



UFPB

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRIANO PINHEIRO VILAR MEIRELES

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE O *SISTEMA LIGHT STEEL FRAME* E O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO APLICADOS A UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

JOÃO PESSOA

2018

ADRIANO PINHEIRO VILAR MEIRELES

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE O *SISTEMA LIGHT STEEL FRAME* E O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO APLICADOS A UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como um dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes

JOÃO PESSOA

2018

M514e Meireles, Adriano Pinheiro Vilar

Estudo comparativo de custos diretos entre o sistema *light steel frame* e o sistema de paredes de concreto aplicados a uma habitação de interesse social./ Adriano Pinheiro Vilar Meireles. – João Pessoa, 2018.

89f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Hidelbrando José Farkat Diógenes.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Sistemas industrializados 2. Déficit habitacional 3. Processo construtivo I. Título.

BS/CT/UFPB

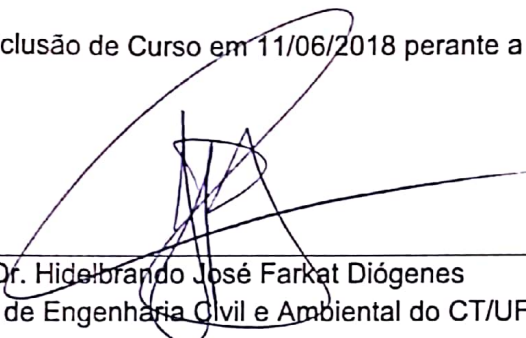
CDU: 2.ed. 654(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

ADRIANO PINHEIRO VILAR MEIRELES

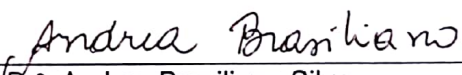
ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE O SISTEMA LIGHT STEEL FRAME E O SISTEMA DE PAREDES DE CONCRETO APLICADOS A UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso em 11/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:



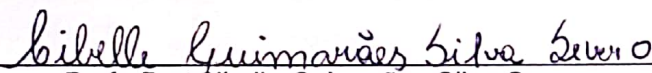
Prof. Dr. Hildebrando José Farkat Diógenes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovado



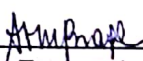
Prof. Dr. Andrea Brasiliano Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovado



Prof. Dr. Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovado



Prof. Ana Cláudia Fernandes Medeiros Braga
Matrícula Siape: 1668619
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Adriana e Marcelo, pela paciência, educação, confiança e todo o amor depositado em mim. A minha irmã, Marcela, companheira em meio as dificuldades da vida.

A minha família, por mais que distante continua sempre próxima.

Ao professor Hidelbrando, pelo apoio e por ter tornado mais leve esse último ano de faculdade.

Aos professores do curso de Engenharia Civil, por melhores ou piores que sejam, toda a experiência vivida e dificuldade superada foi valiosa.

Ao engenheiro Ricardo Lombardi e a empresa JGA por fornecerem o projeto utilizado no estudo de caso, base deste trabalho.

Aos amigos e colegas de curso, sem as informações trocadas, os esforços em conjuntos, ninguém sairia do lugar.

Aos amigos da vida, a família que eu escolhi. Todas as noites de bebidas ou apenas jogando videogames, fizeram a vida mais divertida.

Ao irmão que escolhi para a vida, Guilherme, por sempre, sempre, estar aqui por mim.

Agradeço em especial a Raquel, Mozi, não só pela imensa ajuda neste trabalho, mas pelo amor imensurável, pela coragem nos dias difíceis, pelo apoio sempre que penso em desistir e pela companhia em dias bons, enfim, por tudo. Sem ti não sei o que seria de mim.

RESUMO

A situação de déficit habitacional no país leva à procura de novas técnicas construtivas que sejam de rápida execução e economicamente viáveis. Este trabalho vem apresentar a problemática do déficit habitacional, o conceito de Habitação de Interesse Social (HIS), o estado da arte de um sistema que vem se popularizando no país, o *Light Steel Framing* (LSF), juntamente com um estudo comparativo dos custos diretos de uma HIS construída utilizando o sistema de paredes de concreto armado, sistema já comumente utilizado no estado da Paraíba, e em LSF. A apresentação do LSF é feita através de cada etapa do seu processo construtivo. Já a comparação de custos no estudo de caso é feita baseando-se no orçamento de uma habitação já executada, fornecido pela JGA Engenharia LTDA, e adaptada para o LSF. O LSF mostra um custo de execução elevado em comparação ao sistema de paredes de concreto, porém, por conta do seu menor tempo de execução, o sistema se torna viável devido ao seu retorno financeiro mais rápido.

Palavras-chave: Sistemas industrializados; Déficit habitacional; Processo construtivo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Objetivos	11
1.1.1. Objetivos Gerais	11
1.1.2. Objetivos Específicos	11
1.2. Metodologia	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Habitação de Interesse Social	12
2.1.1. Déficit Habitacional no Brasil e na Paraíba	13
2.1.2. Programas de Auxílio a Moradia.....	16
2.2. Light Steel Framing	17
2.2.1. História	17
2.2.2. No Brasil e na Paraíba	19
2.2.3. Características Gerais	21
2.2.4. Vantagens e Desvantagens	24
2.2.5. Referências Normativas	25
2.3. Metodologia Construtiva	26
2.3.1. Fundação	27
2.3.2. Fixação.....	29
2.3.3. Estrutura.....	34
2.3.4. Fechamento.....	46
2.3.5. Instalações	52
2.4. Custos na Construção Civil	53
3. ESTUDO DE CASO	54

3.1. Apresentação do Projeto	55
3.2. Adequação para <i>Light Steel Framing</i>	58
3.3. Apresentação de Custos e Comparação de Resultados	63
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Déficit habitacional urbano por faixas de renda média familiar mensal (em salários-mínimos) – Brasil – 2013-2014	15
Figura 2 - Elementos do Ballon Framing.....	17
Figura 3 - Construção em Wood Frame.....	18
Figura 4 - Construções em LSF na Paraíba	20
Figura 5 - Aplicações do sistema LSF	21
Figura 6 - Esquema de elementos que compõem uma residência em LSF.....	22
Figura 7 - Fundação radier	28
Figura 8 - Vigas de fundação.....	29
Figura 9 - Efeitos de translação e tombamento	30
Figura 10 – Esquema de ancoragem com fita metálica.....	31
Figura 11 – Esquema de ancoragem com barra roscada tipo “J”	32
Figura 12 - Esquema de ancoragem química com barra roscada	33
Figura 13 - Parabolt e seu modo de aplicação	33
Figura 14 - Painel autoportante em LSF	34
Figura 15 - Parafuso cabeça lentilha com ponta broca.....	35
Figura 16 - Possíveis configurações de vergas	36
Figura 17 - Painel autoportante em LSF com abertura	36
Figura 18 - Fixação das fitas metálicas nos painéis	37
Figura 19 - Prédio em LSF com contraventamento em “X”	38
Figura 20 - Contraventamento em K.....	38
Figura 21 - Estrutura do piso e ligação com os painéis verticais	39
Figura 22 - Ligação executada de painéis horizontais e verticais.....	40
Figura 23 - Laje com contrapiso seco	41
Figura 24 - Fixação de placa oriented strand board no painel horizontal	41
Figura 25 - Esquema de uma cobertura plana em LSF	42
Figura 26 - Telhado inclinado composto por caibros e vigas	43
Figura 27 - Coberta em LSF constituída por tesouras	43
Figura 28 - Esquema de uma escada composta por viga caixa inclinada	44

Figura 29 - Esquema de uma escada composta por painel com inclinação	45
Figura 30 - Esquema de uma escada composta por painéis escalonados e painéis de degrau.....	46
Figura 31 - Fechamento com placas OSB.....	48
Figura 32 - Parafuso autoatarraxante	48
Figura 33 - LSF com fechamento de placas cimentícias	49
Figura 34 - Parafuso cabeça trombeta com ponta broca e asas	49
Figura 35 - Gesso acartonado utilizado no fechamento de paredes internas e forro.....	50
Figura 36 - LSF com diferentes tipos de revestimento	51
Figura 37 - Aplicação de lã de vidro	52
Figura 38 - Abertura nos perfis	53
Figura 39 - Planta baixa da HIS em paredes de concreto	56
Figura 40 - Cortes da HIS em parede de concreto	57
Figura 41 - Painéis verticais LSF	59
Figura 42 - Velocidade média do vento em Salgado de São Félix	60
Figura 43 - Painéis verticais e painel horizontal LSF	61
Figura 44 - Estrutura com placas de fechamento	62
Figura 45 - Estrutura com acabamento externo e coberta.....	63
Figura 46 - Custos de etapas por m ² dos sistemas construtivos	65
Figura 47 - Influência da mão de obra sobre o valor total de construção	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologia de cálculo do Déficit Habitacional – 2015.....	14
Tabela 2 - Déficit Habitacional por situação do domicílio e Déficit Habitacional relativo aos domicílios particulares permanentes e improvisados, no Nordeste e no Brasil – 2015	15
Tabela 3 - Faixas do PMCMV	16
Tabela 4 - PFF e suas utilizações.....	23
Tabela 5 - Áreas da HIS por sistema construtivo.....	58
Tabela 6 - Montantes para pé-direito de 2450mm, suportando um pavimento, telhado e forro	60
Tabela 7 - Vãos máximos para vigas de piso (mm) de vãos múltiplos com enrijecedores de alma	61
Tabela 8 - Custos por etapa e de mão de obra para HIS em paredes de concreto	64
Tabela 9 - Custos por etapa e de mão de obra para HIS em LSF	64
Tabela 10 - Total de dias para a execução de painéis com fechamento uma HIS	67

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos sistemas industrializados utilizados na construção civil caminhou de mãos dadas com o da indústria, tendo em vista a busca por sistemas que diminuíssem os desperdícios, aumentando a qualidade do produto final e que atendessem um tempo de construção menor para suprir a grande demanda de moradias existente com o aumento da população global.

O Brasil, por outro lado, andou muito tempo na contramão dessa tendência e por consequência continua preso ao sistema artesanal de construção úmida, tendo como sistema principal o de concreto armado, que é caracterizado pelo alto índice de perdas de matéria prima e a dependência de uma mão de obra pouco qualificada, que acaba acarretando em uma baixa produtividade.

Essa situação vem agravar o déficit habitacional do país, que segundo a Fundação João Pinheiro, em 2015 correspondia a 6,355 milhões de domicílios, e especificamente na Paraíba encontra-se pouco acima de 123 mil domicílios (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018).

Tendo em mente essas duas condicionantes: O considerável déficit habitacional no país e o espaço no mercado da construção civil para a industrialização dos sistemas construtivos (PENNA, 2009), começam a ser difundidos no Brasil os sistemas mais industrializados, destacando-se entre eles o *Light Steel Framing* (LSF).

Segundo Crasto (2005), temos da expressão do inglês “*steel framing*” o “*steel* = aço” e o “*framing*” que deriva de “*frame* = estrutura, esqueleto, disposição, construção”, podendo ser definido por: processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural em aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma.

Segundo Monteiro (2017), no estado da Paraíba contam-se apenas com sete obras executadas usando LSF executadas por apenas uma empresa. Nesse contexto, o presente trabalho vem ser mais uma ferramenta para acompanhar o estado da arte e verificar o custo do sistema no âmbito local do estado da Paraíba.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Comparar o custo de uma HIS pelo sistema LSF com um sistema já utilizado na construção de HIS na Paraíba, o de paredes de concreto armado.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Apresentar a problemática do déficit habitacional no Brasil e na Paraíba e a importância das Habitações de Interesse Social;
- Apresentar o estado da arte do sistema *Light Steel Framing* no Brasil;
- Realizar a adaptação do projeto para o sistema LSF para orçar os custos diretos aproximado de uma HIS em *Light Steel Framing* baseado em um projeto já executado no sistema de paredes de concreto;
- Fazer a comparação do resultado dos custos diretos concluindo se é vantajosa ou não a utilização do LSF.

1.2. Metodologia

Neste trabalho foi feito primeiramente um estudo sobre o déficit habitacional no Brasil com foco na Habitação de Interesse Social (HIS), apresentando algumas definições, estudos com dados numéricos da situação atual e informações sobre os programas de auxílio a moradia.

Posteriormente fez-se a revisão bibliográfica do sistema *Light Steel Framing* (LSF), apresentando um pouco do seu histórico, características gerais e vantagens e desvantagens encontradas na bibliografia. É feita a descrição dos seus elementos e processos construtivos usuais para um conhecimento inicial do sistema.

Por último acontece o estudo de caso, onde a partir de um projeto fornecido pela empresa JGA Engenharia LTDA é feita uma adaptação para o sistema LSF. A planta original é adaptada para a modulação dos painéis em uma malha de 600mm por 600mm,

e fez-se também uma modelagem com auxílio do programa *Sketchup* para levantamento de insumos. O orçamento dos custos diretos é gerado baseando-se nessa adaptação e é feita uma comparação entre os valores obtidos e o valor original do projeto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo faremos as apresentações pertinentes aos assuntos relacionados com o déficit habitacional e ao sistema construtivo *Light Steel Framing*.

2.1. Habitação de Interesse Social

Habitação em seu sentido primordial é um sinônimo de abrigo, mas com o passar dos anos e desenvolver da sociedade, com a aglomeração do homem em cidades, a habitação passou a ter uma função maior do que meramente abrigar. Para que cumpra suas funções atuais, é preciso além de um espaço confortável, seguro e salubre, que esteja integrado ao seu entorno, onde o sentido de habitação não mais se refere apenas a unidade habitacional, mas todo conjunto em seu entorno também (ABIKO, 1995).

A Habitação de Interesse Social (HIS), habitação popular ou habitação de baixo custo, são denominações genéricas para moradias voltadas para a população de baixa renda, na faixa de 0-3 salários mínimos. Não deve ser entendida como um produto, mas sim como um processo, pois envolve um complexo número de determinantes políticos, sociais, econômicos e jurídicos para o auxílio da aquisição de moradia pela população de baixa renda (ABIKO, 1995).

Não se inclui nesse trabalho as habitações populares do escopo de favelas, casas precárias de periferias e cortiços, pois são tipologias que não se enquadram na definição de habitação adequada dada pela ONU-Habitat, Agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, focando então nas habitações adequadas de padrão popular.

2.1.1. Déficit Habitacional no Brasil e na Paraíba

A Fundação João Pinheiro (FJP), com base nos dados das Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD), elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), vem elaborando relatórios sobre o déficit habitacional no país desde 1995 e é adotado oficialmente pelo Governo Federal.

Os relatórios da FJP, Déficit habitacional no Brasil, trabalham em cima de dois pressupostos, o primeiro é que,

“Em uma sociedade profundamente hierarquizada e extremamente desigual como a brasileira, não se devem padronizar as necessidades de moradia para todos os estratos de renda, e o segundo é de que a discussão do tema habitacional possui fortes interfaces com outras questões recorrentes e complementares.”

Formam-se assim duas vertentes de análise,

“O déficit habitacional e a inadequação dos domicílios. Basicamente o conceito de déficit indica a necessidade de construção de novas moradias para atender à demanda habitacional da população em dado momento. A inadequação de domicílios, por sua vez, não está relacionada ao dimensionamento do estoque de moradias, mas sim às especificidades dos domicílios que prejudicam a qualidade de vida de seus moradores.”

Os dados apresentados a seguir são do último relatório da FJP com base na PNAD de 2015, focando na vertente do déficit habitacional. Na tabela 1 é apresentada a metodologia usada para o cálculo do déficit habitacional pela FJP.

Tabela 1 - Metodologia de cálculo do Déficit Habitacional – 2015

Componentes e subcomponentes do déficit habitacional		Unidades espaciais	Localização	Atributos
Habitação precária	Domicílios rústicos	Brasil, Unidades da Federação e regiões metropolitanas selecionadas	Urbano e rural	Faixas de rendimento em salários mínimos
	Domicílios improvisados			
Coabitação familiar	Famílias conviventes			
	Cômodo			
Ônus excessivo com aluguel				
Adensamento excessivo de domicílios alugados				

Fonte: Fundação João Pinheiro, Déficit Habitacional no Brasil 2015, 2018

Segundo a FJP, o conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. São inclusas aquelas em condições de estrutura precária, sem condições de serem habitadas. É também considerada a necessidade do aumento de estoque para as famílias em estado de habitação precário em termos financeiros, como as que tem dificuldade de pagar alugueis em áreas urbanas ou vivem em estado de coabitação familiar forçada. Se enquadra aqui também outras construções usadas para a moradia familiar e que não são imóveis residenciais. O déficit habitacional pode ser entendido, portanto, como déficit por reposição de estoque e déficit por incremento de estoque.

Em 2015, segundo os dados apresentados na tabela 2, tivemos um déficit habitacional de 6,3 milhões de habitações, com um crescimento de 4,74% se comparado ao ano anterior. Especificamente na Paraíba, esse déficit foi pouco mais de 123 mil habitações, sendo 8,73% menor se comparado ao ano anterior, o que nos mostra a preocupação do poder público no estado com essa problemática.

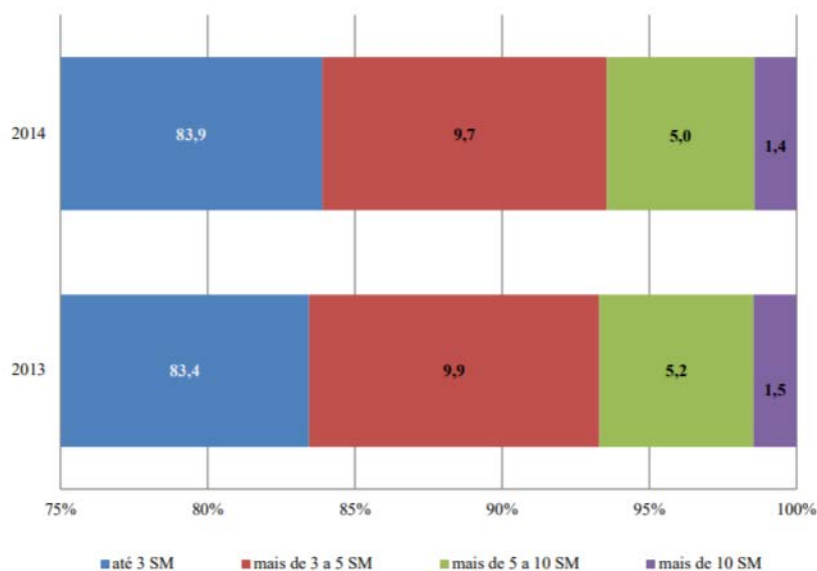
Tabela 2 - Déficit Habitacional por situação do domicílio e Déficit Habitacional relativo aos domicílios particulares permanentes e improvisados, no Nordeste e no Brasil – 2015

Especificação	Total	Urbana	Rural	Total Relativo
Nordeste	1.971.856	1.442.690	529.166	11,0
Maranhão	392.308	172.333	219.975	20,0
Piauí	104.215	74.410	29.805	10,9
Ceará	302.623	224.740	77.883	10,7
<i>RM Fortaleza</i>	147.111	144.057	3.055	12,3
Rio Grande do Norte	115.558	97.833	17.724	10,6
Paraíba	123.358	109.275	14.083	9,8
Pernambuco	285.251	240.811	44.440	9,6
<i>RM Recife</i>	130.142	127.299	2.843	10,2
Alagoas	96.669	79.829	16.840	9,2
Sergipe	90.173	74.829	15.344	12,8
Bahia	461.700	368.630	93.071	10,1
<i>RM Salvador</i>	139.173	137.016	2.158	9,2
Brasil	6.355.743	5.572.700	783.043	9,3
<i>Total das RMs</i>	1.829.941	1.811.542	18.400	8,9
Demais áreas	4.525.802	3.761.158	764.643	9,5

Fonte: João Pinheiro, Déficit Habitacional no Brasil 2015, 2018

No relatório de 2015 não foi nos apresentado o déficit habitacional urbano segundo faixas de renda familiar em salários-mínimos, que em 2014 se encontrava na seguinte situação (Figura 1):

Figura 1 - Déficit habitacional urbano por faixas de renda média familiar mensal (em salários-mínimos) – Brasil – 2013-2014



Fonte: Fundação João Pinheiro, Déficit Habitacional no Brasil 2013-2014, 2016

2.1.2. Programas de Auxílio à Moradia

A procura para soluções da problemática do déficit habitacional no Brasil vem desde 1946, quando em uma intervenção do Governo Vargas foi instituído o Decreto-Lei nº 9.218 na criação da Fundação da Casa Popular. Em 1964 houve a criação do Banco Nacional da Habitação, que deu novos rumos a política habitacional brasileira, em 2003 a criação do Ministério das Cidades, 2004 aprovado a Política Nacional de Habitação, em 2007 lançado o Programa de Aceleração do Crescimento e em 2009 criado o mais recente Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), gerenciado pela Caixa Econômica Federal (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2012).

Atualmente o PMCMV se encontra em sua terceira fase, que teve início em 2016, onde a meta é a aquisição de mais 2 milhões de unidades habitacionais até o final do ano presente, com um investimento de R\$210 bilhões (SIENGE, [2017?]).

Existem duas formas de participar do PMCMV, se a família tiver renda bruta de até R\$1.800 deve-se fazer o cadastro junto a prefeitura da cidade para participação do sorteio do benefício, se a renda familiar for de R\$1.800 a R\$6.500 deve-se entrar em contato com a Caixa Econômica ou com o Banco do Brasil para realizar a simulação do financiamento. Existem quatro faixas de salários englobadas no PMCMV, mostrados na tabela 3.

Tabela 3 - Faixas do PMCMV

	Renda familiar	Valor máximo do imóvel	Necessidade de entrada	Análise de risco	Comprovação de Renda	Aceita "nome sujo"	Juros (a.a)
Faixa 1	até R\$1.800	R\$96.000	Não	Não	Não	Sim	-
Faixa 1,5	R\$1.800 até R\$2.350	R\$135.000	Não	Não	Não	Sim	5%
Faixa 2	R\$2.350 até R\$3.600	R\$225.000	Sim	Sim	Sim	Não	5,5% até 7%
Faixa 3	R\$3.600 até R\$6.500	R\$225.000	Sim	Sim	Sim	Não	8,16% até 9,16%

Fonte: SIENGE, disponível em <https://www.sienge.com.br/minha-casa-minha-vida/>, acessado em 11/05/2018, adaptado pelo autor.

