do preço final da obra quando comparado ao preço obtido para a modulação de 40 cm adotada para quantificação dos insumos.

No que diz respeito às esquadrias e ferragens, por sua vez, não observa-se grande variabilidade dos custos totais obtidos para os três sistemas construtivos, uma vez que não houveram grandes mudanças de dimensões das portas e janelas.

Para o revestimento, este é apenas considerado como subsistema para o projeto em concreto armado, uma vez que o LSF não precisa deste tipo de operação sobre as placas de OSB. Para o sistema Monolite, por sua vez, por se tratar de um aspecto estrutural da obra, o revestimento das placas de EPS por microconcreto foi considerado no subsistema estrutural. Dado esses critérios, tem-se um valor nulo para comparação desse subsistema pelos sistemas construtivos LSF e Monolite com o concreto armado.

O subsistema do forro foi desconsiderado para o LSF dado o fato da aplicação das placas de OSB apresentarem esta funcionalidade e este tipo de insumo já encontrar-se contabilizado na estrutura da HIS. Para o caso do concreto armado e Monolite, por sua vez, não observa-se grande variabilidade de custos, dado que a quantificação dos componentes à este subsistema é relativa às

dimensões da residência e que estas não sofram grandes mudanças em relação a condição original.

Quanto à cobertura, o LSF apresenta baixo valor quando comparado ao concreto armado e Monolite por apresentar apenas o rufo de alumínio como insumo na sua quantificação, uma vez que o cobrimento do telhado dá-se por placas de OSB, enquanto que para os demais sistemas construtivos são contabilizados, além do rufo, as cumeeiras e telhas cerâmicas.

Para os vidros não constatadas grandes diferenças em termos dos preços relativos a este subsistema devido às dimensões das janelas e, por consequência, das áreas à serem empregados estes materiais, não exibirem grandes diferenças entre os projetos adaptados e o original.

De modo geral, tem-se que a viabilidade de implantação do LSF na HIS ainda é comprometida quando são analisados apenas os aspectos de insumos, pois apresenta alto custo em relação ao concreto armado e Monolite. Para tanto, deve-se procurar avaliar os ganhos com a redução dos tempos de execução da residência e, por consequência, diminuição com os gastos de mão de obra para que se possa ter certeza quanto ao emprego do sistema construtivo ser justificável ou não em termos financeiros quando aplicado na HIS.

O sistema construtivo que utiliza placas de EPS para estruturação da habitação, por sua vez, apresenta um preço final considerado competitivo quando comparado à condição original de execução. Isso pode ser afirmado devido ao acréscimo de 25% em relação à construção em concreto armado, em que, apesar do maior preço, são obtidos ganhos consideráveis devido à implementação de um sistema construtivo industrializado na obra, ao qual remete à insumos padronizados, com produção externa ao canteiro de obra e com menores índices de desperdícios, em geral.

No que diz respeito à caracterização dos sistemas construtivos LSF e Monolite tem-se o Quadro 4 que contextualiza as suas diferenças.

Quadro 4: Caracterização dos sistemas construtivos LSF e Monolite aplicados.

CARACT.	SISTEMA CONSTRUTIVO		
	LSF	MONOLITE	CONCRETO ARMADO
Materiais	Perfis laminados de aço galvanizado, placas de OSB, chapas de gousset, fitas metálicas, parafusos ponta broca, chumbadores	Placas de poliestireno expandido revestidas por telas eletrosoldadas de aço, microconcreto estrutural fck 25MPa	Concreto fck 15 MPa, tijolos, verga e contravergas de concreto armado
Dimensões	Padrão médio perfis: largura 90mm x altura 2900 mm x espessura 40 mm; Placas OSB: 2,40x1,20 m	Espessura 100 mm x altura 2750 mm x largura: variável de 2000 mm a 250 mm	Tijolos: espessura 10 cm; reboco: 3 cm
Equipamentos	Serra policorte, finca pinus, base com corte para perfis, furador de perfis, emersilhadeira, escoras, parafusadeira, serra circular, serra tico, serra sabre, grampeador martelo, grampeador sharpshooter	Régua de alumínio, prumo, turquesa de cabo longo, serra circular, esmerilhadeira, talhadeira, furadeira, soprador térmico, projetor de argamassa pistola-caneca	Betoneira, guincho ou elevador, grua, serra de madeira, bancada para dobra de armadura, vibrador, serra circular, serra de fita, carrinho de mão, desempenadeiras, régua de alumínio, prumo, talhadeira, torquês, enxada, colher.
Mão de obra	Requer mão de obra especializada	Requer mão de obra qualificada	Requer mão de obra qualificada
Área útil	38,88 m ²	36,28 m ²	37,59 m ²
Área total	42,62 m ²	42,40 m ²	43,00 m ²

Fonte: Adaptado de Campos (2014), Lima (2013), Bertoldi (2007), Crasto (2005), Souza (2009), Penna (2009), Smart (2016), Termotécnica (2016), Valiati e Moraes (2001), Bastos (2011).