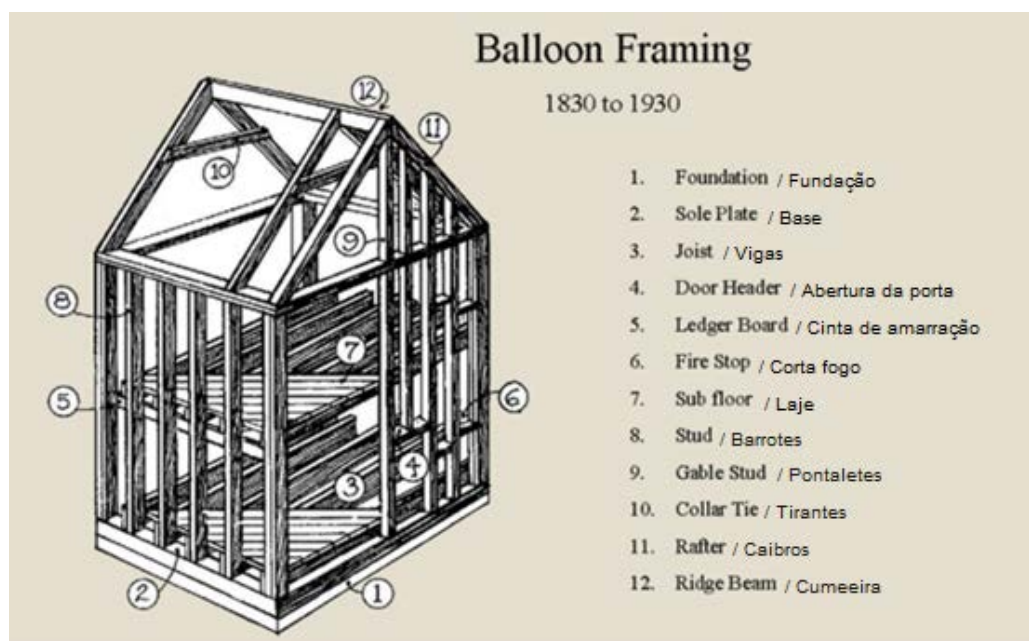
Os empreendimentos devem atender as especificações mínimas especificadas no anexo B, que se referem a padrões mínimos de desempenho urbano. As habitações também devem atender a Norma de Desempenho NBR-15.575/13.

2.2. Light Steel Framing

2.2.1. História

Por volta de 1800 o crescimento dos Estados Unidos estava em alta com a imigração vinda da Europa e com a conquista do Centro-Oeste. Esse crescimento veio associado a demanda de moradias, para isso precisava-se de um método rápido e pratico que aproveitasse a matéria prima com custo eficiente que existia na época, a madeira. Para resolver essas necessidades o método construtivo conhecido como *Balloon Framing* (Figura 2) foi criado, utilizando peças de madeira serradas de pequenas seções intervaladas em 400 ou 600 mm, e veio dar origem ao sistema padrão de construção residencial nos Estados Unidos, o *Wood Frame* (Figura 3).

Figura 2 - Elementos do *Balloon Framing*



Fonte: Disponível em <http://www.inquiring-eye.com/anatomy/framing.htm>, acessado em 25/04/2018, tradução nossa

Figura 3 - Construção em *Wood Frame*

Fonte: Disponível em <http://www.understandconstruction.com/wood-framed-construction.html>, acessado em 25/04/2018

O *Light Steel Frame* veio a luz com o grande desenvolvimento da indústria de aço, e na Feira Mundial de Chicago em 1933 feita a apresentação do protótipo de uma residência utilizando o sistema, e se fortaleceu no período da 2ª Guerra Mundial, quando houve um aquecimento da economia estadunidense e o crescimento da produção de aço, culminando na evolução dos processos de fabricação dos perfis formados a frio e a substituição da madeira por esse material mais resistente e capaz de resistir melhor as catástrofes naturais (CRASTO, 2005).

Em 1980 diversas florestas foram fechadas a indústria madeireira, o que desestabilizou o mercado e anos depois, em 1991, culminou no aumento de 80% do custo da madeira em apenas quatro meses, o que fez o mercado fazer uma mudança instantânea para o aço (BEVILAQUA, 2005).

O aço galvanizado tem sido usado com sucesso a mais de 60 anos em estruturas de LSF e em outros componentes na construção de casas e pequenos edifícios residenciais na Austrália, Japão, França, EUA e Canadá. Nos EUA, mais de 500 mil casas foram construídas em LSF entre 1999 e 2009, e na Austrália a participação no mercado no setor residencial cresceu para aproximadamente 13%, que se traduz em 17 mil novas casas por ano (WAY et al, 2009).

2.2.2. No Brasil e na Paraíba

O sistema a seco começou a ser utilizado no Brasil nas paredes internas de vedação através do *drywall* na década de 90, e em 1998 surgiram as primeiras construções em LSF, sendo um produto tecnológico novo no país teve seus primeiros grandes projetos focados na construção residencial de médio e alto padrão, a fim de romper os paradigmas sociais, formar opiniões e adequar as possibilidades de financiamento existentes (PORTAL METALICA, [entre 2002 e 2010]).

Ainda na década de 90 algumas construtoras começaram a importar kits pré-fabricados de casas em LSF sem qualquer adaptação para a realidade brasileira, e ainda assim foi percebido o alto padrão construtivo eficiente do sistema (CRASTO, 2005).

Existem dois motivos pelos quais o sistema não é mais difundido no Brasil, o primeiro deles sendo o fator cultural. O costume criado pela cultura do concreto dá uma falsa percepção de relação da segurança a uma estrutura maciça, e quando se deparam com uma estrutura mais leve como a do LSF, tem a sensação que é uma construção frágil. Isso ocorre principalmente no setor residencial, pois os setores comercial e industrial têm como característica a fácil absorção de novas tecnologias. A medida que mais casos de sucesso do uso de LSF vão surgindo pelo Brasil, aumenta o interesse por esse método construtivo tornando assim mais fácil a aceitação do mesmo. O segundo motivo é a informalidade no método construtivo convencional, que torna a competição injusta quanto ao custo de execução do serviço, por mais que a qualidade da mão de obra informal não seja garantida (OLIVEIRA, 2013).

Apesar disso, hoje já existem Normas Brasileiras que padronizam os requisitos mínimos do dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio (NBR 14762:2010) e perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações (NBR 15253:2014). O Centro Brasileiro de Construção em Aço criou manuais como *Steel Framing: Arquitetura* (Desenhos Técnicos Incluídos), que foi atualizado para a sua segunda versão em 2012, ajudando arquitetos a entender o sistema e utilizar ao máximo seu potencial construtivo, seguido pelo manual *Steel Framing: Engenharia*, atualizado para a sua segunda versão em 2016, trazendo

como objetivo orientar engenheiros quanto a concepção do projeto estrutural e dimensionamento de uma edificação utilizando LSF.

Segundo Monteiro (2017), a utilização do sistema LSF na Paraíba veio acontecer apenas em 2015, ainda assim ele veio sendo utilizado como sistema estrutural misto, onde a estrutura é metálica e os painéis de LSF vem apenas para o fechamento da estrutura, desperdiçando assim o potencial do sistema.

Ainda segundo Monteiro (2017), como já foi mencionado na introdução do presente trabalho, existem apenas sete obras que utilizam o LSF na Paraíba, sendo 1 na cidade de Bananeiras, 3 no município de Cabedelo e 3 na capital João Pessoa. Os tipos de obras são em sua maioria sobrados em condomínios horizontais, e também já foi empregado em um prédio comercial de 3 pavimentos. A Figura 4 mostra algumas dessas construções.

Figura 4 - Construções em LSF na Paraíba



Fonte: Disponível em <https://www.instagram.com/ambienteidealpb/>, acessado em 10/05/2018

Há então a plena convicção que o sistema LSF é pouco utilizado e difundido na região, com isso não existe a demanda, e, portanto, não existem fornecedores. Por não existirem fornecedores, não existem empresas que trabalham com esse sistema construtivo, não sendo possível a criação da demanda, tornando assim um ciclo vicioso de alienação do mercado quanto ao LSF (OLIVEIRA, 2013).

2.2.3. Características Gerais

Para Crasto (2005), o LSF é um sistema de processo altamente industrializado, que possibilita uma grande agilidade da sua construção por ser um sistema a seco. Com o avanço técnico existente no sistema, ele não está ligado apenas ao estilo arquitetônico peculiar ou de alta tecnologia. Além disso tem diversas aplicações, como residências unifamiliares, edifícios de até quatro pavimentos, hotéis, hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino, unidades modulares e reforma de fachadas (*retrofit*) de edificações. Alguns exemplos são mostrados na Figura 5.

Figura 5 - Aplicações do sistema LSF

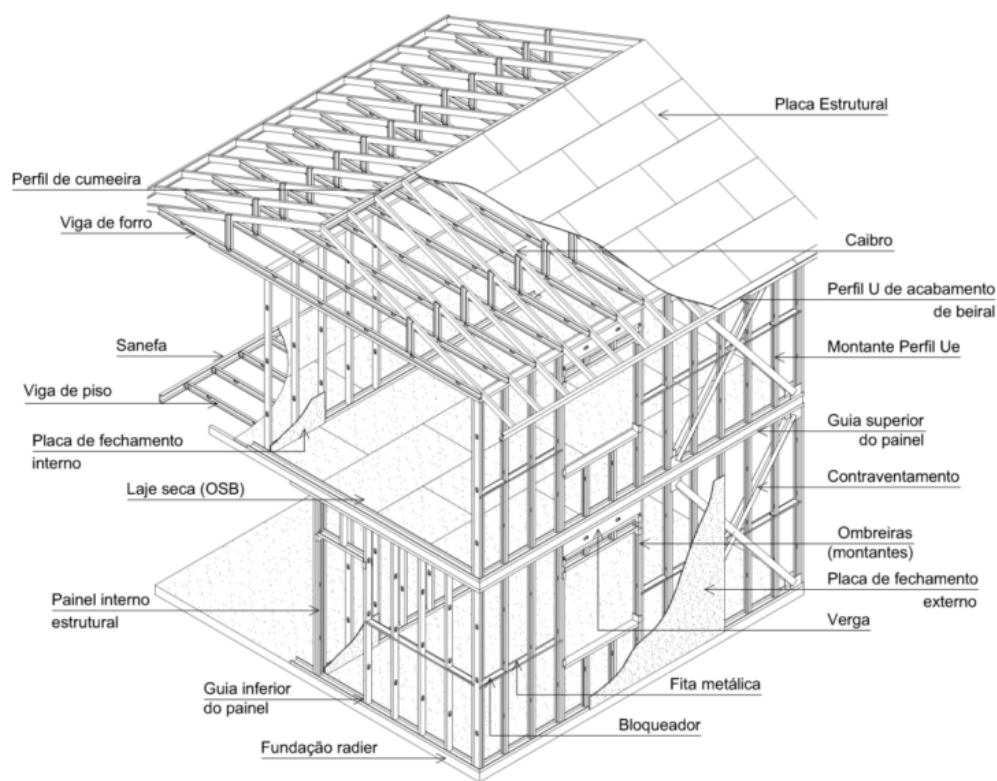


Fonte: Adaptado de Crasto, 2005

Um aspecto particular do LSF que acaba por diferencia-lo de outros sistemas é que ele é composto não só pelos painéis estruturais, como também por uma quantidade de elementos e subsistemas que funcionam em conjunto. Como uma comparação

ilustrativa para melhor entendimento, podemos associar com o corpo humano, onde os perfis formados a frio que formam a estrutura do LSF são os ossos, as fixações são as articulações e tendões, os contraventamentos são os músculos e o isolamento termo acústico, esquadrias e fechamentos correspondem a epiderme e os mecanismos de respiração e transpiração. O modo de interrelação desses sistemas permite que o edifício funcione corretamente em sua totalidade, e este conceito leva a otimização dos materiais, mão de obra e tempo de execução, juntamente com a otimização final dos custos. Na Figura 6 é apresentado o esquema dos elementos que compõem o LSF (CONSUL-STEEL, 2013).

Figura 6 - Esquema de elementos que compõem uma residência em LSF



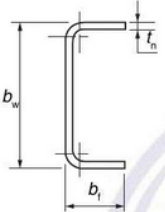
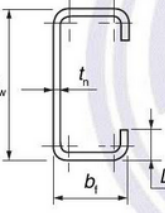
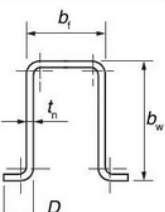
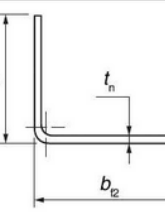
Fonte: Crasto, 2005

Sobre o sistema estrutural da construção, esse pode ser subdividido em vertical e horizontal. Os dois se correlacionam no sentido de que o subsistema vertical suporta as cargas transmitidas pelo subsistema horizontal, mas o mesmo, por ter perfis esbeltos que acabam por não serem estáveis separadamente, precisa da amarração do subsistema

horizontal para se manter em posição. As cargas suportadas pelo subsistema vertical são as de piso e coberta através dos esforços de flexão e as cargas horizontais através das ações dos contraventamentos (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2016).

Os perfis usualmente utilizados para a formação dos painéis autoportantes, painéis de fechamento, vigas de piso e coberta estão apresentados na tabela 5.

Tabela 4 - PFF e suas utilizações

Seção transversal	Denominação ABNT NBR 6355	Utilização
	<p><i>U</i> simples <i>U</i> $b_w \times b_f \times t_n$</p>	<p>Guia Ripa Bloqueador Guia de entrepiso Terça</p>
	<p><i>U</i> enrijecido <i>Ue</i> $b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga Terça Guia enrijecida (sistema com encaixes estampados)</p>
	<p>Cartola <i>Cr</i> $b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Ripa</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais <i>L</i> $b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$</p>	<p>Cantoneira</p>

Fonte: NBR 15253:2014

2.2.4. Vantagens e Desvantagens

Todo sistema construtivo tem suas vantagens e desvantagens de acordo com a finalidade de utilização, fatores econômicos e condicionantes locais.

Segundo Crasto (2005), além do já comentado alto nível de industrialização, as vantagens da utilização do LSF são:

- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio já que são largamente utilizados pela indústria;
- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura;
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;
- Construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício;
- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;
- Facilidade na execução das ligações;
- Rapidez de construção;
- O aço é um material incombustível;
- O aço é 100% reciclável;
- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

Já as desvantagens estão ligadas principalmente a dois pontos, a leveza da estrutura e a cultura da construção molhada no Brasil:

- Pela leveza da estrutura se limita a um número máximo de 5 pavimentos em uma edificação (PEDROSO; FRANCO; BASSO; BOMBONATO, 2014);

- Dependendo do material utilizado no fechamento dos painéis, se escolhido um material frágil, há a possibilidade de danificar o material ao se pendurar objetos pesados;
- Já citado no item 2.2.2 deste trabalho, existe a crença cultural de segurança na estrutura mais robusta do concreto armado, fazendo a população desacreditar na resistência do LSF.

2.2.5. Referências Normativas

Segundo o Centro Brasileiro de Construção em Aço (2016), enquanto um texto-base para a normatização do LSF está em desenvolvimento, as normas de referência utilizadas são:

- ABNT NBR 6355 – Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio – Padronização
- ABNT NBR 14715 – Chapas de Gesso Acartonado – Requisitos
- ABNT NBR 14717 – Chapas de Gesso Acartonado – Determinação das Características Físicas
- ABNT NBR 14762 - Dimensionamento de Estruturas de Aço Constituídas por Perfis Formados a Frio – Procedimento
- ABNT NBR 15217 – Perfis de Aço para Sistemas de Gesso Acartonado – Requisitos
- ABNT NBR 15253 – Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações - Requisitos Gerais
- ABNT NBR 15498 – Placa Plana Cimentícia sem Amianto – Requisitos e Métodos de Ensaio
- Diretriz SINAT N° 003: Sistemas Construtivos em Perfis Leves de Aço Conformados a Frio, com Fechamento em Chapas Delgadas (sistema leves tipo *Light Steel Framing*).

2.3. Metodologia Construtiva

O LSF pode ser construído seguindo um dos três métodos (CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2012):

- *Stick*

Os perfis e elementos estruturais são cortados e montados in loco. Os perfis podem vir previamente perfurados para a passagem das instalações e os demais subsistemas (fechamento, isolamento termo acústico, revestimento) são instalados após a montagem da superestrutura.

Nesse método não há a necessidade de existir um local para a pré-fabricação, existe a facilidade do transporte dos perfis não montados ao canteiro, e apesar do aumento de atividades na obra, as ligações dos elementos são de fácil execução.

- Painéis

Os elementos estruturais e não-estruturais, como painéis, contraventamentos, lajes e tesouras de cobertura, são pré-fabricados fora do canteiro e suas conexões são feitas in loco por meio de parafusos autobrocantes e autoatarraxantes. Os materiais de fechamento também podem ser aplicados em fábrica ou sua colocação pode ser feita pós junção da estrutura.

Esse método proporciona uma maior velocidade na montagem juntamente com uma minimização do trabalho em obra, um maior controle na produção das peças e um aumento de precisão dos elementos por condições mais propícias de montagem em fábrica.

- Construção Modular

Unidades completamente pré-fabricadas, com seu sistema estrutural e subsistemas todos montados em fábrica, e as unidades são levadas apenas para locação no terreno. As unidades podem ser estocadas lado a lado ou em sua forma de construção final, uma sobre as outras.

Exemplos comuns desse método são os módulos de banheiro para obras comerciais ou residenciais de grande porte.

2.3.1. Fundação

De acordo com a NBR 6122 projeto e execução de fundações, deve-se fazer uma investigação geotécnica preliminar no terreno com pelo menos os ensaios de sondagem a percussão com SPT, a fim de classificar o solo, medir o índice de resistência a penetração N_{spt} para a aproximação da capacidade de carga do solo e medir o nível do lençol freático.

Para uma estrutura leve como a do LSF a infraestrutura se resume a uma fundação superficial, onde as cargas são recebidas diretamente pela fundação que distribui essas tensões sob sua base, e seu leito de fundação se encontra assentado em geral de 1,5 a 2 metros de profundidade. Podemos ter como opções o radier ou as vigas de fundação.

É válido salientar que independentemente do tipo de fundação direta escolhida em projeto, há a necessidade de um tratamento de impermeabilização, evitando possíveis patologias relacionadas a umidade devido a capilaridade da água.

2.3.1.1. Radier

O radier (Figura 7) é essencialmente uma laje de concreto armado que se apoia diretamente no solo. Sua execução também exige a presença de vigas abaixo dos painéis estruturais afim de fornecer rigidez nesse plano da fundação. Antes da concretagem deve-se locar as esperas das instalações que passarão pelo solo.

Segundo Penna (2009), esse é o tipo de fundação que permite a maior rapidez na montagem em série de casas, que é o caso quando se vai construir um conjunto habitacional de HIS.

Figura 7 - Fundação radier



Fonte: Disponível em <http://www.suaobra.com.br/dicas/inicio-da-obra/fundacao-tipo-radier>, acessado em 15/05/2018

Para evitar as patologias relacionadas a umidade comentadas no item anterior, deve-se construir o radier por cima de uma manta, ou manter uma distância entre a base do radier e o contrapiso de no mínimo 15 centímetros. Esse tipo de fundação também evita patologias de recalque, por ser contínua, proporciona o recalque uniformizado da estrutura.

2.3.1.2. Vigas de Fundação

As vigas de fundação (Figura 8), como seu nome já diz, são vigas construídas para servir de fundação, abaixo de paredes, no caso do LSF sob os painéis estruturais, e distribuem as cargas da estrutura uniformemente para o solo. Podem ser construídas em pedra argamassada, alvenaria, concreto simples ou armado e são construídas em pequenas valas no terreno.

O contrapiso nesse tipo de fundação pode ser executado em concreto sobre o terreno adensado ou apoiando um painel de laje de LSF sobre a fundação.

Usualmente é exigido uma grande quantidade de formas para execução desse tipo de fundação, que acaba fugindo do propósito de construção rápida que o LSF proporciona, logo, esse tipo de fundação é usada dependendo da necessidade do projeto.

Figura 8 - Vigas de fundação

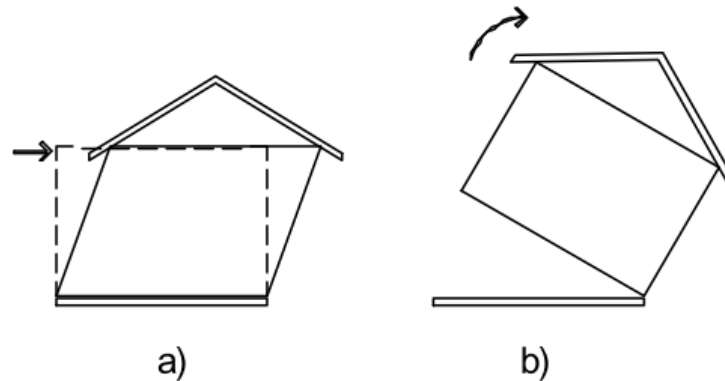


Fonte: Disponível em <http://www.suaobra.com.br/dicas/inicio-da-obra/confira-os-metodos-de-construcao-com-viga-baldrame-no-portal-sua-obra>, acessado em 15/05/2018

2.3.2. Fixação

É por meio da ancoragem que a estrutura dos painéis autoportantes transmite os esforços a fundação. A boa interação desses dois elementos estruturais evita o movimento de translação, Figura 9 a), e tombamento, Figura 9 b), que a estrutura pode sofrer por meio das ações horizontais do vento.

Figura 9 - Efeitos de translação e tombamento



Fonte: Crasto, 2005

O sistema de fixação a ser utilizado é definido pelo projeto de cálculo estrutural e deve ser escolhido pensando em condicionantes como condições climáticas, cargas recebidas pela estrutura e tipo de fundação a ser executada. As ancoragens podem se classificar nas executadas juntamente com a fundação ou pós fundação (*CONSUL-STEEL*, 2013).

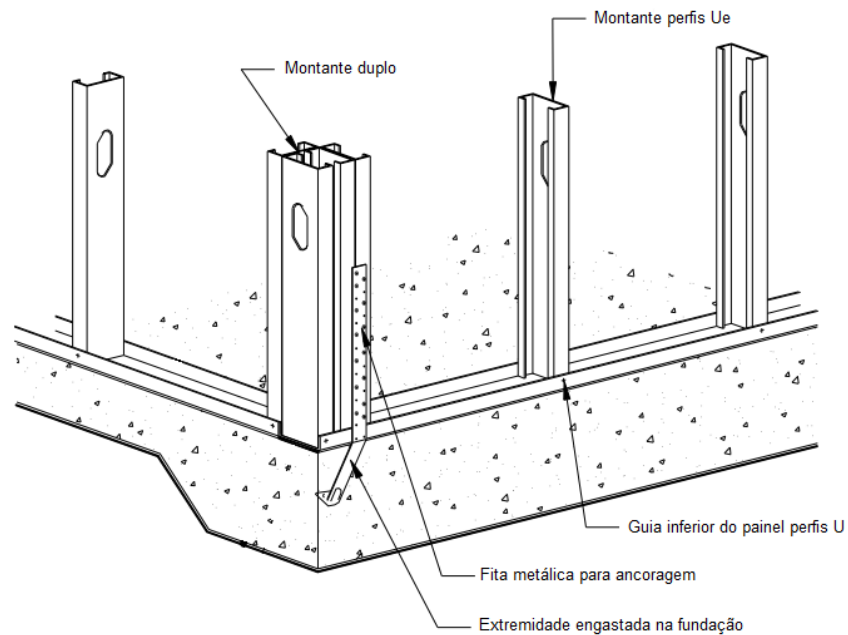
2.3.2.1. Executadas Juntamente com a Fundação

Os fixadores são posicionados na forma da fundação antes de ocorrer a concretagem, permitindo assim a fusão do elemento de âncora a fundação. Os mais utilizados desse tipo são (*CRASTO*, 2005):

- Ancoragem com fita metálica

É feita utilização de uma fita metálica com uma de suas metades engastada na fundação e a outra parafusada nos montantes da estrutura, esse esquema é apresentado na Figura 10. Segundo *Consul-Steel* (2013), uma recomendação é que não se deve parafusar a fita nos montantes que se encontram abaixo de esquadrias, conhecidos como *cripples*.

Figura 10 – Esquema de ancoragem com fita metálica

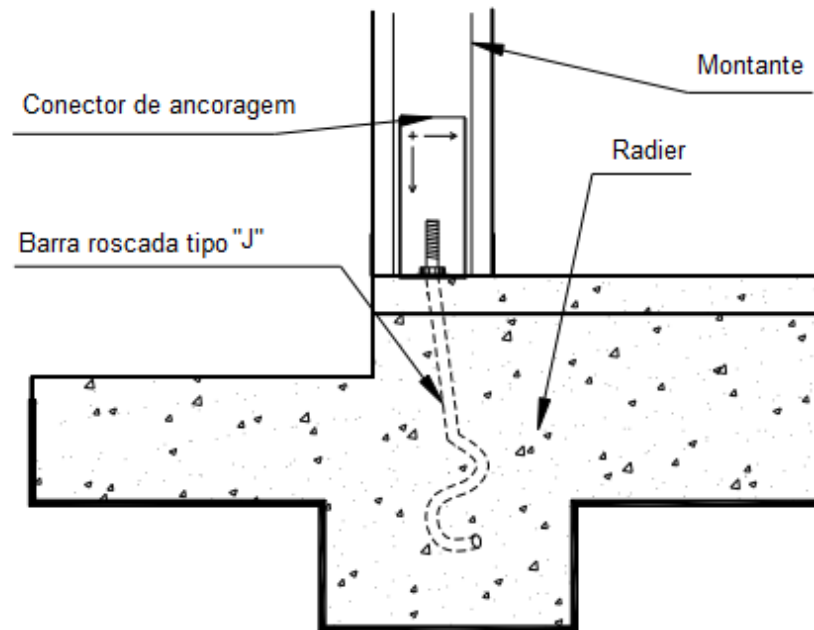


Fonte: *Consul-Steel*, 2013, tradução nossa

- Ancoragem com barra roscada tipo “J”

Uma barra roscada do tipo “J” com sua parte curvada engastada a fundação. Sua parte reta fica de fora da estrutura onde posteriormente são encaixadas as guias ou montantes, exemplificado na Figura 11. Quando fixado as guias inferiores, faz-se necessário o uso de um reforço de perfil Ue com comprimento mínimo de 150 milímetros. Esse tipo de ancoragem não é recomendado devido ao grau de dificuldade da locação correta do fixador (CRASTO, 2005).

Figura 11 – Esquema de ancoragem com barra roscada tipo “J”



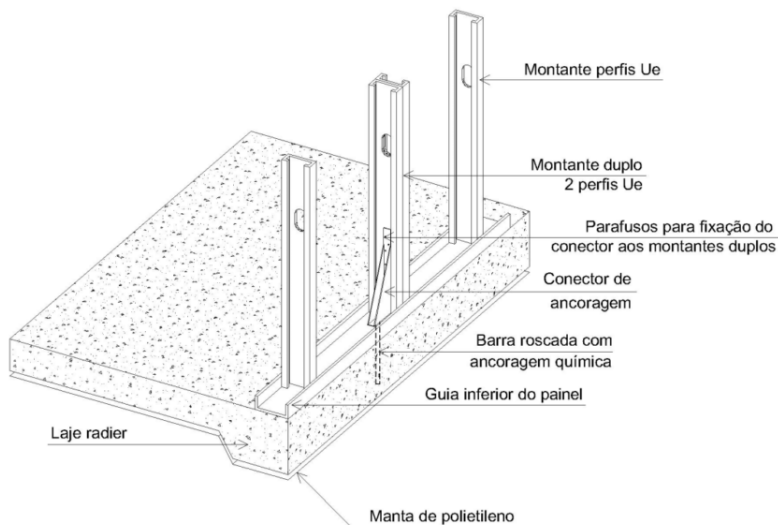
Fonte: Adaptado de *Consul-Steel*, 2013

2.3.2.2. Executadas Pós Fundação

- Ancoragem química com barra roscada

Uma barra roscada com arruela e porca é fixada a fundação por meio de perfuração e preenchimento com cola a base de epóxi formando o engastamento. Essa barra roscada se conecta ao painel por meio de uma peça metálica que se fixa a guia por meio do rosqueamento da barra e a um montante, normalmente duplo, por meio de aparafusamento. O esquema desse tipo de ancoragem está presente na Figura 12.

Figura 12 - Esquema de ancoragem química com barra roscada

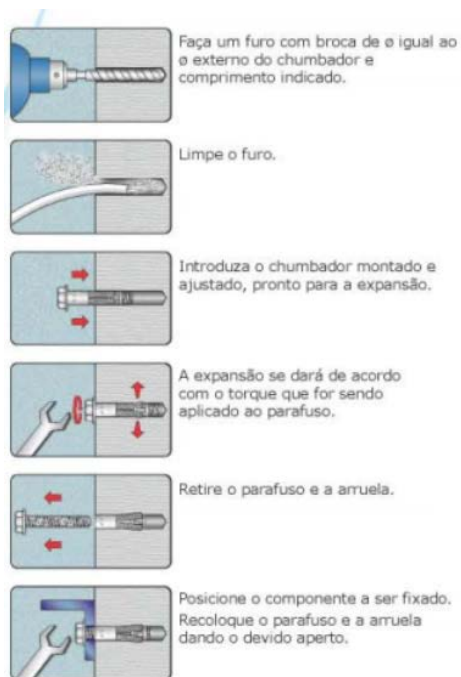


Fonte: Crasto, 2005

- Ancoragem expansível com *parabolts*

O parabolt (Figura 13) é um chumbador mecânico que tem uma “camisa” de expansão que se fixa na estrutura quando o chumbador sofre o torque.

Figura 13 - Parabolt e seu modo de aplicação



Fonte: Disponível em <http://www.nominimo.com.br/chumbador.html>, acessado em 15/05/2018

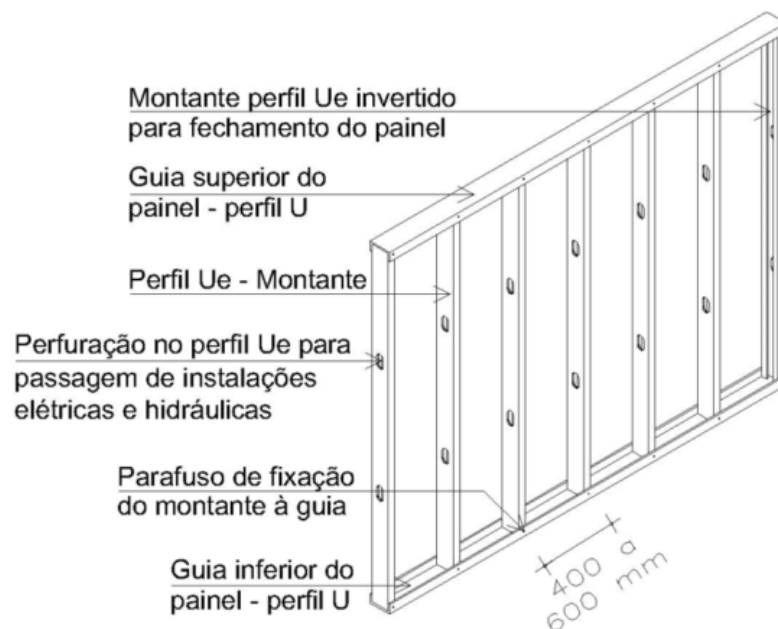
2.3.3. Estrutura

2.3.3.1. Painéis

Os painéis podem ser estruturais ou ter função apenas de fechamento. Os painéis estruturais ou autoportantes são responsáveis por receber os esforços verticais, do peso próprio da estrutura por completo, e os esforços horizontais, da ação dos ventos, e transmitir para outros painéis, para vigas ou diretamente a fundação através das ancoragens mencionadas no item 2.3.2.

São formados pela junção de perfis Ue dispostos verticalmente, que atuam como montantes, e perfis U dispostos horizontalmente, que atuam como guias para os montantes. Os montantes normalmente têm espaçamento modular e a depender da carga a ser suportada podem estar na modulação de 600, 400 ou 200 milímetros. Quanto menor o espaçamento, maior o número de montantes, conseqüentemente menor terá que ser a carga suportada de cada um e menor será sua espessura. Já as guias são uma espécie de amarração dos montantes, dando forma e estabilidade aos painéis. A Figura 14 mostra um painel genérico e seus elementos.

Figura 14 - Painel autoportante em LSF



Fonte: Crasto, 2005

Deve-se prestar atenção na transferência de carga vertical de um painel para outro, onde os montantes devem estar alinhados entre si e com as vigas de piso, que serão abordadas no próximo item, para que haja a transferência direta dos esforços.

Segundo Crasto (2005), os parafusos mais utilizados para a fixação entre montantes e guias são os cabeça lenticilha com ponta broca (Figura 15).

Figura 15 - Parafuso cabeça lenticilha com ponta broca

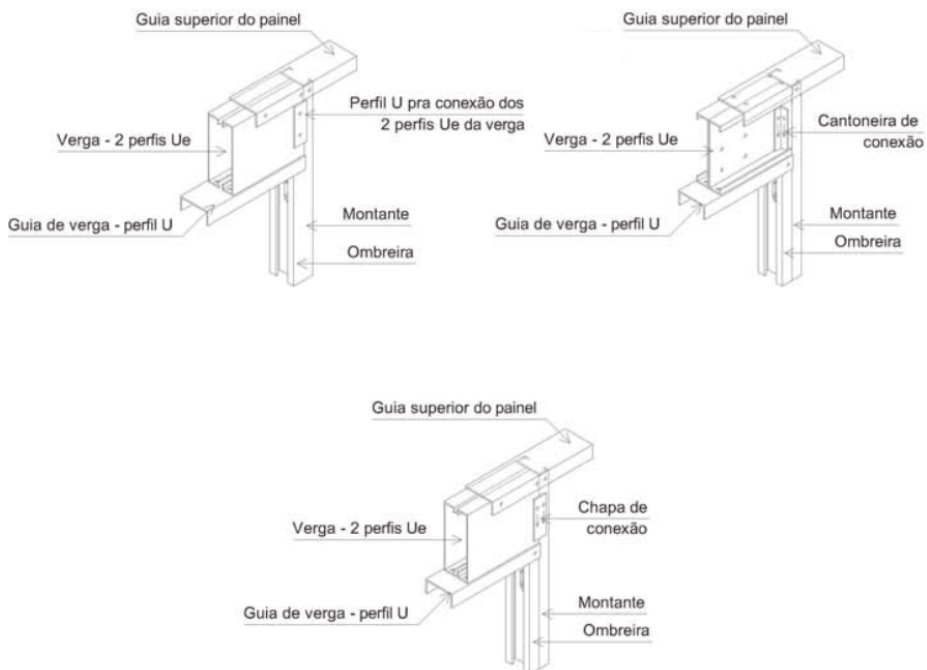


Fonte: Disponível em <https://www.wurth.com.br/wurth/b2c/produto?R=PARAFUSO-AUTO-ATARRAXANTE-CABEÇA-LENTILHA-TORX-PONTA-BROCA-ZN-prod780001-60002>, acessado em 15/05/2018

Para as aberturas de esquadrias faz-se necessário o uso vergas e ombreiras para a redistribuição dos esforços nos montantes interrompidos.

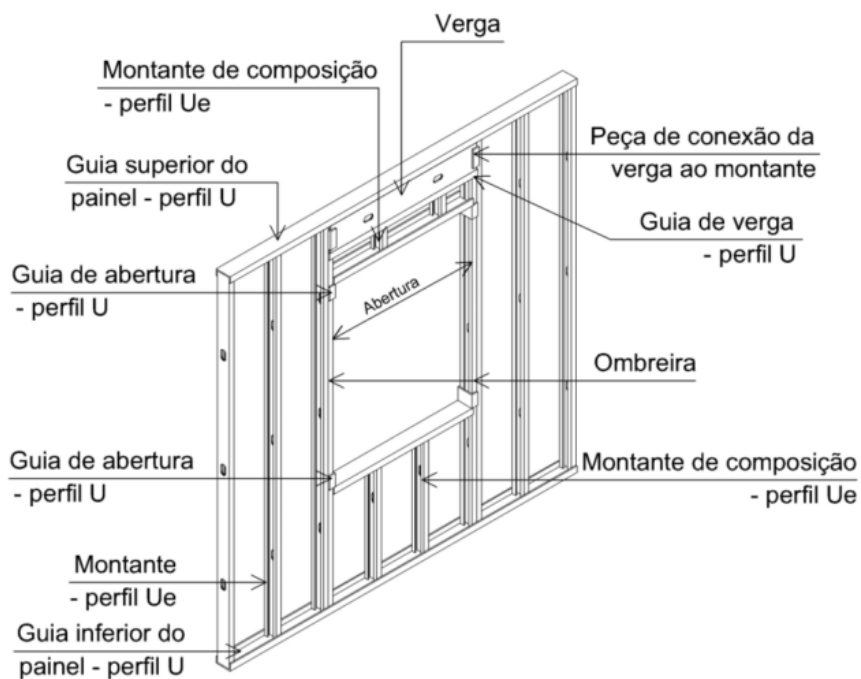
As vergas são elementos normalmente formados por dois perfis U e fixados em suas extremidades por perfis U, e sua função é transmitir a carga dos montantes interrompidos para as ombreiras. Por sua vez, as ombreiras são montantes que delimitam lateralmente a abertura da esquadria, pode variar de quantidade dependendo da carga a ser absorvida onde, segundo *Consul-Steel* (2013), uma aproximação a ser feita da quantidade de ombreiras de cada lado é dividir o número de *cripples* por dois, quando esse número for ímpar, soma-se 1. Na Figura 16 é apresentado as possíveis configurações de uma verga utilizando os perfis mencionados, e na Figura 17 a sua utilização em um painel.

Figura 16 - Possíveis configurações de vergas



Fonte: Crasto, 2005

Figura 17 - Painel autoportante em LSF com abertura

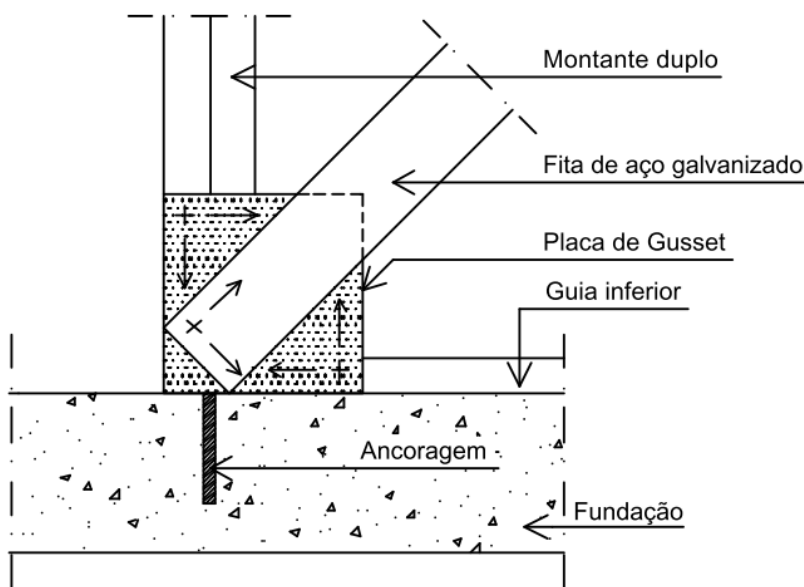


Fonte: Crasto, 2005

Para finalizar a composição dos painéis, tem-se ainda o contraventamento. Os montantes dos painéis são elementos que resistem a cargas axiais, a estrutura então precisa de um elemento para aumentar sua rigidez suportar os esforços horizontais, esses elementos mais usuais são os contraventamentos em “X”.

O contraventamento em “X” (Figura 19) se dá por uma fita metálica de tamanho especificado por cálculo estrutural, que é colocada na face dos painéis e afixada por placas de aço galvanizado, chamadas de placas *Gusset* (Figura 18), e o local de fixação deve coincidir com a ancoragem do painel a fundação, para que os esforços sejam transmitidos diretamente a ela.

Figura 18 - Fixação das fitas metálicas nos painéis



Fonte: Crasto, 2005

Figura 19 - Prédio em LSF com contraventamento em “X”



Fonte: Disponível em <http://www.newsteelconstruction.com/wp/best-practice-for-light-steel-framing/>, acessado em 15/05/2018

Há também o contraventamento em “K”, utilizado quando a largura das aberturas em um painel é maior do que a metade do comprimento total do painel. Esse contraventamento é feito com o mesmo perfil Ue utilizado para os montantes, posicionado com uma diagonal entre montantes, como na Figura 20.

Figura 20 - Contraventamento em K



Fonte: Disponível em <https://blogdaengenharia.com/conheca-o-sistema-de-construcao-a-seco-light-steel-frame/>, acessado em 15/05/2018

Os painéis não estruturais têm a mesma estrutura de perfis montantes Ue e guias em perfis U, mas não tem a função de transmissão de cargas, logo, os perfis utilizados nesse tipo de painel são de menor espessura. Quanto a aberturas, em painéis não estruturais não há a necessidade de utilização de vergas e ombreiras, sendo a abertura apenas composta de guia superior e inferior interrompendo os montantes na dimensão desejada da esquadria.

2.3.3.2. Lajes

A composição das lajes no sistema LSF se resume simplificada a um painel em posição horizontal. Os montantes passam a ser denominados de vigas de piso e deve seguir a mesma modulação de espaçamento dos painéis da estrutura vertical. As vigas de piso transmitem a carga de utilização do pavimento para os montantes dos painéis horizontais conectados a ela.

As almas das vigas de piso e dos montantes devem coincidir para dar a garantia que predominarão os esforços axiais na estrutura, como apresentado na Figuras 21 e 22. No encontro das vigas de piso com os montantes, a depender das cargas transmitidas pelo painel superior, as vigas devem receber enrijecedores de alma (reforço com perfil Ue) para evitar o seu esmagamento (CRASTO, 2005).

Figura 21 - Estrutura do piso e ligação com os painéis verticais

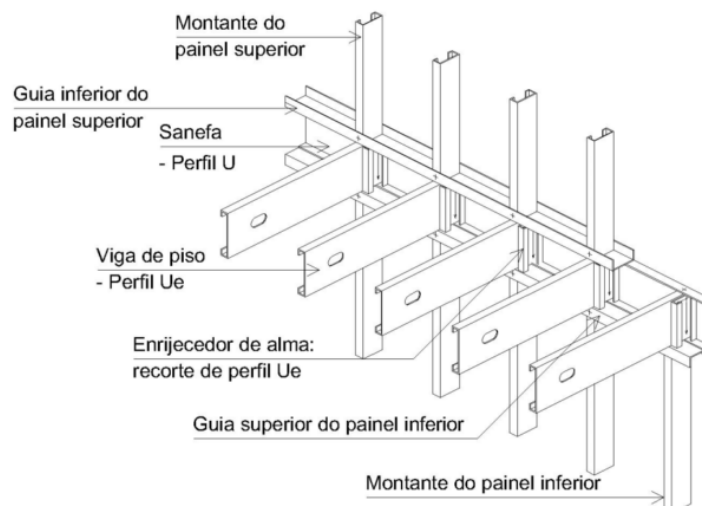


Figura 22 - Ligação executada de painéis horizontais e verticais

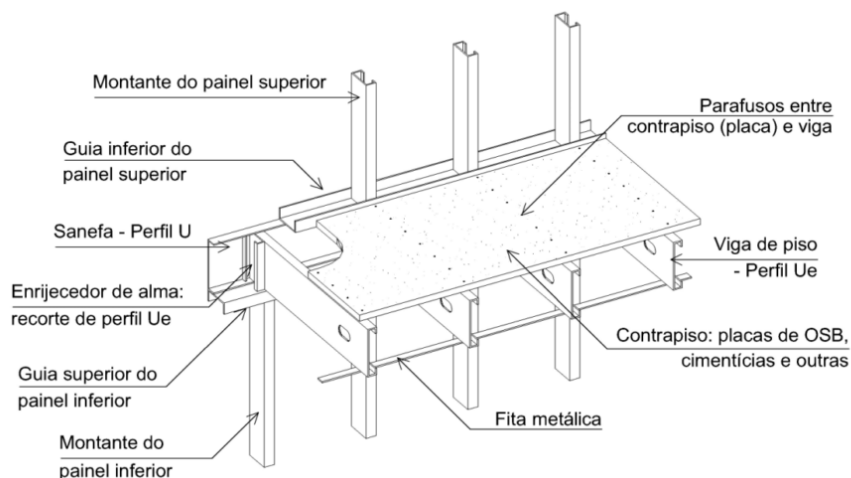


Fonte: Disponível em <http://www.titanhouser.com/index.php?id=know3>, acessado em 15/05/2018

O contrapiso pode ser executado em dois tipos, com materiais úmidos ou a seco. A construção de contrapiso úmido vai na contramão do conceito de construção rápida, por ser executado em concreto armado, existe a necessidade de espera da cura e consequentes perdas que existem na construção úmida.