O Quadro 4 foi elaborado a partir de referencial teórico de forma a comparar as diferenças destes sistemas construtivos para considerar, além dos custos diretos relativos aos insumos de construção, também os custos indiretos envolventes aos

equipamentos, treinamento de mão de obra, canteiro de obra e outros relativos à estes na contabilização do custo final em trabalhos futuros, de modo a permitir melhor noção da viabilidade econômica destes sistemas construtivos quando não apenas relacionadas aos insumos.

De uma análise preliminar das diferenças apresentadas no Quadro 4, tem-se que, para as dimensões, os sistemas Monolite e LSF apresentam componentes maiores quando comparados aos insumos do concreto armado. Isso dá-se por que estes vêm, de modo geral, já estruturados para que apenas as operações de montagem sejam realizadas *in loco*.

No que diz respeito aos equipamentos, tem-se que o sistema Monolite requer, em geral, menos equipamentos para execução de obra do que o LSF e o concreto armado, uma vez que seus insumos apresentam maior manuseabilidade devido à leveza do EPS, dispensando, assim, equipamentos de elevação. Essa condição de facilidade de manuseio também é observada para o LSF, em que não são listados equipamentos como guas ou guinchos como característicos do sistema construtivo. Devido aos sistemas construtivos LSF e Monolite serem industrializados, os espaços e ferramentas básicas necessárias à construção são tidos como de menor porte e, em geral, de maior manuseabilidade que os utilizados em concreto armado.

Para o concreto armado, por sua vez, são encontrados equipamentos de grande porte, tais como as guas, guinchos ou elevadores, que dão-se pelo maior preço em relação à equipamentos de menores dimensões, além da necessidade de espaços para alocação de bancada para dobra e corte de armadura no canteiro de obra.

No que tange à mão de obra, os sistemas em concreto armado e Monolite tem por característica geral não necessitarem de mão de obra especializada, porém esta deve ser qualificada para que índices de produtividade, redução de desperdícios e segurança sejam alcançados satisfatoriamente. O fato de não necessitarem de mão de obra especializada, por sua vez, apresenta uma tendência de redução dos custos indiretos relativos à estes quando comparado ao LSF que apresenta tal condição para que a montagem dos componentes seja devidamente realizada como especificada em projeto.

Quando às áreas úteis e totais das HIS executadas a partir dos sistemas construtivos abordados, não são apresentadas grandes diferenças devido aos

critérios adotados para os projetos adaptados, de modo que estes foram idealizados seguindo o preceito de fidelização com o projeto original. Suas áreas, tanto úteis quanto totais, apresentam valores próximos, portanto.

De modo geral os sistemas construtivos Monolite e LSF apresentam menores índices de desperdício de materiais, canteiro de obras mais enxuto, uma execução mais limpa e seca do processo construtivo do empreendimento, bem como maiores índices de produtividade quando comparados ao concreto armado. Isto dá-se por serem sistemas industrializados, em que os componentes têm produção externa ao canteiro de obra e aos quais cabem, em geral, apenas as operações de montagem da habitação.

Por fim, com base nos preços obtidos para os diferentes sistemas construtivos aplicados à HIS e nas características e condicionantes destes é possível dizer que, analisando estritamente variáveis relativas aos insumos, a execução da HIS em concreto armado ainda é mais viável em relação aos outros dois sistemas construtivos abordados no trabalho, com um custo final de insumos menor do que para estes.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As habitações de interesse social são importantes meios de combate ao déficit habitacional no Brasil. Tendo como preceitos a funcionalidade e habitabilidade por um custo acessível, visam promover a dignidade do direito a moradia para a população. Considerando a importância das HIS, o presente trabalho abordou a viabilidade econômica dos sistemas construtivos industrializados LSF e Monolite quando implantados em uma HIS de 43,00 m² da COHAB/SC, tendo como referência apenas os custos dos insumos de execução.