Já o contrapiso seco (Figuras 23 e 24) é executado com o mesmo tipo de fechamento dos painéis verticais externos, estes revestimentos serão aprofundados no item 2.3.4 deste trabalho. É a forma de contrapiso mais indicada no sistema LSF, por fazer utilização de material a seco e modular, evitando perdas e que tem um menor peso próprio, tornando a estrutura mais leve.

Figura 23 - Laje com contrapiso seco



Fonte: Crasto, 2005

Figura 24 - Fixação de placa oriented strand board no painel horizontal



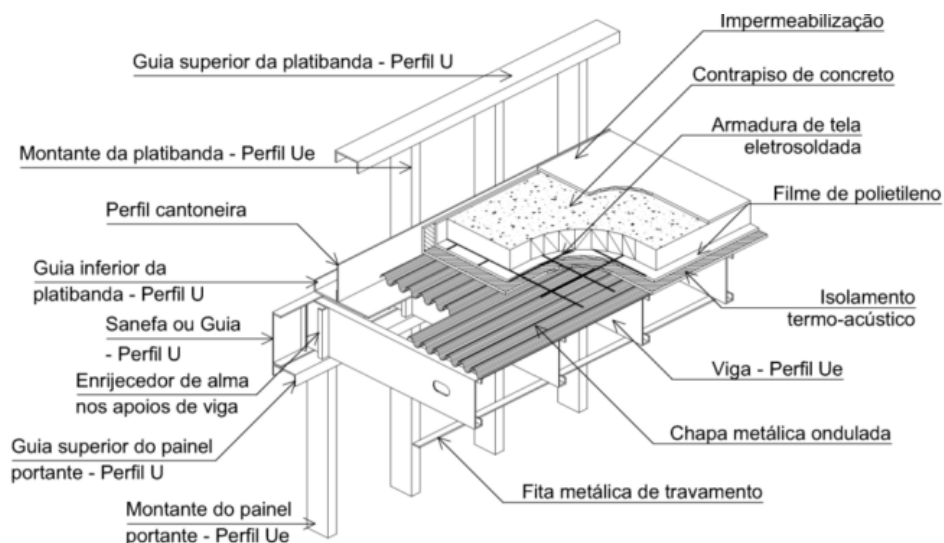
Fonte: Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=NOoviQlhQ4U>, acessado em 15/05/2018

2.3.3.3. Cobertura

O projeto de cobertura de uma estrutura em LSF pode adotar uma gama de soluções a depender do tipo de intemperes a serem enfrentadas, tamanho do vão a ser coberto, questões estéticas e econômicas. As cobertas podem ser do tipo planas ou inclinadas.

As coberturas planas são executadas de forma parecida com o contrapiso úmido, onde é colocada uma chapa metálica ondulada fixada nos painéis horizontais e aplicado o concreto armado, como na Figura 25. O caimento da cobertura nesse tipo de execução é feito variando a espessura do concreto. Pode ainda ser executada com as placas de fechamento OSB ou cimentícia, dando-se os devidos tratamentos. (CONSUL-STEEL, 2013).

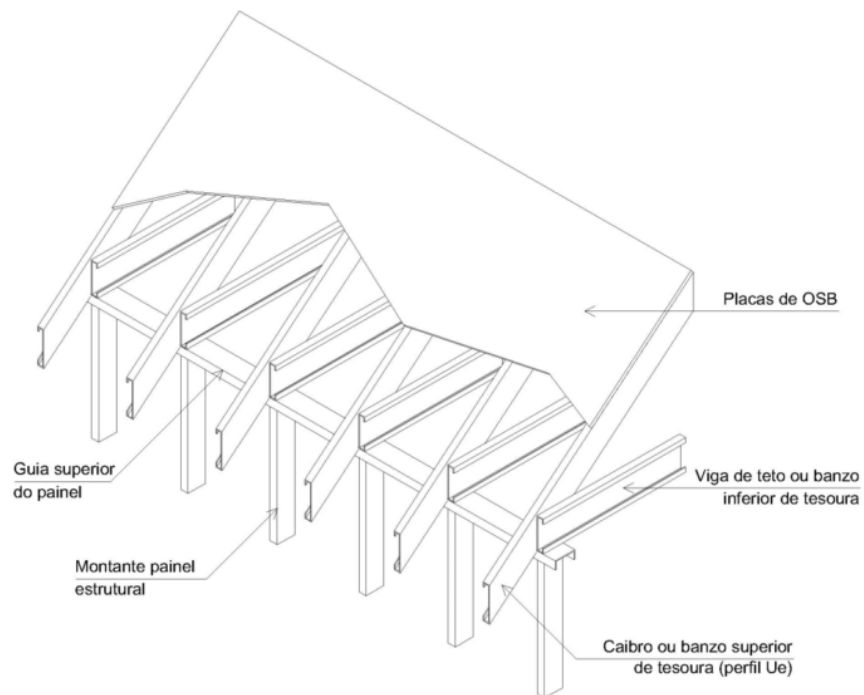
Figura 25 - Esquema de uma cobertura plana em LSF



Fonte: Crasto, 2005

As coberturas inclinadas têm um sistema estrutural parecido com os telhados convencionais de madeira, onde os perfis metálicos compõem os caibros e vigas (Figura 26) ou as tesouras (Figura 27). Seguindo o padrão de modulação, os perfis que constituem os caibros têm que estar de encontro com os montantes dos painéis.

Figura 26 - Telhado inclinado composto por caibros e vigas



Fonte: Crasto, 2005

Figura 27 - Coberta em LSF constituída por tesouras



Fonte: Disponível em <http://mundodascasas.com.br/sistema-construtivo-steel-frame/>, acessado em 15/05/2018

O fechamento da cobertura pode ser feito por qualquer tipo de telha, mas alguns dos tipos de telha, como as *shingle*, precisam de uma base para sua fixação, como as placas *oriented strand board* (OSB). Já as telhas metálicas ou as de fibrocimento podem ser aplicadas diretamente sobre a estrutura (CRASTO, 2005).

2.3.3.4. Escada

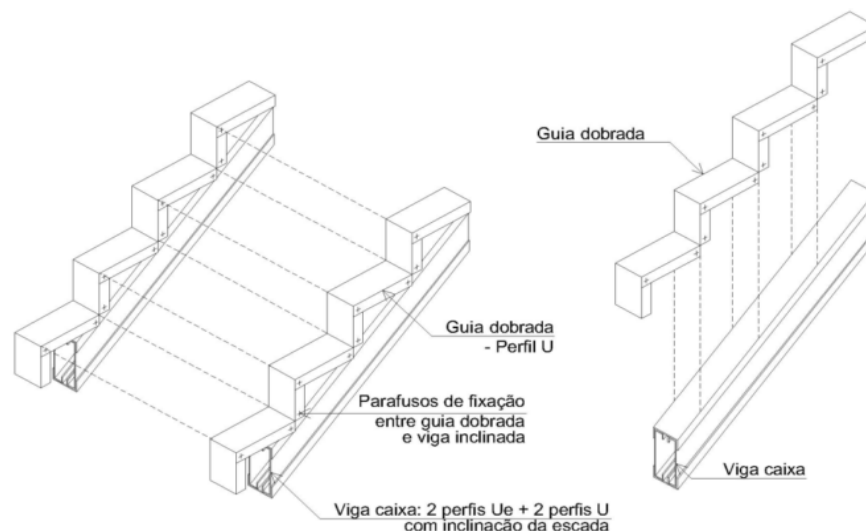
A estrutura da escada, assim como o resto das estruturas em LSF, é formada por uma combinação dos perfis Ue e U, e seus degraus por placas rígidas, como as OBS ou cimentícias (CRASTO, 2005).

Segundo *Consul-Steel* (2013), existem diversas maneiras de executar as escadas em LSF que dependem do tipo de solução adotado pelo projeto arquitetônico, e as mais comumente utilizadas são apresentadas a seguir, juntamente com as Figuras 28, 29 e 30, apresentando seus esquemas estruturais.

- Viga Caixa Inclinada

A viga caixa é formada por dois perfis Ue e dois perfis U, e dá a sustentação para um guia-degrau, perfil cortado e dobrado nos tamanhos desejados de espelho e largura do degrau.

Figura 28 - Esquema de uma escada composta por viga caixa inclinada

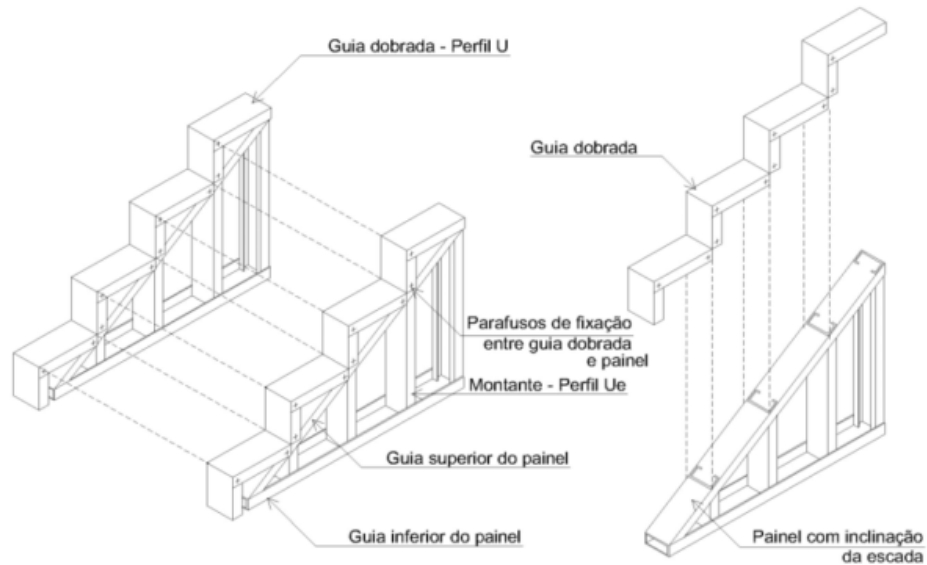


Fonte: Crasto, 2005

- Painel com Inclinação

Esse tipo de escada é feito com um painel composto por montantes de tamanhos diferentes formando a inclinação desejada da escada acoplado a um guia-degrau.

Figura 29 - Esquema de uma escada composta por painel com inclinação



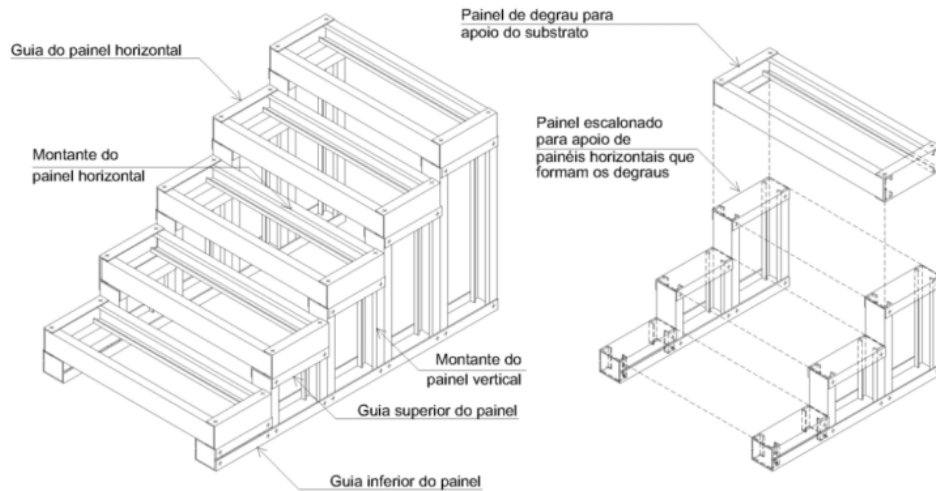
Fonte: Crasto, 2005

- Painéis Escalonados e Painéis de Degrau

Composto por dois tipos de painéis, os escalonados, onde os montantes variam de acordo com a altura dos degraus, e os que compõem o painel que recebe o fechamento do degrau.

Esse tipo de escada é o único que pode receber um piso úmido, colocando-se formas de madeira abaixo do painel dos degraus.

Figura 30 - Esquema de uma escada composta por painéis escalonados e painéis de degrau



Fonte: Crasto, 2005

2.3.4. Fechamento

O conceito de construção industrial racionalizada e de estrutura leve, nos leva a escolher para o fechamento dos painéis, externos ou internos, elementos leves, modulares e de fácil aplicação. Nesse sentido, Campos (2006) afirma que esses elementos foram os que mais evoluíram tecnologicamente no país e entre eles se destacam as chapas de OSB, as placas cimentícias e o gesso acartonado, sendo o último indicado apenas para fechamento interno. Crasto (2005) ainda afirma que a capacidade da mão-de-obra que trabalha com o sistema de gesso acartonado ajudou a disseminar os sistemas de OSB e placas cimentícias por seu método de instalação ser similar e a tecnologia já estar propagada no país.

Segundo Terni, Santiago e Pianheri (2008), o sistema de vedação pode ser distinguido em três partes, o fechamento externo delimitando as áreas molháveis, os isolantes termo acústicos posicionado entre as placas de fechamento e montantes, e o fechamento interno instalado nas áreas secas ou úmidas, mas não molháveis.

Ainda segundo os autores, além de durabilidade e economia, outras condições a se considerar na escolha do sistema de fechamento são a segurança estrutural, a segurança ao fogo, a estanqueidade, o conforto termo acústico, tátil e visual. A

estanqueidade, durabilidade e estética são preocupações ainda maiores quando considerados os fechamentos externos sujeitos a intempéries.

2.3.4.1. Placas OSB

Traduzido livremente do inglês “*oriented strand board* = placa de tiras de madeira orientada”, as placas OSB são fabricadas com três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada prensadas e unidas com resina, recebendo também um tratamento contra cupins que chega a resistir por dez anos (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

Pode ser utilizado como fechamento de painéis, forros, pisos e como base para a colocação de telhas na cobertura, seu peso é em volta de 5,4 Kg/m² dependendo da espessura da placa, o que facilita seu transporte, quando utilizada em áreas molháveis precisa receber um acabamento impermeável, por possuir boa resistência mecânica, resistência a impactos e estabilidade dimensional, pode ser usada como diafragma rígido em painéis estruturais e lajes de piso, atuando como contraventamento, e sua fixação usualmente é feita com parafusos autoatarraxantes (Figura 32) (CRASTO, 2005).

Na sua instalação, assim como nas placas cimentícias que serão comentadas no próximo item deste trabalho, devem ser seguidas as seguintes recomendações (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008):

- Previsão de juntas de dilatação de aproximadamente três milímetros;
- Evitar os encontros dos vértices de quatro placas em juntas verticais;
- Evitar coincidir as juntas das placas do fechamento externo e interno;
- Nos vãos de portas e janelas as juntas verticais junto aos batentes não devem seguir até o teto;
- As juntas de painéis de fechamento não devem coincidir com as juntas dos painéis de LSF.

Figura 31 - Fechamento com placas OSB



Fonte: Disponível em <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/196/light-steel-frame-e-fechamento-em-osb-revestido-com-siding-294064-1.aspx>, acessado em 16/05/2018

Figura 32 - Parafuso autoatarraxante



Fonte: Disponível em <http://seulojao.com.br/fixac-o/sextavado-brocante/flangeado/parafuso-alto-atarraxante-chata-phillips-brocante-4-8-x-25-100-pecas.html>, acessado em 16/05/2018

2.3.4.2. Placas Cimentícias

Formadas por uma mistura de agregados, cimento *portland* e fibras sintéticas ou de celulose. Seu modo de aplicação deve seguir as recomendações citadas no item anterior, e sua utilização acaba por ser muito parecida com as placas de OSB sendo a diferença que as placas cimentícias tem um peso maior, cerca de 18 Kg/m². Pode estar

exposta a intempéries, é incombustível e sua fixação é feita por parafusos do tipo cabeça trombeta com ponta broca e asas (Figura 34) (CRASTO, 2005).

Figura 33 - LSF com fechamento de placas cimentícias



Fonte: Disponível em <http://www.embazza.com.br/stellframe.php>, acessado em 16/05/2018

Figura 34 - Parafuso cabeça trombeta com ponta broca e asas



Fonte: Disponível em <http://www.drycentergesso.com/produto/parafuso-com-asas/165/>, acessado em 16/05/2018

2.3.4.3. Gesso Acartonado

O gesso acartonado é o sistema mais comum no fechamento interno por permitir um nível mais alto de acabamento, podendo revestir tanto os painéis estruturais como os não estruturais.

As placas são fabricadas por uma mistura de gesso, água e aditivos, revestidas de ambos os lados com lâminas de cartão, conferindo ao gesso resistência a tração e flexão. São oferecidos três tipos de placas no mercado nacional:

- Standart (ST), utilizadas em paredes de áreas secas, encontrada normalmente na coloração cinza;
- Resistente à umidade (RU), recomendada para ambientes úmidos, encontrada normalmente na coloração verde;
- Resistente ao fogo (RF), para aplicação em áreas secas que tenham exigências especiais de resistência ao fogo, encontrada normalmente na coloração rosa.

Sua fixação se dá pelo mesmo modo dos outros dois sistemas apresentados.

Figura 35 - Gesso acartonado utilizado no fechamento de paredes internas e forro



Fonte: Disponível em <http://www.construseco.com.br/sistemas.html>, acessado em 16/05/2018

2.3.4.4. Revestimentos

Como já mencionada, a grande flexibilidade do sistema LSF não é diferente quando se fala a respeito de revestimentos, permitindo o sistema a aplicação de qualquer tipo de revestimento que o sistema convencional pode receber, até mesmo de alvenaria aparente, apesar de ir contra o conceito do LSF. Para a aplicação de certos tipos de revestimento, é necessário ser feito o tratamento apropriado, como aplicação de argamassa sobre uma tela metálica para aplicação de cerâmicas. Já o gesso acartonado é preparado para aplicação de revestimento final por apresentar bom acabamento. Na Figura 36 pode-se ver os vários tipos possíveis de revestimentos utilizados para o sistema.

Figura 36 - LSF com diferentes tipos de revestimento



Fonte: Disponível em <http://mundodascasas.com.br/steel-frame-passo-a-passo-parte-3/>, acessado em 16/05/2018

2.3.4.5. Isolamento Termo Acústico

Segundo Crasto (2005),

“o isolamento termo acústico é uma forma de controlar a qualidade do conforto dentro de um ambiente de modo que as condições externas não influenciem as internas, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor para o meio externo ou contíguo. O fechamento vertical tem papel fundamental no isolamento termo acústico, pois constituem as barreiras físicas entre os ambientes e o exterior.”

O isolamento é constituído por materiais isolantes aplicados entre os painéis de fechamento, constituído por materiais isolantes como lã de vidro, lã de rocha, lã de PET ou poliestireno expandido. Sua aplicação pode ser feita antes do fechamento completo ser aplicado, como as lãs, ou após, como o poliestireno.

Figura 37 - Aplicação de lã de vidro



Fonte: Disponível em <http://renatorayol.blogspot.com.br/2012/10/isolamento-termo-acustico.html>, acessado em 16/05/2018

2.3.5. Instalações

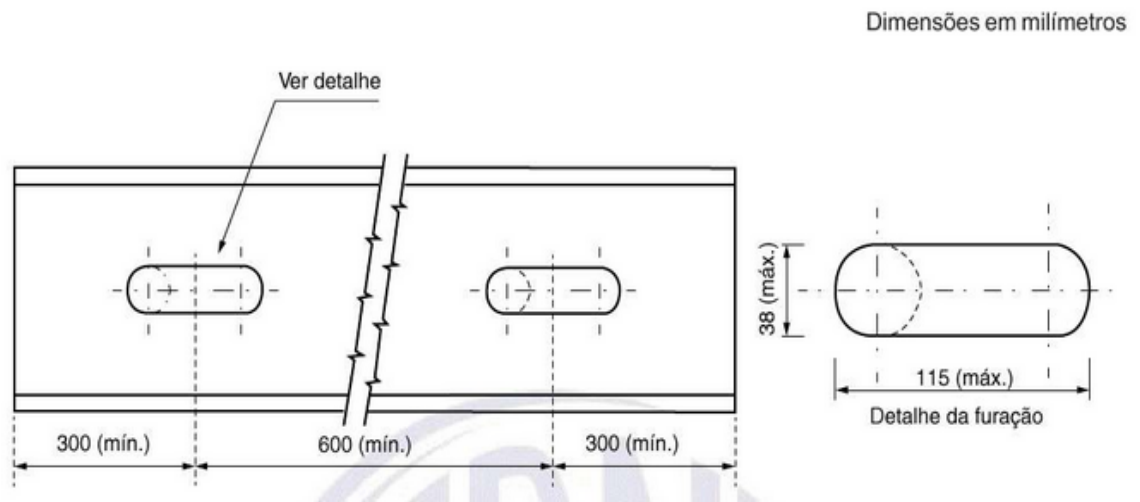
As instalações elétricas e hidráulicas no LSF não têm diferença para as instalações do sistema convencional, apenas sendo de mais fácil instalação e manutenção devido a composição vazia dos painéis que formam a estrutura. Por esse motivo evita-se os rasgos nas paredes para passagem de eletrodutos e os furos para as passagens das tubulações hidrossanitárias são previamente feitos nos perfis metálicos.

Os furos devem seguir a NBR 15253:2014, onde é orientado que

“aberturas sem reforços devem ter bordas arredondadas e dimensões máximas de 115 milímetros de comprimento e 38 milímetros de largura. O maior eixo da abertura deve coincidir com o eixo longitudinal central da alma do perfil (ver Figura 38). A distância entre centros de furos sucessivos deve ser no mínimo igual a 600 milímetros; a distância entre a extremidade do perfil e o centro do primeiro furo deve ser no mínimo de 300 milímetros; a distância entre a extremidade de uma abertura e a face lateral do apoio da viga deve ser de no mínimo 250 milímetros (ver Figura 38). Aberturas com outras geometrias e

dimensões podem ser executadas nos perfis, desde que devidamente consideradas no dimensionamento.”

Figura 38 - Abertura nos perfis



Fonte: NBR 15253:2014

Vivan (2011), ainda afirma que outra vantagem do uso de LSF é que para realizar as manutenções das instalações basta a remoção do revestimento para ser feito a retirada dos parafusos da placa de fechamento, e quando a manutenção tiver sido realizada, recoloca-se a placa refazendo as juntas de ligação e o revestimento.

2.4. Custos na Construção Civil

Segundo Mattos (2006), pela obra ser uma atividade econômica de alta importância, da mesma forma deve ser tratado o seu custo. Estes custos são aplicados na orçamentação, na estimativa de custos, que é um exercício de previsão, e esse exercício requer um alto nível de atenção e habilidade técnica, em vista das inúmeras variáveis que estão envolvidas. Pelo orçamento ser preparado antes do produto em si, no caso, a edificação, um estudo deve ser feito para que na composição de preços não hajam lacunas e nem considerações descabidas.

Ainda por Mattos (2006), o processo de elaboração dos custos deve ser capaz de retratar a realidade do projeto. Existe uma margem de incerteza embutida no orçamento por este ser feito a priori.

Os principais atributos do orçamento são:

- Aproximação: Como já comentado, a orçamentação é um exercício de previsão, e como tal, o orçamento acaba sendo um estudo aproximado do custo real.
- Especificidade: Cada orçamento deve ser feito pensando nas características específicas de cada empreendimento, mesmo que este seja baseado em anteriores.
- Temporalidade: Um orçamento só é válido na data em que é feito. Existem sempre a defasagem do valor que foi aproximado pelos mais variados motivos, como flutuação no custo de insumos ou alterações de impostos e encargos.

O orçamento é composto pelo custo direto, aquele que pode ser identificado e quantificado, como insumos e serviços, e pelo custo indireto, aqueles que não se relacionam com um produto ou processo, como a administração do canteiro e central.

3. ESTUDO DE CASO

Nesse capítulo será apresentado um empreendimento fornecido pela JGA Engenharia que utiliza um sistema já comum na construção de Habitações de Interesse Social (HIS) na região, o sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* com fechamento não estrutural de alvenaria cerâmica, que apesar de ser um processo mais industrializado que o convencional de alvenaria, ainda é um sistema de construção úmido, onde existe a grande perda de materiais e dependência elevada da mão de obra.

O projeto tipo de HIS que compõe o conjunto habitacional será adaptado para a estrutura de LSF sendo feita as alterações necessárias para tal. Com base na adaptação se fará a orçamentação da HIS por levantamento de preços e custo de mão de obra feito tanto com base na tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da

Construção Civil (SINAPI) como pela cotação de preços no mercado para os itens ainda não presentes na tabela.

O estudo será feito baseado no orçamento do custo direto da residência de implantação individual (habitação de maior valor), não entrando em detalhe sobre custo indireto e nem de infraestrutura do conjunto habitacional.

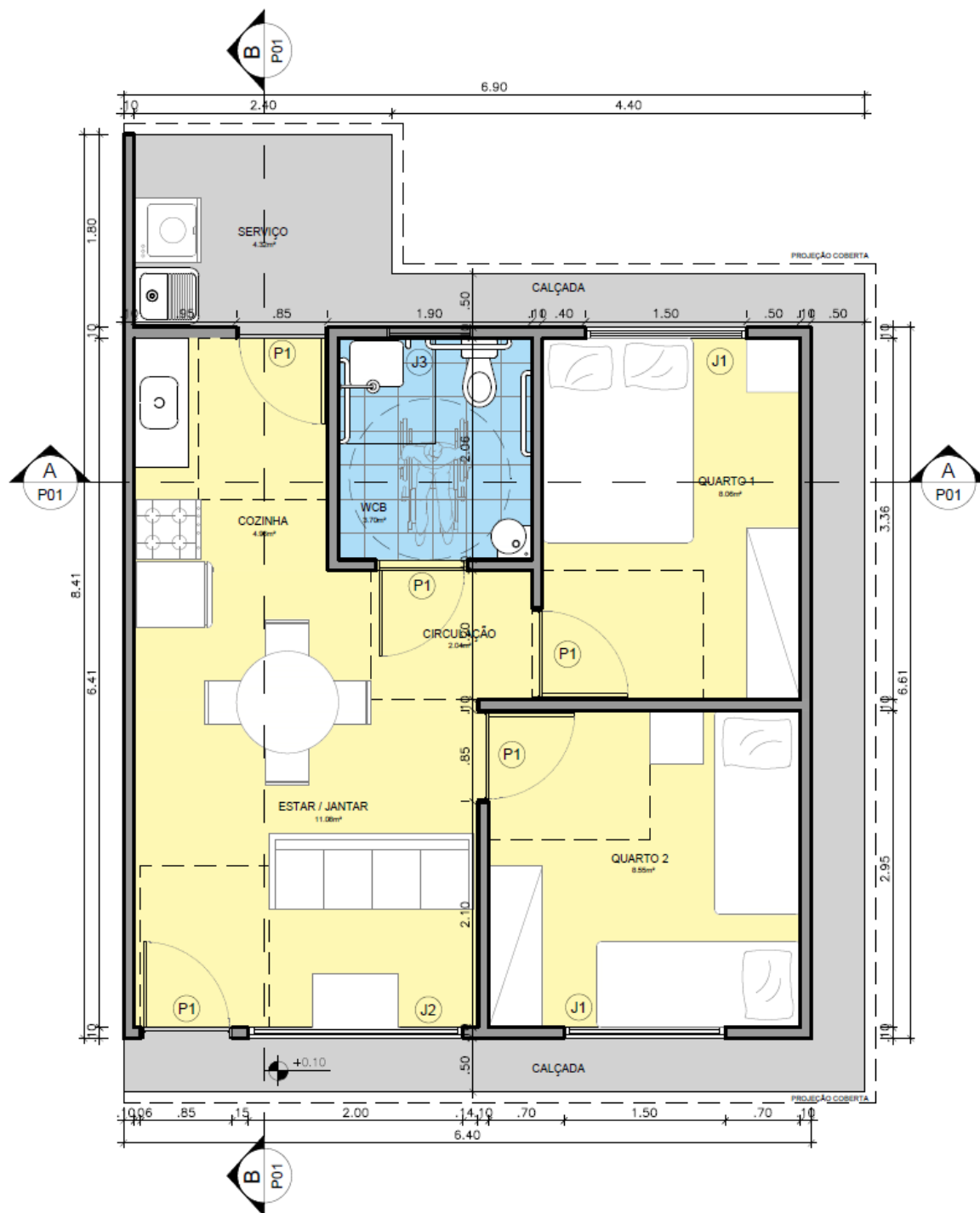
Com o orçamento apresentado é feito então a comparação dos resultados obtidos, podendo assim avaliar se é vantajoso ou não o uso de LSF nesse tipo de construção.

3.1. Apresentação do Projeto

O empreendimento apresentado é o Conjunto Residencial João Alves Cardoso IV, localizado na cidade de Salgado de São Félix na Paraíba, e tem como proponente a COHEP - Cooperativa Habitacional do Estado da Paraíba e como construtora a JGA Engenharia LTDA. Trata-se então de um conjunto habitacional com um total de 193 habitações, sendo 184 geminadas e 9 com implantação individual.

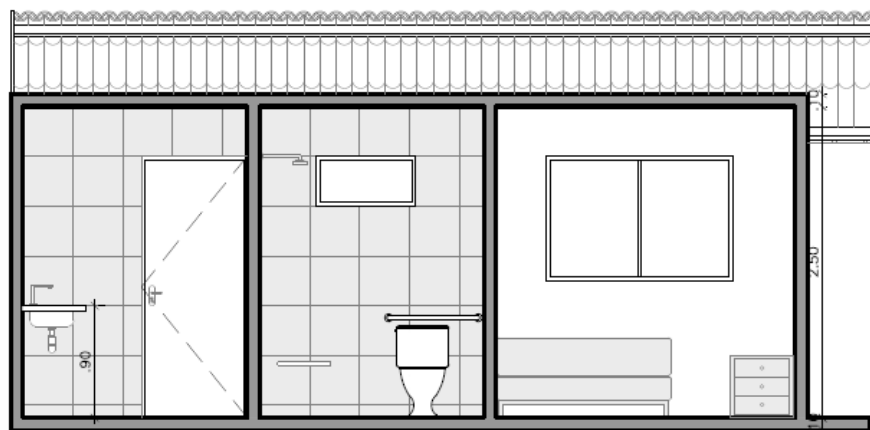
A residência é apresentada nas Figuras 39 e 40, sua fundação foi executada como viga de fundação de pedra argamassada, a estrutura é composta por paredes de concreto armado (30 MPa) moldadas in loco com formas de alumínio, existindo apenas um trecho de parede de fechamento não estrutural de alvenaria cerâmica.

Figura 39 - Planta baixa da HIS em paredes de concreto

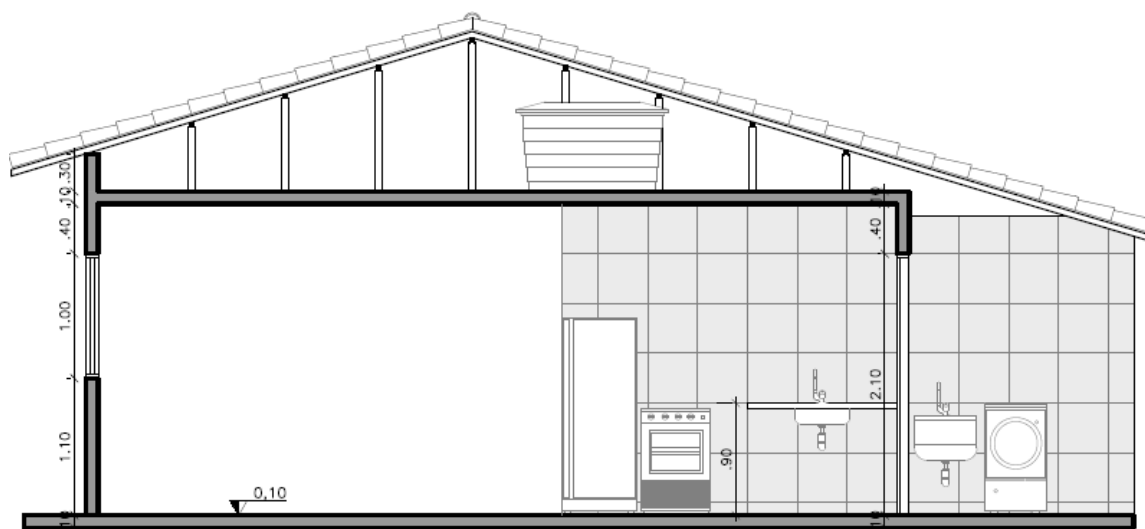


Fonte: JGA Engenharia LTDA

Figura 40 - Cortes da HIS em parede de concreto



CORTE AA



CORTE BB

Fonte: JGA Engenharia LTDA

O custo direto original da habitação é de R\$ 51.515,09. O orçamento resumido se encontra na tabela 9, e o analítico no anexo A do presente trabalho.

3.2. Adequação para *Light Steel Framing*

As adaptações necessárias foram feitas na planta para adequação ao sistema adotando a distância entre os montantes dos painéis de 600mm, formando assim uma malha de 600 mm por 600 mm. Os perfis de montantes, guias, vigas de piso e vergas foram selecionados usando as tabelas de pré-dimensionamento disponibilizadas no manual *Steel Framing: Engenharia do CBCA*.

Houve alteração de algumas áreas da habitação, estas estão mostradas na tabela 5.

Tabela 5 - Áreas da HIS por sistema construtivo

Áreas da HIS		
Ambiente	Parede de Concreto (m ²)	<i>Light Steel Frame</i> (m ²)
Quarto 1	8,06	8,04
Quarto 2	8,55	8,34
W.C.	3,7	3,71
Cozinha	4,95	5,39
Circulação	2,04	1,08
Sala	11,08	14,06
A.Serviço	4,32	4,16
Total	42,7	44,78

Fonte: Autoria própria

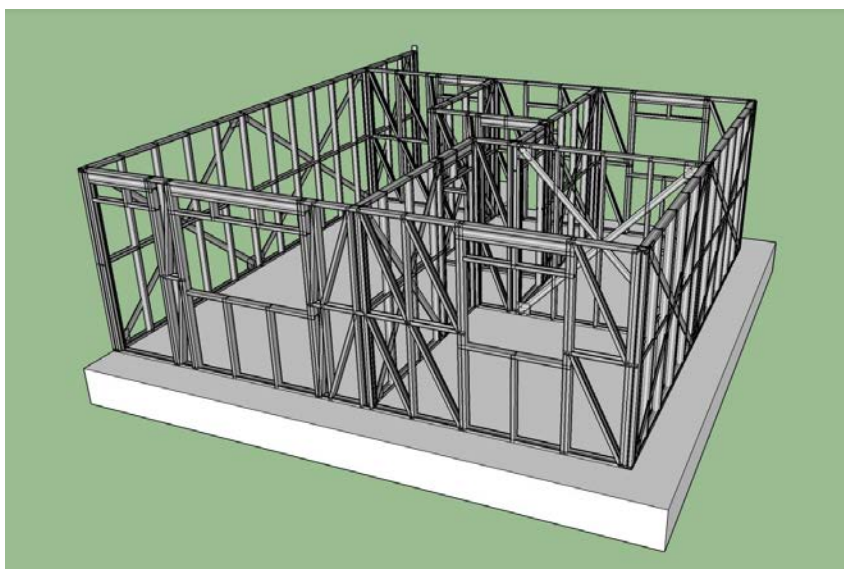
Na tabela 5 pode-se ver a diminuição do quarto 2, circulação e área de serviço e o aumento da cozinha e sala. Já o quarto 1 e W.C. apresentaram alteração mínima. Isso se dá por conta da adequação do projeto a malha, que resultará em uma perda menor de material e maior agilidade de execução dos serviços de fechamento.

Com auxílio da ferramenta *Sketchup* foi possível fazer a modelagem da estrutura e fechamento. Nesse processo foram modelados todos os elementos de painéis, como os perfis de montante e as guias, assim como os parafusos de ligação metal-metal, os contraventamentos e elementos de ancoragem. De mesma forma foram modeladas as placas de fechamento em tamanho de 1200mm por 2400mm, juntamente com seus elementos de ligação aos painéis. As especificações e considerações para modelagem e as imagens do processo se encontram mostradas a seguir. Dessa modelagem, usando

a ferramenta de agrupamento de elementos do programa, foi permitido tirar a quantidade de insumos e a metragem total dos perfis utilizados.

Primeiramente foram modelados os painéis das paredes, apresentado na Figura 41, todos considerados estruturais para a facilitação da escolha dos perfis e montagem. Os montantes são formados por perfis Ue 90 x 40 x 1,25 mm com guias de perfil U 92 x 40 x 1,25 mm, a tabela 6 é um resumo da tabela de pré-dimensionamento presente no manual *Steel Frame: Engenharia*. Também existe o travamento e contraventamento dos painéis, os travamentos foram feitos com uma fita metálica própria para tal, posicionada a meia altura dos montantes, enquanto os contraventamentos foram de dois tipos, o em K para painéis onde as dimensões de aberturas são mais da metade do comprimento do painel, e os em X para os demais painéis.

Figura 41 - Painéis verticais LSF



Fonte: Autoria própria

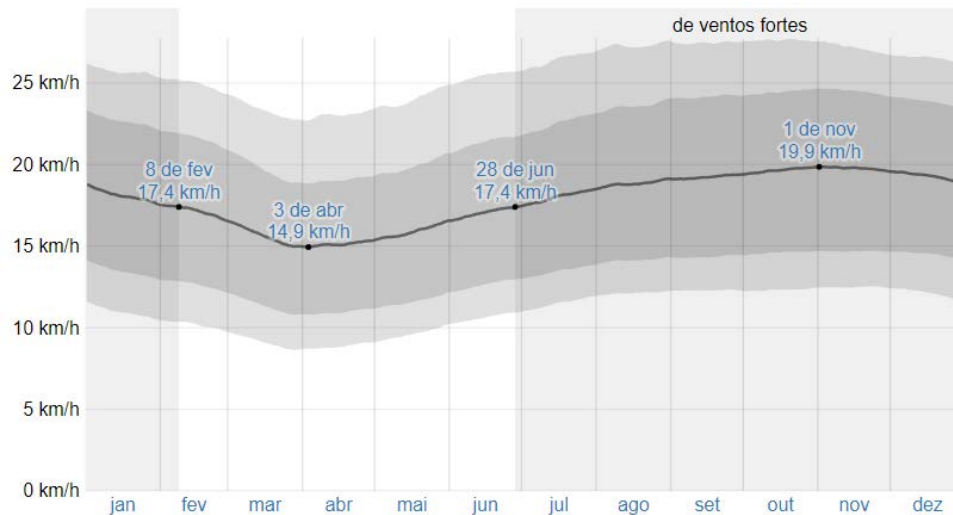
Tabela 6 - Montantes para pé-direito de 2450mm, suportando um pavimento, telhado e forro

Velocidade básica do Vento V0 (m/s)		Designação	Espaçamento entre montantes (mm)	Espessura dos perfis (mm)			
				Largura da edificação			
III e IV	II			7250	8500	9750	1100
35	30	Ue 90 x 40	400	0,95	0,95	0,95	0,95
			600	1,25	1,25	1,25	1,25
		Ue 140 x 40	400	0,95	0,95	0,95	0,95
			600	0,95	0,95	0,95	0,95

Fonte: Manual Steel Frame: Engenharia, adaptado pelo autor

Sobre o vento, seguindo a ABNT NBR 6123:1988, tem-se no manual *Steel Frame*: Engenharia a consideração II, terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas, e em referência à velocidade, foi escolhida a de 30 m/s levando em consideração a velocidade média do vento em Salgado de São Félix, apresentada na Figura 42.

Figura 42 - Velocidade média do vento em Salgado de São Félix

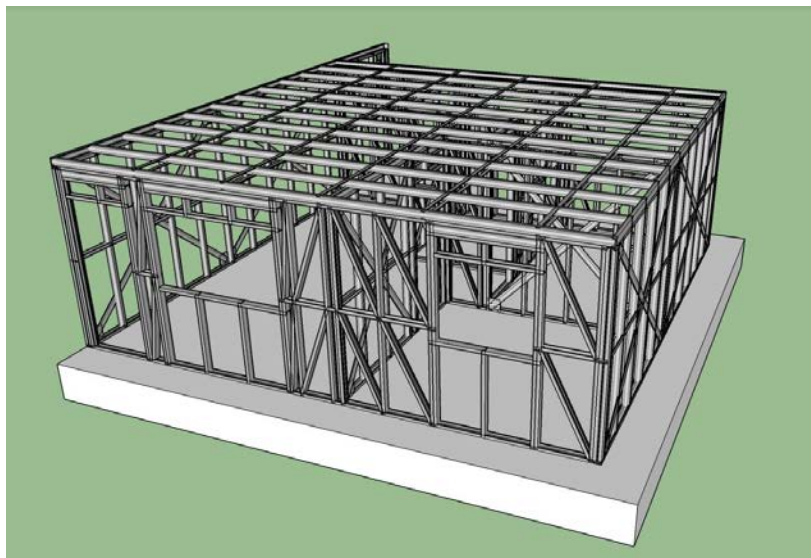


Fonte: Disponível em <https://pt.weatherspark.com/y/31357/Clima-característico-em-Salgado-de-São-Félix-Brasil-durante-o-ano#Sections-Wind>, acessado 25/05/2018

O próximo passo foi a modelagem do painel horizontal (Figura 43), onde foi considerado como painel de laje, a favor da segurança, já que a caixa d'água será colocada sobre esta. Os perfis utilizados foram os Ue 140 x 40 x 1,25 mm e perfis U 142

x 40 x 1,25 mm. Novamente, a tabela 7 é um resumo da tabela de pré-dimensionamento presente no manual *Steel Frame: Engenharia*.