Para tanto, foi necessário entender as características desses sistemas construtivos e suas condicionantes limitantes quanto à implantação no projeto para que se pudesse realizar as mudanças necessárias sem que houvessem grandes distorções em relação às dimensões da HIS original, possibilitando melhores parâmetros de comparação.

Entender os preceitos de aplicação de outros sistemas construtivos na HIS dá-se como uma importante ferramenta para que se possa alcançar melhorias nos processos construtivos, seja por ganhos em relação à diminuição dos custos com insumos ou por diminuição dos tempos de obra e redução dos custos indiretos relativos à esta. Apesar do trabalho realizar apenas o levantamento de preços para os insumos, faz-se necessário a análise dos custos referentes aos equipamentos, mão de obra e canteiro de obra, sendo esta uma sugestão à trabalhos futuros.

Para uma análise mais aprofundada da viabilidade econômica dos sistemas construtivos LSF e Monolite como substituição ao concreto armado quando aplicados à construção de HIS são sugeridos, como temas para trabalhos futuros, estudos que tomem como base uma análise dos custos indiretos relativos à mão de obra e equipamentos, levando em conta aspectos como produtividade, redução do tempo de execução da obra, entre outros. Seguire-se, também, a contabilização da execução da fundação para cada uma das estruturas, sendo estes custos diretos das HIS que foram desconsiderados no trabalho e que podem apresentar-se como de grande influência no preço final destas e, por consequência, na viabilidade de substituição ao concreto armado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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 7013:2003** – Chapas e bobinas de aço-carbono zincadas por imersão a quente – Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 9050:2015** – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos – Especificação. Rio de Janeiro, 2015.

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

AVILA, Antonio Victorino; LIBRELOTTO, Liziane Ilha; LOPES, Oscar Ciro. **Apostila:** orçamento de obras. 2003. 67 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil.** 2004. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

BARBOSA, Maysa Fontoura. **Análise de estratégias de execução para edifícios verticais com diferentes sistemas construtivos.** 2005. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier. **Apostila:** Construção de edifícios. 2011. Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, Juiz de Fora, 2011.

BERTINI, Alexandre Araújo. **Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada.** 2002. 221 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço:** dois estudos de caso em Florianópolis. 2007. 127 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento.** 2014. 198 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CERAMICACITY. **O que são verga e contra verga e para que servem?.** Disponível em: <<http://ceramicacity.com.br/blogcity/?q=node/1>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina. **Conjunto habitacional popular: projeto arquitetônico.** Maio, 2002.

_____. Institucional. **Site oficial.** Disponível em: <http://www.cohab.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=67>. Acesso em 26 ago. 2016.

_____. **Memorial descritivo.** Florianópolis. [s. d. a].

_____. **Quantificação de materiais:** casa de 43,00 m². [s. d. b].

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

FORMOSO, Carlos Torres. **Análise dos números-índices de preços da indústria da construção – subsetor edificações.** 1986. 167 p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1986.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel framing: arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2013: resultados preliminares.** Nota técnica. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, 2015.

GAGGINO, Rosana. Light and insulant plates for housing external closure. **Science Direct.** Córdoba, Argentina, p. 1, 2005.

GONÇALVES, Cilene Maria Marques. **Método para gestão do custo da construção no processo de projeto de edificações.** 2011. 182 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame.** 2013. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

LOSSO, Iseu Reichmann. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos: estudo de caso em uma empresa de construção.** 1995. 177 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MONOFORTE. **Sistema construtivo MONOFORTE.** [S.l.: s. d.].

NETO, José Orlando Avesani. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos.** 2008. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

PENNA, Fernando Cesar Firpe. **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 Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel framing: Engenharia.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. 336 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural.** 2008. 153 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Julho, 2016. Disponível em:
<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662>. Acesso em 2 ago. 2016a.

_____. Agosto, 2016. Disponível em:
<http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662>. Acesso em 2 ago. 2016b.

SMART. **Catálogo de produtos (material físico).** Acesso ao material em: 4 nov. 2016.

SOUZA, Angela Cristina Alves Guimarães de. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares.** 2009. 180 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009.

TERMOTÉCNICA. **Monoforte**: Manual de montagem (material digital). Acesso ao material em: 13 fev. 2016.

VALENTINI, Joel. **Metodologia para elaboração de orçamentos de obras civis**. 2009. 72p. Monografia (Especialização) – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

VALIATI, Mário Luiz Sartório; MORAES, Anamaria de. **Ergonomização na construção civil**: constrangimentos posturais e problemas na segurança do trabalho. 2001. 337 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

VIVAN, André Luiz. **Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing**. 2011. 209 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.