Figura 43 - Painéis verticais e painel horizontal LSF



Fonte: Autoria própria

Tabela 7 - Vãos máximos para vigas de piso (mm) de vãos múltiplos com enrijecedores de alma

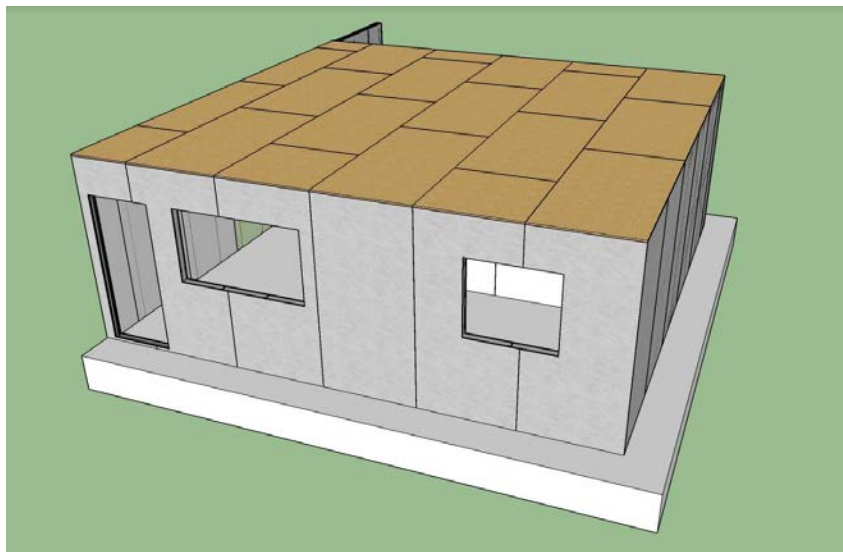
Designação	Sobrecarga de 1,5 kN/m ²	
	Espaçamento entre vigas (mm)	
	400	600
Ue 140 x 40 x 0,95	3403	2768
Ue 140 x 40 x 1,25	4114	3352
Ue 140 x 40 x 1,55	4648	3784

Fonte: Manual *Steel Frame: Engenharia*, adaptado pelo autor

Para o fechamento exterior foi escolhida a utilização de placas cimentícias impermeabilizadas de 12,5 mm, por sua maior resistência a intempéries. Já o fechamento interno foi feito por placas de gesso acartonado por seu melhor custo benefício, utilizando a placa RU nas áreas molhadas e as placas ST para as demais paredes da residência. O fechamento do painel horizontal foi feito com placas OSB próprias para piso de laje com espessura de 18,3 mm e feito o tratamento com manta de impermeabilização. Todas

as placas de fechamento se encaixam na modulação tendo as medidas de 1200 x 2400 mm. A Figura 44 mostra o esquema com todas as placas de fechamento.

Figura 44 - Estrutura com placas de fechamento



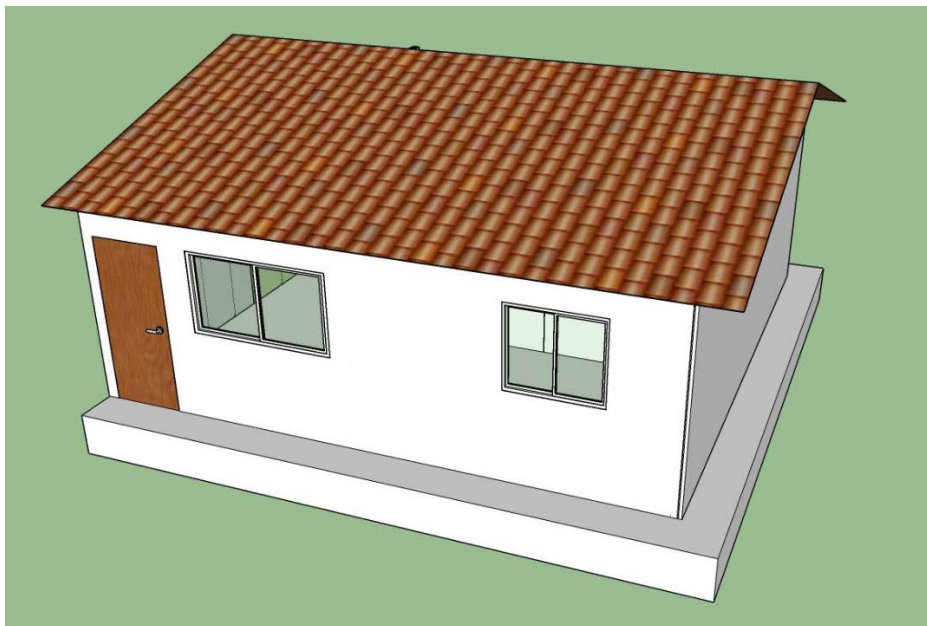
Fonte: Autoria própria

Para o conforto térmico e acústico das edificações foi considerada a colocação de lã de vidro, tendo em vista o seu melhor custo/benefício quando comparado com outros isolantes, como a lã de rocha ou de pet, entre os painéis de espessura de 50 mm.

Os sistemas de instalações elétrica e hidrossanitária, apesar de existirem peças específicas para o sistema LSF, podem ser executados sem dificuldades com as peças convencionais, usando os painéis como *shafts* para as tubulações e fixando os pontos nas próprias chapas da estrutura ou em chapas metálicas auxiliares. Leva-se em consideração apenas o uso de tábuas de madeira para reforço nos locais onde serão fixadas as bancadas de pia. O sistema de esquadrias não é modificado, dispensando ainda a utilização de contra-marco.

Como foi considerado o fechamento superior com dimensionamento de laje, acabou-se por não haver necessidade de modificação da estrutura de cobertura, podendo ser realizada da forma convencional com peças de madeira.

Figura 45 - Estrutura com acabamento externo e coberta



Fonte: Autoria própria

3.3. Apresentação de Custos e Comparação de Resultados

Foi tomado como base o orçamento real feito para a casa em paredes de concreto, este com base nas planilhas SINAPI, e feitas as devidas mudanças relacionadas as particularidades do LSF citadas no item anterior, juntamente com a cotação de preço dos insumos não presentes nas planilhas SINAPI.

Na planilha de orçamento original, o item 3, Super-Estrutura, conta apenas com a apresentação das lajes pré-moldadas, ficando a estrutura das paredes no item 4, Paredes e Painéis. Para uma comparação aproximada foi considerada a modificação desse item para representar a estrutura da laje superior, e modificado o nome para “estrutura da laje”.

Para a produção da mão de obra, equiparou-se a apresentada na planilha SINAPI para execução do metro quadrado de parede de gesso acartonado com vãos, sendo este 0,63 horas para cada m², pela semelhança entre o método construtivo com o LSF. Já o custo da mão de obra foi atualizado para o preço fornecido pelo SINDUSCON/JP.

O orçamento detalhado para a casa de LSF encontra-se no apêndice A, e a tabela 8 e 9 mostra os orçamentos resumidos por etapa.

Tabela 8 - Custos por etapa e de mão de obra para HIS em paredes de concreto

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$)	VALOR POR M ² (R\$)	VALOR MÃO DE OBRA (R\$)	VALOR MÃO DE OBRA POR M ² (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 3.527,73	R\$ 82,62	R\$ -	R\$ -
2	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	R\$ 5.526,45	R\$ 129,43	R\$ 3.122,44	R\$ 73,13
3	ESTRUTURA DA LAJE	R\$ 2.175,24	R\$ 50,94	R\$ 547,45	R\$ 12,82
4	PAREDES E PAINÉIS	R\$ 18.560,64	R\$ 434,68	R\$ 1.416,71	R\$ 33,18
5	COBERTURA E PROTEÇÃO	R\$ 4.024,61	R\$ 94,25	R\$ 866,29	R\$ 20,29
6	REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA	R\$ 5.656,61	R\$ 132,47	R\$ 2.211,44	R\$ 51,79
7	PAVIMENTAÇÃO	R\$ 4.133,82	R\$ 96,81	R\$ 1.211,76	R\$ 28,38
8	INSTALAÇÕES E APARELHOS	R\$ 7.826,83	R\$ 183,30	R\$ 3.144,20	R\$ 73,63
9	COMPLEMENTAÇÕES	R\$ 83,15	R\$ 1,95	R\$ 62,06	R\$ 1,45
	TOTAL	R\$ 51.515,09	R\$ 1.206,44	R\$ 12.582,35	R\$ 294,67

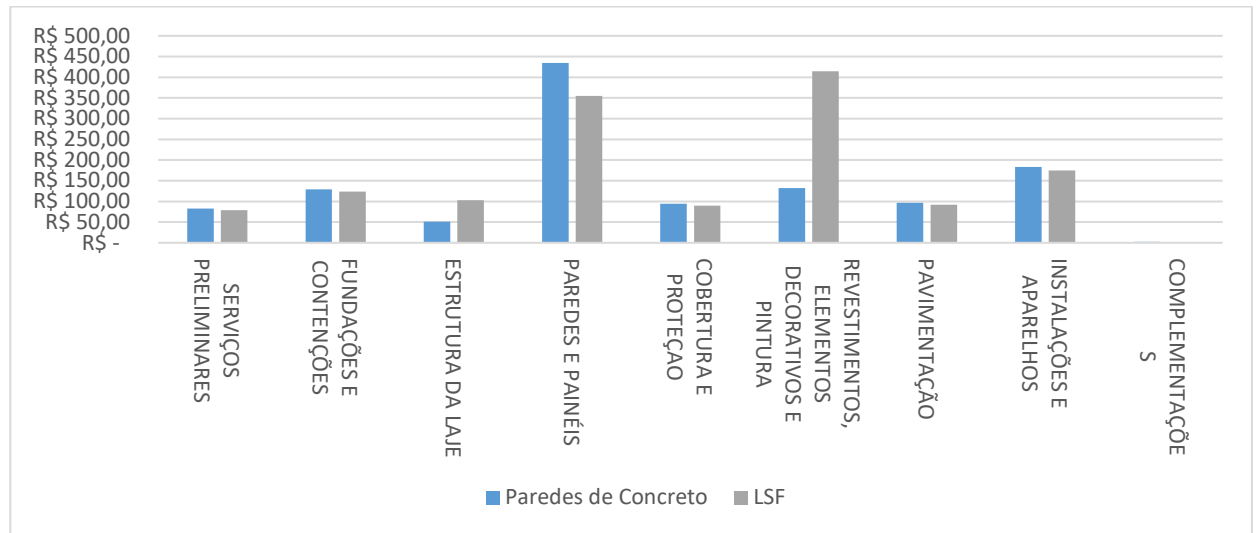
Fonte: JGA Engenharia LTDA, adaptado pelo autor

Tabela 9 - Custos por etapa e de mão de obra para HIS em LSF

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	VALOR TOTAL (R\$)	VALOR POR M ² (R\$)	VALOR MÃO DE OBRA (R\$)	VALOR MÃO DE OBRA POR M ² (R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 3.527,73	R\$ 78,78	R\$ -	R\$ -
2	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES	R\$ 5.526,45	R\$ 123,41	R\$ 3.122,44	R\$ 69,73
3	ESTRUTURA DA LAJE	R\$ 4.586,85	R\$ 102,43	R\$ 1.026,78	R\$ 22,93
4	PAREDES E PAINÉIS	R\$ 15.876,34	R\$ 354,54	R\$ 2.553,04	R\$ 57,01
5	COBERTURA E PROTEÇÃO	R\$ 4.024,61	R\$ 89,88	R\$ 866,29	R\$ 19,35
6	REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA	R\$ 18.573,40	R\$ 414,77	R\$ 778,79	R\$ 17,39
7	PAVIMENTAÇÃO	R\$ 4.133,82	R\$ 92,31	R\$ 1.211,76	R\$ 27,06
8	INSTALAÇÕES E APARELHOS	R\$ 7.826,83	R\$ 174,78	R\$ 3.144,20	R\$ 70,21
9	COMPLEMENTAÇÕES	R\$ 83,15	R\$ 1,86	R\$ 62,06	R\$ 1,39
		R\$ 64.159,19	R\$ 1.432,76	R\$ 12.765,36	R\$ 285,07

Fonte: Autoria própria

Com os dados das tabelas 8 e 9, construiu-se um gráfico apresentado na Figura 46 para a melhor comparação do valor de cada etapa por metro quadrado construído.

Figura 46 - Custos de etapas por m² dos sistemas construtivos

Fonte: Autoria própria

É possível observar pela Figura 46 que a maioria dos sistemas tem o preço equiparável pela similaridade da execução, como comentado anteriormente, e as mudanças encontram-se na estrutura e nos elementos de revestimento.

Vê-se que quando comparada às paredes de concreto armado, a estrutura de LSF tem um menor valor, valendo acrescentar que já se encontra incluso o custo da mão de obra para a montagem das placas de fechamento, colocado nessa etapa por recomendações encontradas na bibliografia. Isto se dá pelo custo elevado do concreto e do maior volume de utilização do mesmo em comparação com uma construção de vigas e pilares, neste caso outras pesquisas demonstram um maior valor da estrutura LSF.

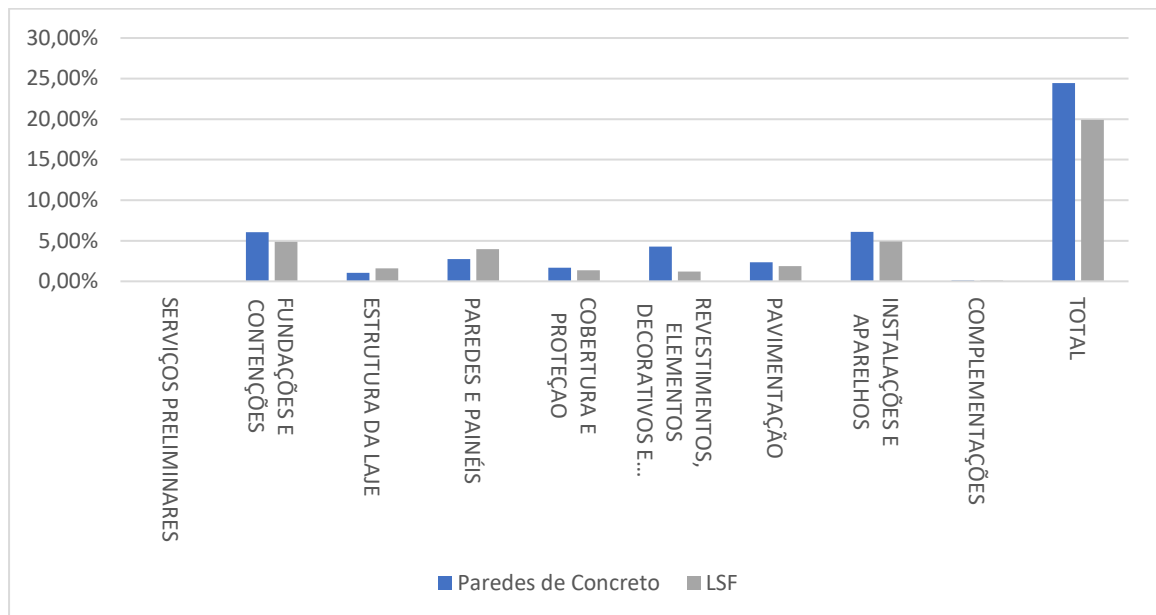
O contrário se dá na parte da estrutura da laje. Para a estrutura da laje, no sistema de paredes de concreto, foi utilizada a laje pré-moldada, sendo esta comumente encontrada no mercado de todo território nacional, tendo seu custo bem menor quando comparado ao LSF.

Notamos a maior disparidade na parte de revestimentos. Os painéis de fechamento de OSB, placa cimentícia e gesso acartonado, ainda são considerados elementos para a construção de médio/alto padrão, tendo assim um preço mais elevado de mercado. Ainda existe a necessidade de um tratamento com impermeabilizante no revestimento externo do LSF, como o escolhido de manta asfáltica, não necessário nas

paredes de concreto, bem como o tratamento termo acústico, onde no orçamento analítico apresentado no apêndice A, observa-se os custos de respectivamente R\$ 6.120,58 e R\$ 1.125,53.

Para a análise da incidência de mão de obra, é apresentado o gráfico na Figura 47, baseado nos orçamentos analíticos dos dois sistemas construtivos.

Figura 47 - Influência da mão de obra sobre o valor total de construção



Fonte: Autoria própria

Sobre a mão de obra, apesar do seu valor ser 3,06% menor no sistema de LSF, quando se analisa a incidência da mesma sobre o valor total da construção vê-se apenas uma diferença de 4%. Na bibliografia, como em mostrado por Penna (2009) ou Ecker e Martins (2014), quando comparado ao sistema convencional com fechamento de alvenaria, temos essa diferença chega a ser de 10% a 25%, sendo uma diferença bem mais significativa. Isso mostra que o método de paredes de concreto, apesar de também usar a construção úmida, e considerando os retrabalhos para regularização de falhas na estrutura, é um sistema mais industrializado do que o tradicional.

A tabela 10 mostra um aproximado tempo de execução para a estrutura e fechamento. Foi considerado a execução em LSF do painel junto com seu fechamento, comumente observado na bibliografia e já comentado nesse trabalho. Para comparação,

foi considerado então a execução da estrutura de concreto junto com sua preparação para receber o revestimento final, no caso, a regularização de falhas, o chapisco, e a aplicação de massa, que seriam equiparadas as placas de fechamento do LSF.

Tabela 10 - Total de dias para a execução de painéis com fechamento uma HIS

Sistema		Produtividade do Profissional	Total a Executar	Tempo de Execução (h)	Total de dias (8h de trabalho)	
Paredes de Concreto	Estrutura	3 h/m ³	13,90	41,69	5,2	19,1
	Correção de Falhas	0,15 h/m ²	138,97	20,85	2,6	
	Chapisco	0,18 h/m ²	138,97	25,02	3,1	
	Massa única (parede e teto)	0,47 h/m ²	138,97	65,32	8,2	
LSF		0,61 h/m ²	137,26	83,73	10,5	

Fonte: Autoria própria

O mais vantajoso quando se pensa no sistema LSF comparado ao sistema tradicional é a pouca incidência de mão de obra, comentado no item anterior, que por conta da velocidade de execução, mesmo o sistema apresentando custos mais elevados de insumos, acaba por se tornar vantajoso quando se compara a quantidade de construções em um mesmo espaço de tempo para os dois sistemas.

Tem-se um tempo de execução para o sistema em LSF 45% mais rápido que em paredes de concreto, valendo salientar que não foi considerado o tempo de cura, pois quando fala-se de HIS, normalmente fala da construção de um grande número de habitações ou conjunto habitacional, onde se pode ajustar o cronograma por etapa para a construção de múltiplas habitações usando a mesma equipe, onde esse tempo de cura não interfira na continuidade dos serviços.

Condizente com a bibliografia, encontra-se um preço de execução maior para o LSF, que acaba por ser compensado pelo seu menor tempo de execução, e quando feito um cronograma físico-financeiro para o conjunto habitacional como um todo, há a possibilidade do custo total em LSF menor em função desse tempo de execução.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mostrou-se a preocupação diante do déficit habitacional no Brasil, mostrando a importância que programas como Minha Casa, Minha Vida e incentivos para a construção de uma HIS tem na superação dessa problemática no país.

O trabalho permitiu ainda um aprendizado quanto ao sistema LSF e o seu estado da arte no Brasil. Os problemas encontrados na sua implantação, suas vantagens e desvantagens e as razões pelas quais ainda se considera um sistema para construções de habitações de médio/alto padrão.

É notável a falta de disponibilidade de materiais na região da Paraíba, e apenas uma empresa que trabalha com o sistema, que nos mostra um cenário pobre quando comparado a estados vizinhos, como Pernambuco e Rio Grande do Norte, que possuem representantes de grandes fornecedores como a *Saint-Gobain Brasilit*.

No estudo da bibliografia foi possível conhecer vários casos de vantagem no uso do sistema quando comparado com o tradicional, de concreto armado e fechamento de alvenaria cerâmica, como outros sistemas, como o *wood frame* e a alvenaria estrutural, porém esses estudos se concentram nas regiões centro-oeste, sudeste e sul do país. No estudo da arte foi possível notar como esse sistema se mostra mais eficiente por sua característica modular, evitando desperdícios e tempo ocioso de mão de obra, e por ser uma construção a seco, que evita retrabalhos e possibilita reparos mais eficientes quando há necessidade.

No estudo de caso falou-se em um nível inicial sobre custo direto em LSF, fazendo um orçamento que englobava a equiparação de vários subsistemas, mesmo com a existência de peças próprias para o LSF, pois o objetivo na análise de uma HIS era evitar o custo elevado da construção. O resultado obtido foi que a adaptação do orçamento levou a um aumento de 18,75% do valor original por metro quadrado, que se dá majoritariamente pelo preço das placas de fechamento, onde apenas as placas de OSB, cimentícia de gesso acartonado equivalem a 11,8% do custo direto da HIS em LSF.

Apesar disso, o tempo de construção é 45% menor, esse fato junto a quantidade de HIS presente em um conjunto habitacional, nos induz a pensar em um custo menos

oneroso do empreendimento como um todo pela menor incidência da mão de obra sobre o tempo levado para a conclusão do conjunto.

Por fim, conclui-se que os objetivos apresentados foram alcançados, observando-se ainda que o LSF é competitivo no âmbito de mercado na construção de HIS, mas é preciso que se tenham fechamentos de valores mais baixos. Para isso é preciso que o sistema seja difundido no país, para termos uma base de fornecedores, e assim venha a diminuir o preço de mercado dos materiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. Texto Técnico, vol. 12, Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1995.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

BEVILAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas aporticado e "Light Steel Framing"**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda habitacional no Brasil**. Brasília, 2012.

CAMPOS, R. J. A. **Diretrizes de projeto para produção de habitações com estrutura tipo plataforma e fechamento com placas cimentícias**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Londrina, 2006.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Steel Framing: Arquitetura. 2ª Edição**. Rio de Janeiro, 2012.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Steel Framing: Engenharia. 2ª Edição**. Rio de Janeiro, 2016.

CONSUL-STEEL. **Manual de procedimiento - Construcción Con Steel Framing**. 2013.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, 2005.

ECKER, T. W. P.; MARTINS, V. **Comparativo dos sistemas construtivos *Steel Frame* e *Wood Frame* para Habitações de Interesse Social**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2015**. Belo Horizonte, 2018.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras**. São Paulo, Editora PINI LTDA, 2006, 281p.

MONTEIRO, A. C. L. **Análise da capacidade resistente de painéis *Light Steel Frame* com foco na modelagem numérica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Federal da Paraíba, 2017.

OLIVEIRA, A. B. F. **Inserção de sistemas construtivos industrializados de ciclo aberto estruturados em aço no mercado da construção civil residencial brasileira**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

PEDROSO, S. P.; FRANCO, G. A.; BASSO, G. L.; BOMBONATO, F. A. **Steel frame na construção civil**. 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014.

PENNA, F. C. P. **Análise da viabilidade econômica do sistema *Light Steel Framing* na execução de Habitações de Interesse Social: uma abordagem pragmática**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

PORTAL METALICA. **Sistema industrializado de construção: *Steel Framing* edificações leves**. [entre 2002 e 2010]. Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br/vantagens-do-sistema-industrializado-de-construcao>>, acessado em: 08 mai. 2018.

TERNI, A. W.; SANTIAGO A. K.; Pianheri, J. **Steel Frame: Fechamento**. 2008. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/139/artigo286547-2.aspx>>, acessado em: 15 mai. 2018.

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, 2011.

WAY, A. G. J. et al. **Durability of Light Steel Framing in Residential Building**. SCI P262 (Second edition), The Steel Framing Institute. 2009.

ANEXOS

ANEXO A – Orçamento analítico da HIS em paredes de concreto



JGA ENGENHARIA LTDA

CONSTRUÇÃO DE CASA EM PAREDE DE CONCRETO - FAIXA 1,0

Total sem BDI R\$ 51.515,09

Salgado de São Felix - Paraíba

Referência: SINAPI set/2017

ORÇAMENTO ANALÍTICO						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM		
				QUANTIDADE	VALOR (R\$)	VALOR M.O.
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 3.527,73	R\$ 0,00
1.1.1	Projetos, orçamentos, cronogramas e memoriais	vb	750,00	1,00	750,00	0,00
1.1.2	Acompanhamento topográfico	mês	130,00	1,00	130,00	0,00
1.1.3	Sondagem do terreno	und	-	0,00	0,00	0,00
1.1.4	Mobilização e desmobilização	und	900,00	1,00	900,00	0,00
1.1.5	PCMAT	und	150,00	1,00	150,00	0,00
1.1.6	Vigilância	mês	198,44	1,00	198,44	0,00
1.1.7	Controle tecnológico	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.8	Gestão da qualidade	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.9	Gestão de resíduos	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.10	Engenheiro	mês	391,69	1,00	391,69	0,00
1.1.11	Encarregado	mês	392,15	1,00	392,15	0,00
1.1.12	Técnico de segurança	mês	218,25	1,00	218,25	0,00
				SUBTOTAL	3.527,73	R\$0,00
2.0	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES				R\$ 5.526,45	R\$ 3.122,44
2.1	TRABALHOS COM TERRA					
2.1.1	Limpeza de Terreno - Raspagem Mecanizada (Motoniveladora)	M ²	0,47	160,00	75,20	11,20
2.1.2	Locação da obra	M ²	4,94	90,24	445,79	225,60
2.1.3	Escavação manual em terra até 2,00m	M ³	51,94	9,83	510,57	400,77
2.1.4	Reaterro interno compactado manualmente	M ³	45,95	16,90	776,37	608,26
				SUBTOTAL	1.807,93	1245,83
2.2	FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS					

2.2.1	Embasamento com pedra argamassada utilizando argamassa de cimento e areia traço 1:4	M³	315,01	9,83	3.095,92	1589,68
2.2.4	Impermeabilização (cinta de fundação) com vedapren preto duas demãos	M²	21,72	28,67	622,60	286,94
				SUBTOTAL	3.718,52	1876,62
3.0	SUPER-ESTRUTURA				R\$ 2.175,24	547,45
3.1	Laje Pré-moldada c/ escoramento	m²	56,78	38,31	2.175,24	547,45
				TOTAL	2.175,24	547,45
4.0	PAREDES E PAINÉIS				R\$ 18.560,64	R\$ 1.416,71
4.1	ALVENARIA					
4.1.1	Alvenaria de tijolos cerâmicos furados 9x19x19 cm de 1/2 vez, assentados com argamassa de cimento, cal e areia, traço 1:2:8, juntas 12mm.	M²	55,29	13,08	723,19	437,66
4.1.2	Parede em concreto armado 30 MPA (e=10cm) inclusive forma, armação e laçamento	M³	1.145,31	9,44	10.815,16	529,75
				SUBTOTAL	11.538,36	967,41
4.2	ESQUADRIAS					
4.2.1	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO					
4.2.1.1	Janela em alumínio correr ou maximoar	M²	471,38	5,32	2.507,74	52,24
4.2.1.2	Porta de alumínio em veneziana	m2	626,26	5,04	3.156,35	36,49
				SUBTOTAL	5.664,09	88,73
4.2.3	ESQUADRIAS DE MADEIRA					
4.2.3.1	Kit Porta de madeira - 0,80x2,10m Para verniz	UN	546,72	2,00	1.093,44	279,94
				SUBTOTAL	1.093,44	279,94
4.2.4	FERRAGENS					
4.2.4.1	Fechadura de embutir completa, para portas externas, padrão acabamento popular	UN	61,01	2,00	122,02	37,46
4.2.4.2	Fechadura de embutir completa, para portas internas, padrão acabamento popular	UN	48,34	2,00	96,68	28,78
4.2.4.3	Fechadura de embutir completa, para portas de WC, padrão acabamento popular	UN	46,05	1,00	46,05	14,39
				SUBTOTAL	264,75	80,63
5.0	COBERTURA E PROTEÇÃO				R\$ 4.024,61	R\$ 866,29
5.1	TELHADOS					
5.1.1	Estrutura de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até duas águas em cobertura de telha cerâmica	M²	53,05	59,28	3.144,80	587,46
5.1.2	Coberta em telha cerâmica tipo canal, com até duas águas	M²	13,28	59,28	787,24	240,68
5.1.5	Cumeeira em telha canal	M	12,18	7,60	92,57	38,15
				SUBTOTAL	4.024,61	866,29
6.0	REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA				R\$ 5.656,61	R\$ 2.211,44
6.1	REVESTIMENTO INTERNO					
6.1.1	Chapisco de aderência (parede e teto)	M²	5,43	64,47	350,07	248,85
6.1.2	Massa única traço 1:2:8 (cimento:cal:areia) (parede e teto)	M²	21,52	64,47	1.387,39	684,03
6.1.3	Correção de falhas (emendas, furos, retoques, bicheiras, etc.) em estrutura de concreto feito com revestimento de gesso ou argamassa cimentícia	M²	7,16	87,42	625,85	298,55
				SUBTOTAL	2.363,32	1231,43

6.2	AZULEJOS					
6.2.1	Cerâmica esmaltada assentada na vertical com argamassa colante com rejuntamento em cimento branco (h=1,50)	M ²	42,82	17,37	743,78	225,12
				SUBTOTAL	743,78	225,12
6.3	REVESTIMENTO EXTERNO					
6.3.1	Correção de falhas (emendas, furos, retoques, bicheiras, etc.) em estrutura de concreto feito com argamassa cimentícia	M ²	7,16	58,92	421,81	201,22
				SUBTOTAL	421,81	201,22
6.5	PINTURAS					
6.5.3	Pintura PVA em paredes internas 02 demãos sobre fundo selador	M ²	9,79	84,06	822,95	234,53
6.5.4	Pintura com textura acrílica em paredes externas	M ²	12,42	72,00	894,24	144,72
6.5.6	Pintura PVA nos tetos	M ²	8,40	38,31	321,80	115,70
6.5.7	Pintura esmalte sintético em esquadrias de madeira	M ²	13,20	6,72	88,70	58,73
				SUBTOTAL	2.127,70	553,68
7.0	PAVIMENTAÇÃO				R\$ 4.133,82	R\$ 1.211,76
7.1	CERÂMICA					
7.1.1	Lastro de piso em concreto, traço 1;2,6;6 (cimento, areia e brita), esp=5 cm	M ²	17,53	41,37	725,22	282,56
7.1.2	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), interno sobre jaje, espessura 3,5 cm, preparo mecânico.	M ²	30,82	41,37	1.275,02	422,39
7.1.3	Cerâmica esmaltada linha popular PEI5 com argamassa colante com rejuntamento em cimento branco	M ²	33,40	41,37	1.381,76	309,03
				SUBTOTAL	3.382,00	1013,98
7.2	CIMENTADO					
7.2.1	Calçada de proteção	M ²	46,16	13,00	600,08	156,52
					600,08	156,52
7.3	RODAPÉS					
7.3.1	Rodapé em cerâmica	M	4,45	34,10	151,75	41,26
				SUBTOTAL	151,75	41,26
8.0	INSTALAÇÕES E APARELHOS				R\$ 7.826,83	R\$ 3.144,20
8.1	ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS				R\$ 3.890,17	R\$ 1.713,34
8.1.1	Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada	UN	133,26	7,00	932,82	475,30
8.1.2	Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho	UN	103,48	13,00	1.345,24	808,34
8.1.3	Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm ² caixa elétrica e espelho.	UN	129,31	1,00	129,31	67,43
8.1.4	Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)	UN	45,04	1,00	45,04	24,22
8.1.5	Ponto de Campanha, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha	UN	57,00	1,00	57,00	33,65

8.1.6	Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico	UN	291,99	1,00	291,99	49,10
8.1.7	Haste para aterramento cooperweld 3/8 x 2,40 m	UN	37,10	1,00	37,10	9,86
8.1.8	Caixa de inspeção para haste de aterramento 30x30x30 cm	UN	126,14	1,00	126,14	69,44
8.1.10	Ramal de entrada de energia padrão Energisa, do quadro de medição a saída do poste de entrada, com eletroduto 2", cinco cabos de 16 mm ²	M	23,88	1,00	23,88	6,05
8.1.9	Entrada de energia monofásica até 50A, com poste de concreto inclusive cabeamento, caixa de medição em policarbonato e aterramento.	UN	858,38	1,00	858,38	145,74
				SUBTOTAL	3.846,90	1689,12
8.1.16	INSTALAÇÕES DE REDE TELEFÔNICA					
8.1.16.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2	UN	43,27	1,00	43,27	24,22
				SUBTOTAL	43,27	24,22
8.2	ÁGUA FRIA				R\$ 1.884,65	R\$ 877,27
	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA					
8.2.1	Cavalete para instalação de Hidrom.	UN	84,11	1,00	84,11	35,68
8.2.2	Fornecimento e instalação de Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedição	UN	114,81	1,00	114,81	11,00
				SUBTOTAL	198,92	46,68
8.2.4	BARRILETE					
8.2.4.6	Tubo PVC soldável 25 mm	M	3,29	22,00	72,38	8,14
				SUBTOTAL	72,38	8,14
8.2.5	RECALQUE					
8.2.5.1	Ligação domiciliar de Água	UN	63,90	1,00	63,90	28,58
8.2.5.2	Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"	UN	90,32	1,00	90,32	41,25
8.2.5.3	União 3/4"	UN	24,98	1,00	24,98	7,24
8.2.5.4	Registro de gaveta 3/4"	UN	29,21	2,00	58,42	9,68
8.2.5.5	Flange 3/4"	UN	17,60	2,00	35,20	6,60
8.2.5.6	Joelho 90° Soldável 25mm	UN	3,76	14,00	52,64	31,92
8.2.5.7	Tê Soldável 25mm	UN	5,29	2,00	10,58	6,04
8.2.5.8	Valvula de retenção 3/4 (25mm)	UN	60,50	1,00	60,50	14,49
				SUBTOTAL	396,54	145,80
8.2.6	RESERVATÓRIOS					
8.2.6.1	Reservatorio Superior em plástico ou fibra de vidro 500 litros	UN	504,49	1,00	504,49	186,25
				SUBTOTAL	504,49	186,25
8.2.7	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA					
8.2.7.1	Ponto de água com rede	UN	89,04	8,00	712,32	490,40
				SUBTOTAL	712,32	490,40
8.4	ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS				R\$ 994,42	R\$ 440,36

8.4.1	Ponto de esgoto primário 100mm com rede	UN	41,43	1,00	41,43	16,31
8.4.2	Ponto de esgoto secundário 50mm com rede	UN	53,62	5,00	268,10	138,35
8.4.3	Ponto de esgoto secundário 40mm com rede	UN	35,82	2,00	71,64	45,38
				SUBTOTAL	381,17	200,04
8.4.8	CAIXA DE GORDURA/CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA					
8.4.8.1	Caixa de gordura	UN	209,82	1,00	209,82	48,16
8.4.8.2	Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada	UN	122,57	3,00	367,71	180,00
				SUBTOTAL	577,53	228,16
8.4.9	CONJUNTOS CONEXÕES /TAMPAS/GRELHAS					
8.4.9.1	Caixa sifonada em PVC 100x100x50	UN	17,86	2,00	35,72	12,16
				SUBTOTAL	35,72	12,16
8.6	APARELHOS, METAIS E COMPLEMENTOS				R\$ 1.057,59	R\$ 113,23
8.6.1	Bacia sanitária c/ cx acoplada com assento plástico	UN	324,93	1,00	324,93	17,85
8.6.2	Lavatório médio de louça branca, sem coluna, com torneira e acessórios de PVC, completo (sifão/válvula/engate flexível)	UN	152,53	1,00	152,53	16,02
8.6.3	Tanque em mármore sintético com válvula plástica branco de 1 1/4" x 1 1/2', sifão plástico	UN	154,30	1,00	154,30	19,07
8.6.4	Balcão em aço inox com 1,20x0,60 m com 1 cuba, com torneira e acessórios de PVC completo (válvula de plástico branca e sifão plástico)	UN	250,60	1,00	250,60	24,51
8.6.5	Porta papel, saboneteira e cabide cromado	UN	53,96	1,00	53,96	19,56
8.6.8	Chuveiro Plástico Branco Simples	UN	3,21	1,00	3,21	-
8.6.9	Registro de gaveta 3/4"	UN	29,21	2,00	58,42	9,68
8.6.10	Registro de pressão 1/2"	UN	59,64	1,00	59,64	6,54
				SUBTOTAL	1.057,59	113,23
9.0	COMPLEMENTAÇÕES				R\$ 83,15	R\$ 62,06
9.1	Limpeza geral da obra	M²	2,01	41,37	83,15	62,06
				SUBTOTAL	83,15	62,06
				TOTAL	51.515,09	12.582,35

Fonte: JGA Engenharia LTDA

ANEXO B – Especificações mínimas de projeto PMCMV



Programa Minha Casa Minha Vida

Especificações Mínimas

EDIFICAÇÕES		
Aprovada pela Portaria N°146 de 26 de abril de 2016		
Projeto	Unidade habitacional com sala / 1 dormitório para casal e 1 dormitório para duas pessoas / cozinha / área de serviço / banheiro.	
DIMENSÕES DOS CÔMODOS (Estas especificações não estabelecem área mínima de cômodos, deixando aos projetistas a competência de formatar os ambientes da habitação segundo o mobiliário previsto, evitando conflitos com legislações estaduais ou municipais que versam sobre dimensões mínimas dos ambientes, sendo porém obrigatório o atendimento à NBR 15.575, no que couber)		
Dormitório casal	Quantidade mínima de móveis: 1 cama (1,40 m x 1,90 m); 1 criado-mudo (0,50 m x 0,50 m); e 1 guarda-roupa (1,60 m x 0,50 m). Circulação mínima entre mobiliário e/ou paredes de 0,50 m.	
Dormitório duas pessoas	Quantidade mínima de móveis: 2 camas (0,80 m x 1,90 m); 1 criado-mudo (0,50 m x 0,50 m); e 1 guarda-roupa (1,50 m x 0,50 m). Circulação mínima entre as camas de 0,80 m. Demais circulações mínimo de 0,50 m.	
Cozinha	Largura mínima da cozinha: 1,80 m. Quantidade mínima: pia (1,20 m x 0,50 m); fogão (0,55 m x 0,60 m); e geladeira (0,70 m x 0,70 m). Previsão para armário sob a pia e gabinete.	
Sala de estar/refeições	Largura mínima sala de estar/refeições: 2,40 m. Quantidade mínima de móveis: sofás com número de assentos igual ao número de leitos; mesa para 4 pessoas; e Estante/Armário TV.	
Banheiro	Largura mínima do banheiro: 1,50 m. Quantidade mínima: 1 lavatório sem coluna, 1 vaso sanitário com caixa de descarga acoplada, 1 box com ponto para chuveiro – (0,90 m x 0,95 m) com previsão para instalação de barras de apoio e de banco articulado, desnível máx. 20 mm; Assegurar a área para transferência ao vaso sanitário e ao box.	
Área de Serviço	Dimensão mínima da área de serviço interna: 3 m ² . Quantidade mínima: 1 tanque (0,52 m x 0,53 m) e 1 máquina (0,60 m x 0,65 m). Garantia de acesso frontal para tanque e máquina de lavar.	
Em Todos os Cômodos	Espaço livre de obstáculos em frente às portas de no mínimo 1,20 m. Deve ser possível inscrever, em todos os cômodos, o módulo de manobra sem deslocamento para rotação de 180° definido pela NBR 9050 (1,20 m x 1,50 m), livre de obstáculos.	
Ampliação - casas	A unidade habitacional deverá ser projetada de forma a possibilitar a sua futura ampliação sem prejuízo das condições de iluminação e ventilação natural dos cômodos pré existentes.	
CARACTERÍSTICAS GERAIS		
Área útil (área interna sem contar áreas de paredes)	Casas	A área mínima de casa deve ser a resultante das dimensões mínimas atendendo o mobiliário mínimo definido nestas especificações mínimas, considerando-se dois dormitórios, sala de estar/refeições, cozinha, banheiro e circulação, não podendo ser inferior à 36,00 m ² , se área de serviço externa, ou 38,00 m ² , se a área de serviços for interna.
	Apartamentos	A área mínima de apartamento deve ser a resultante das dimensões mínimas atendendo o mobiliário mínimo definido no item 1 destas especificações mínimas, considerando-se dois dormitórios, sala de estar/refeições, cozinha, banheiro, área de serviço e circulação, não podendo ser inferior à 41,00 m ² .
Pé direito mínimo	Pé direito mínimo de 2,50 m, admitindo-se 2,30 m no banheiro. Adotar pé-direito maior quando o Código de Obras ou leis municipais assim estabelecerem.	

Cobertura	Casas térreas	<p>Conforme NBR 15.575.</p> <p>Sobre laje, em telha com estrutura de madeira ou metálica. No caso de opção por beiral, este deverá ter no mínimo 0,60m ou 0,10 m maior que a calçada, o que for maior, com previsão de solução que evite carreamento do solo pelas águas pluviais. Vedado o uso de estrutura metálica quando o empreendimento estiver localizado em regiões litorâneas ou em ambientes agressivos a esse material. No caso de área de serviço externa, a cobertura deverá ser em toda a área, nas mesmas especificações da UH.</p> <p>Em caso de emprego de telhas cerâmicas esmaltadas, de concreto ou de fibrocimento, utilizar telhas de cor clara.</p>
	Apartamentos	<p>Conforme NBR 15.575.</p> <p>Sobre laje, em telha com estrutura de madeira ou metálica. No caso de fibrocimento, a cobertura deverá estar embutida em platibanda. No caso de opção por beiral, este deverá ter no mínimo 0,60m ou 0,10 m maior que a calçada, o que for maior, com previsão de solução que evite carreamento do solo pelas águas pluviais. Vedado o uso de estrutura metálica quando o empreendimento estiver localizado em regiões litorâneas ou em ambientes agressivos a esse material.</p> <p>Em caso de emprego de telhas cerâmicas esmaltadas, de concreto ou de fibrocimento, utilizar telhas de cor clara.</p>
Paredes		<p>Parede em bloco cerâmico ou de concreto com espessura mínima de 14 cm, desconsiderando os revestimentos, ou solução equivalente que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575.</p> <p>Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 3 a 8 pintura das paredes externas predominantemente em cores claras (absortância solar abaixo de 0,4) ou acabamentos externos predominantemente com absortância solar abaixo de 0,4. Cores escuras admitidas em detalhes.</p>
Parede de geminação		<p>Espessura mínima de 14 cm, desconsiderando os revestimentos, ou solução equivalente que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575.</p>
Revestimento interno e áreas comuns (exceto áreas molhadas)		<p>Em gesso, chapisco e massa única ou em emboço e reboco, ou ainda em concreto regularizado e plano, adequados para o acabamento final em pintura, admitindo-se solução equivalente que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575.</p>
Revestimento externo		<p>Em concreto regularizado e plano, com chapisco e massa única ou emboço e reboco, adequados para o acabamento final em pintura, admitindo-se solução equivalente que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575.</p>
Revestimento áreas molhadas		<p>Azulejo com altura mínima de 1,50m em todas as paredes da cozinha, área de serviço interna à edificação e banheiro e em toda a altura da parede na área do box. Nas áreas de serviço externas à edificação, o azulejo deverá cobrir no mínimo a largura correspondente ao tanque e a máquina de lavar roupas (largura mínima de 1,20m).</p>
Portas e ferragens		<p>Portas de acesso e internas em madeira. Em regiões litorâneas ou meio agressivo, admite-se no acesso à unidade porta de aço ou de alumínio, desde que não possuam vidros em altura inferior à 1,10 m em relação ao piso acabado e que sejam consideradas "conformes" pela certificação no PSQ/PBQP-H. Batente em aço ou madeira desde que possibilite a inversão do sentido de abertura das portas. Vão livre entre batentes de 0,80 m x 2,10 m em todas as portas (folha da porta de 82cm). Previsão de área de aproximação para abertura das portas de acesso (0,60 m interno e 0,30 m externo). Maçanetas de alavanca devem estar entre 0,90 m a 1,10 m do piso. Em tipologia de casa prever ao menos duas portas de acesso, sendo 01 (uma) na sala para acesso principal e outra para acesso de serviço na cozinha/área de serviço.</p>
Janelas		<p>Previstas em todos os vãos externos, com vão mínimo de 1,50 m² nos quartos e 2,00 m² na sala, deverão ser completas e com vidros, sem folhas fixas e que atenda aos critérios mínimos de ventilação e iluminação previstos na NBR 15.575 e legislação municipal. vedada a utilização de aço em regiões litorâneas. Em regiões litorâneas ou meio agressivo, admitem-se janelas em aço ou alumínio, desde que consideradas "conformes" pela certificação no PSQ/PBQP-H. É obrigatório o uso de vergas e contravergas com transpasse mínimo de 0,30m, além de peitoril com pingadeira e transpasse de 2cm para cada lado do vão, ou solução equivalente que evite manchas de escorrimento de água abaixo do vão das janelas. É vedado o uso de cobogós em substituição às esquadrias. Em todas as zonas bioclimáticas as esquadrias de dormitórios devem ser dotadas de mecanismo que permita o escurecimento do ambiente com garantia de ventilação natural. Este mecanismo deve possibilitar a abertura total da janela para a entrada de luz natural quando desejado. Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 as aberturas da sala deverão prever recurso de sombreamento (veneziana, varanda, brise, beiral, anteparo ou equivalente).</p>

Pisos	Obrigatório piso e rodapé em toda a unidade, incluindo o hall e as áreas de circulação interna. O piso deve ser assentado sobre contrapiso impermeável com espessura mínima de 3,00 cm. O revestimento deve ser em cerâmica esmaltada PEI 4, com índice de absorção inferior a 10% e desnível máximo de 15mm. Para áreas molháveis e rota de fuga, o coeficiente de atrito dinâmico deve ser superior a 0,4. Admite-se solução diversa desde que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575 .
PINTURAS - obedecer à NBR 15.575	
Paredes Internas (exceto áreas molhadas)	Tinta PVA.
Paredes áreas molhadas	Tinta acrílica.
Paredes externas	Tinta acrílica ou textura impermeável. Em unidades situadas nas Zonas Bioclimáticas 3 a 8, prever pintura de paredes externas predominantemente em cores claras (absortância solar abaixo de 0,4).
Tetos	Tinta PVA.
Esquadrias	Em esquadrias de aço, esmalte sobre fundo preparador. Em esquadrias de madeira, esmalte ou verniz.
LOUÇAS E METAIS	
Lavatório	Louça sem coluna, com dimensão mínima de 30x40cm, sifão, e torneira metálica cromada com acionamento por alavanca ou cruzeta. Acabamento de registro de alavanca ou cruzeta.
Bacia Sanitária	Bacia sanitária com caixa de descarga acoplada com sistema de duplo acionamento, não sendo admitida caixa plástica externa.
Tanque	Capacidade mínima de 20 litros, de concreto pré-moldado, PVC, louça, inox, granilite ou mármore sintético com torneira metálica cromada com acionamento por alavanca ou cruzeta com arejador. Acabamento de registro de alavanca ou cruzeta.
Pia cozinha	Bancada de 1,20 m x 0,50 m com cuba de granito, mármore, inox, granilite ou mármore sintético, torneira metálica cromada. Torneira e acabamento de registro de alavanca ou cruzeta.
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS / TELEFÔNICAS	
Pontos de tomadas elétricas	Deverão atender à NBR NM 60.669/2004 e NBR 5410/2004 com no mínimo 4 na sala, 4 na cozinha, 2 na área de serviço, 2 em cada dormitório, 1 tomada no banheiro e mais 1 ponto elétrico para chuveiro. As tomadas deverão ser independentes (1 tomada por caixa) e não podem ser instaladas junto ao interruptor.
Pontos de iluminação nas áreas comuns	Plafon simples com soquete para todos os pontos de luz. Instalar luminária completa e com lâmpada fluorescentes com Selo Procel ou ENCE nível A no PBE para as áreas de uso comum. Instalação de sistema automático de acionamento das lâmpadas - minuteria ou sensor de presença - em ambientes de permanência temporária.
Pontos diversos	1 ponto de telefone, 1 de campainha (completa e instalada), 1 ponto de antena (tubulação seca) e 1 ponto de interfone (completo e instalado), 1 ponto de rede lógica (cabeadado).
Interfone	Instalar sistema de porteiro eletrônico.
Circuitos elétricos	Prever circuitos independentes para iluminação, tomadas de uso geral, tomadas de uso específico para cozinha e para o chuveiro, dimensionados para a potência usual do mercado local. Prever DR e ao menos 04 (quatro) posições de disjuntor vagas no Quadro de Distribuição.
Geral	Tomadas baixas a 0,40 m do piso acabado, interruptores, interfones, campainha e outros a 1,00 m do piso acabado.
DIVERSOS	
Vagas	Vagas de garagem conforme definido na legislação municipal.
Proteção da alvenaria externa - - casa	Em concreto com largura mínima de 0,50 m . Nas áreas de serviço externas, deverá ser prevista calçada com largura mínima de 1,30 m e comprimento mínimo de 2,40 m na região do tanque e máquina de lavar
Máquina de Lavar	Prever solução para instalação de máquina de lavar roupas, com ponto elétrico, hidráulica e saída de esgoto exclusivos.

Elevador	Para edificação acima de dois pavimentos, deve ser previsto e indicado na planta o espaço destinado ao elevador e informado no manual do proprietário. O espaço deve permitir a execução e instalação futura do elevador. Não é necessária nenhuma obra física para este fim. No caso, do espaço previsto para futura instalação do elevador, estar no interior da edificação, a estrutura deverá ser executada para suportar as cargas de instalação e operação do equipamento.
TECNOLOGIAS INOVADORAS	
Sistemas Inovadores	Serão aceitas tecnologias inovadoras de construção homologadas pelo SiNAT
Placas informativas para Sistemas Inovadores	Deverão ser instaladas placas informativas nas edificações de empreendimentos em condomínios nos casos de utilização de alvenaria estrutural ou sistemas inovadores.
DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ÁGUA	
Válvula de descarga	Válvula de descarga com duplo acionamento
Torneiras	Instalação de torneiras com arejador incorporado, com limitação de vazão; ou Instalação de torneiras com arejador incorporado sem limitação de vazão e instalação de restritor de vazão, na saída da tubulação (onde houver flexível, antes dele). Restringir a vazão em 4 l/min para torneiras de lavatório e em 6 l/min para torneiras de pia de cozinha e tanque.
Projeto hidráulico	Pressão estática máxima no sistema = 30 mca; Limitação de vazões no dimensionamento sistema: - ducha: 12 l/min - torneiras de pia de cozinha e tanque: 6 l/min - torneiras de lavatório: 4 l/min - alimentação de bacia de descarga: 9 l/min Onde houver chuveiro elétrico não há necessidade de instalação de dispositivos economizadores.
CONFORTO TÉRMICO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	
Ventilação Cruzada	Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 garantia de ventilação cruzada em unidades unifamiliares - escoamento de ar entre pelo menos duas fachadas diferentes, opostas ou adjacentes. Recomendada em unidades multifamiliares.
Ventilação Noturna	Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 garantia de ventilação noturna com segurança em ambientes de longa permanência - dormitórios e sala - de unidades uni e multifamiliares. Utilização de dispositivos com possibilidade de fechamento em períodos frios (peitoril ventilado, veneziana ou básculas).
Ventilador de teto	Em unidades localizadas nas zonas bioclimáticas 7 e 8 instalação de ventilador de teto com Selo Procel em ambientes de longa permanência - dormitórios e sala.
ACESSIBILIDADE E ADAPTAÇÃO	
Unidades adaptadas	Disponibilizar unidades adaptadas ao uso por pessoas com deficiência, de acordo com a demanda, com kits de adaptação conforme especificado no sítio www.cidades.gov.br

Fonte: Programa Minha Casa, Minha Vida, disponível em

<http://www.minhacasaminhavid.gov.br/habitacao-cidades/programa-minha-casa-minha-vida-pmcmv/como-participar/empresas/230-snh-secretaria-nacional/minha-casa-minha-vida/4192-especificacoes-tecnicas-2>, acessado em 11/05/2018

APÊNDICE

APÊNDICE A – Orçamento analítico da HIS em LSF

CONSTRUÇÃO DE CASA EM LIGHT STEEL FRAME - FAIXA 1,0Total sem
BDI**R\$ 64.159,19**

Salgado de São Felix - Paraíba

Referência: SINAPI set/2017

ORÇAMENTO ANALÍTICO						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	ORIGEM		
				QUANTIDADE	VALOR (R\$)	VALOR M.O.
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 3.527,73	R\$ 0,00
1.1.1	Projetos, orçamentos, cronogramas e memoriais	vb	750,00	1,00	750,00	0,00
1.1.2	Acompanhamento topográfico	mês	130,00	1,00	130,00	0,00
1.1.3	Sondagem do terreno	und	-	0,00	0,00	0,00
1.1.4	Mobilização e desmobilização	und	900,00	1,00	900,00	0,00
1.1.5	PCMAT	und	150,00	1,00	150,00	0,00
1.1.6	Vigilância	mês	198,44	1,00	198,44	0,00
1.1.7	Controle tecnológico	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.8	Gestão da qualidade	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.9	Gestão de resíduos	mês	132,40	1,00	132,40	0,00
1.1.10	Engenheiro	mês	391,69	1,00	391,69	0,00
1.1.11	Encarregado	mês	392,15	1,00	392,15	0,00
1.1.12	Técnico de segurança	mês	218,25	1,00	218,25	0,00
				SUBTOTAL	3.527,73	R\$0,00
2.0	FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES				R\$ 5.526,45	R\$ 3.122,44
2.1	TRABALHOS COM TERRA					
2.1.1	Limpeza de Terreno - Raspagem Mecanizada (Motoniveladora)	M²	0,47	160,00	75,20	11,20
2.1.2	Locação da obra	M²	4,94	90,24	445,79	225,60
2.1.3	Escavação manual em terra até 2,00m	M³	51,94	9,83	510,57	400,77
2.1.4	Reaterro interno compactado manualmente	M³	45,95	16,90	776,37	608,26
				SUBTOTAL	1.807,93	1245,83
2.2	FUNDAÇÃO E OUTROS SERVIÇOS					
2.2.1	Embasamento com pedra argamassada utilizando argamassa de cimento e areia traço 1:4	M³	315,01	9,83	3.095,92	1589,68
2.2.4	Impermeabilização (cinta de fundação) com vedapren preto duas demãos	M²	21,72	28,67	622,60	286,94
				SUBTOTAL	3.718,52	1876,62
3.0	ESTRUTURA DA LAJE				R\$ 4.586,85	1026,78
3.1	PAINEL DE LAJE					0,00

3.1.1	Perfil Ue (140x40x1,25 mm)	m	17,51	81,36	1.424,61	
3.1.2	Perfil U (142x40x1,25 mm)	m	17,51	13,20	231,13	
3.1.3	Fita de Travamento	m	1,87	66,00	123,42	
3.1.4	Parafuso cabeça lentalha ponta broca (metal/metal)	un	0,10	306,00	30,60	
3.1.5	Montador	h	12,87	45,02		579,52
3.1.6	Ajudante	h	9,93	45,02		447,26
				TOTAL	3.560,07	1026,78
4.0	PAREDES E PAINÉIS				R\$ 15.876,34	R\$ 2.553,04
4.1	PAINÉIS					
4.1.1	Perfil Ue (90x40x1,25 mm)	m	13,43	359,32	4.825,67	
4.1.2	Perfil U (92x40x1,25 mm)	m	13,36	83,80	1.119,57	
4.1.3	Fita de Travamento	m	1,87	61,90	115,75	
4.1.4	Fita de Contraventamento	m	5,61	55,60	311,92	
4.1.5	Parafuso cabeça lentalha ponta broca (metal / metal)	un	0,10	780,00	78,00	
4.1.6	Parabolt	un	1,06	147,00	155,82	
4.1.7	Placa Gousset	un	7,18	20,00	143,60	
4.1.8	Montador	h	12,87	92,24		1.187,35
4.1.9	Ajudante	h	9,93	92,24		916,39
				SUBTOTAL	6.750,32	2103,74
4.2	ESQUADRIAS					
4.2.1	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO					
4.2.1.1	Janela em alumínio correr ou maximoar	M²	471,38	5,32	2.507,74	52,24
4.2.1.2	Porta de alumínio em veneziana	m2	626,26	5,04	3.156,35	36,49
				SUBTOTAL	5.664,09	88,73
4.2.3	ESQUADRIAS DE MADEIRA					
4.2.3.1	Kit Porta de madeira - 0,80x2,10m Para verniz	UN	546,72	2,00	1.093,44	279,94
				SUBTOTAL	1.093,44	279,94
4.2.4	FERRAGENS					
4.2.4.1	Fechadura de embutir completa, para portas externas, padrão acabamento popular	UN	61,01	2,00	122,02	37,46
4.2.4.2	Fechadura de embutir completa, para portas internas, padrão acabamento popular	UN	48,34	2,00	96,68	28,78
4.2.4.3	Fechadura de embutir completa, para portas de WC, padrão acabamento popular	UN	46,05	1,00	46,05	14,39
				SUBTOTAL	264,75	80,63
5.0	COBERTURA E PROTEÇÃO				R\$ 4.024,61	R\$ 866,29
5.1	TELHADOS					
5.1.1	Estrutura de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até duas águas em cobertura de telha cerâmica	M²	53,05	59,28	3.144,80	587,46
5.1.2	Coberta em telha cerâmica tipo canal, com até duas águas	M²	13,28	59,28	787,24	240,68

5.1.5	Cumeeira em telha canal	M	12,18	7,60	92,57	38,15
				SUBTOTAL	4.024,61	866,29
6.0	REVESTIMENTOS, ELEMENTOS DECORATIVOS E PINTURA				R\$ 18.573,40	R\$ 778,79
6.1	REVESTIMENTO INTERNO					
6.1.1	Placa de gesso acartonado ST	un	31,25	35,00	1.093,75	
6.1.2	Placa de gesso acartonado RU	un	48,26	10,00	482,60	
6.1.3	Tábua de madeira aparelhada	m	12,62	1,90	23,98	
6.1.4	Parafuso cabeça trombeta ponta agulha (Gesso / metal)	un	0,04	1.080,00	43,20	
6.1.5	Lã de vidro (isolamento termo acústico)	m ²	8,20	92,24	756,37	
6.1.6	Massa para rejunte a base de gesso	kg	2,16	67,39	145,57	
6.1.7	Fita papel	m	0,12	162,00	19,44	
				SUBTOTAL	2.564,90	0,00
6.2	AZULEJOS					
6.2.1	Cerâmica esmaltada assentada na vertical com argamassa colante com rejuntamento em cimento branco (h=1,50)	M ²	42,82	17,37	743,78	225,12
				SUBTOTAL	743,78	225,12
6.3	REVESTIMENTO EXTERNO					
6.3.1	Placa cimentícia	un	145,00	26,00	3.770,00	
6.3.2	Manta asfáltica	m ²	55,43	65,40	3.625,12	
6.3.3	Parafuso cabeça trombeta ponta broca c/ asa (P. Cimentícia / metal)	un	0,11	624,00	68,64	
6.3.4	Cordão delimitador de juntas	m	1,05	46,53	48,86	
6.3.5	Selante para juntas da área externa	g	0,13	1.535,49	199,61	
6.3.6	Primer para juntas da área externa	ml	0,17	372,24	63,28	
				SUBTOTAL	7.775,51	0,00
6.4	FORROS					
6.4.1	Placa OSB	un	131,00	17,00	2.227,00	
6.4.1	Parafuso cabeça trombeta ponta broca (OSB / metal)	un	0,03	408,00	12,24	
6.4.2	Manta asfáltica	m ²	55,43	45,02	2.495,46	
6.4.3	Lã de vidro (isolamento termo acústico)	m ²	8,20	45,02	369,16	
6.4.4	Placa de gesso acartonado ST	m ²	10,85	17,00	184,45	
6.4.5	Parafuso cabeça trombeta ponta agulha (Gesso / metal)	un	0,04	408,00	16,32	
6.4.6	Massa para rejunte a base de gesso	kg	2,16	23,41	50,57	
6.4.7	Fita papel	m	0,12	52,53	6,30	
				SUBTOTAL	5.361,50	0,00
6.5	PINTURAS					
6.5.3	Pintura PVA em paredes internas 02 demãos sobre fundo selador	M ²	9,79	84,06	822,95	234,53

6.5.4	Pintura com textura acrílica em paredes externas	M ²	12,42	72,00	894,24	144,72
6.5.6	Pintura PVA nos tetos	M ²	8,40	38,31	321,80	115,70
6.5.7	Pintura esmalte sintético em esquadrias de madeira	M ²	13,20	6,72	88,70	58,73
				SUBTOTAL	2.127,70	553,68
7.0	PAVIMENTAÇÃO				R\$ 4.133,82	R\$ 1.211,76
7.1	CERÂMICA					
7.1.1	Lastro de piso em concreto, traço 1;2,6;6 (cimento, areia e brita), esp=5 cm	M ²	17,53	41,37	725,22	282,56
7.1.2	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), interno sobre jaje, espessura 3,5 cm, preparo mecânico.	M ²	30,82	41,37	1.275,02	422,39
7.1.3	Cerâmica esmaltada linha popular PEI5 com argamassa colante com rejuntamento em cimento branco	M ²	33,40	41,37	1.381,76	309,03
				SUBTOTAL	3.382,00	1013,98
7.2	CIMENTADO					
7.2.1	Calçada de proteção	M ²	46,16	13,00	600,08	156,52
					600,08	156,52
7.3	RODAPÉS					
7.3.1	Rodapé em cerâmica	M	4,45	34,10	151,75	41,26
				SUBTOTAL	151,75	41,26
8.0	INSTALAÇÕES E APARELHOS				R\$ 7.826,83	R\$ 3.144,20
8.1	ELÉTRICAS E TELEFÔNICAS				R\$ 3.890,17	R\$ 1.713,34
8.1.1	Ponto de luz embutido no teto ou parede com eletroduto corrugado embutido, fiação, caixa elétrica, espelho, bocal e lâmpada	UN	133,26	7,00	932,82	475,30
8.1.2	Ponto de tomada monofásica embutida 2P+T 10A com eletroduto corrugado, fiação, caixa elétrica e espelho	UN	103,48	13,00	1.345,24	808,34
8.1.3	Ponto tomada p/ chuveiro elétrico embutida 2P+T 20A com eletroduto corrugado, fiação 4,0 mm ² caixa elétrica e espelho.	UN	129,31	1,00	129,31	67,43
8.1.4	Ponto seco, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2 (TV)	UN	45,04	1,00	45,04	24,22
8.1.5	Ponto de Campanha, com eletroduto corrugado 25mm, fiação, caixas elétricas 4x2, pulsador e campainha	UN	57,00	1,00	57,00	33,65
8.1.6	Quadro de distribuição em PVC monofásico para 12 circuitos com barramento de fase e neutro, disjuntores monofásicos, disjuntor DR e distribuição da carga através de pentes elétricos, conforme projeto elétrico	UN	291,99	1,00	291,99	49,10
8.1.7	Haste para aterramento cooperweld 3/8 x 2,40 m	UN	37,10	1,00	37,10	9,86
8.1.8	Caixa de inspeção para haste de aterramento 30x30x30 cm	UN	126,14	1,00	126,14	69,44

8.1.10	Ramal de entrada de energia padrão Energisa, do quadro de medição a saída do poste de entrada, com eletroduto 2", cinco cabos de 16 mm ²	M	23,88	1,00	23,88	6,05
8.1.9	Entrada de energia monofásica até 50A, com poste de concreto inclusive cabeamento, caixa de medição em policarbonato e aterramento.	UN	858,38	1,00	858,38	145,74
				SUBTOTAL	3.846,90	1689,12
8.1.16	INSTALAÇÕES DE REDE TELEFÔNICA					
8.1.16.1	Ponto seco para telefone, com caixa de passagem, com eletroduto corrugado 25mm, arame galvanizado para pesca, e caixa elétrica 4x2	UN	43,27	1,00	43,27	24,22
				SUBTOTAL	43,27	24,22
8.2	ÁGUA FRIA				R\$ 1.884,65	R\$ 877,27
	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA					
8.2.1	Cavalete para instalação de Hidrom.	UN	84,11	1,00	84,11	35,68
8.2.2	Fornecimento e instalação de Hidrometro, padrão CAGEPA - Micromedição	UN	114,81	1,00	114,81	11,00
				SUBTOTAL	198,92	46,68
8.2.4	BARRILETE					
8.2.4.6	Tubo PVC soldável 25 mm	M	3,29	22,00	72,38	8,14
				SUBTOTAL	72,38	8,14
8.2.5	RECALQUE					
8.2.5.1	Ligação domiciliar de Água	UN	63,90	1,00	63,90	28,58
8.2.5.2	Kit Cavalete PVC com Registro 3/4"	UN	90,32	1,00	90,32	41,25
8.2.5.3	União 3/4"	UN	24,98	1,00	24,98	7,24
8.2.5.4	Registro de gaveta 3/4"	UN	29,21	2,00	58,42	9,68
8.2.5.5	Flange 3/4"	UN	17,60	2,00	35,20	6,60
8.2.5.6	Joelho 90° Soldável 25mm	UN	3,76	14,00	52,64	31,92
8.2.5.7	Tê Soldável 25mm	UN	5,29	2,00	10,58	6,04
8.2.5.8	Valvula de retenção 3/4 (25mm)	UN	60,50	1,00	60,50	14,49
				SUBTOTAL	396,54	145,80
8.2.6	RESERVATÓRIOS					
8.2.6.1	Reservatorio Superior em plástico ou fibra de vidro 500 litros	UN	504,49	1,00	504,49	186,25
				SUBTOTAL	504,49	186,25
8.2.7	REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA					
8.2.7.1	Ponto de água com rede	UN	89,04	8,00	712,32	490,40
				SUBTOTAL	712,32	490,40
8.4	ESGOTO E ÁGUA PLUVIAIS				R\$ 994,42	R\$ 440,36
8.4.1	Ponto de esgoto primário 100mm com rede	UN	41,43	1,00	41,43	16,31
8.4.2	Ponto de esgoto secundário 50mm com rede	UN	53,62	5,00	268,10	138,35
8.4.3	Ponto de esgoto secundário 40mm com rede	UN	35,82	2,00	71,64	45,38
				SUBTOTAL	381,17	200,04

8.4.8	CAIXA DE GORDURA/CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA					
8.4.8.1	Caixa de gordura	UN	209,82	1,00	209,82	48,16
8.4.8.2	Caixa de inspeção em alvenaria ou pré moldada	UN	122,57	3,00	367,71	180,00
				SUBTOTAL	577,53	228,16
8.4.9	CONJUNTOS CONEXÕES /TAMPAS/GRELHAS					
8.4.9.1	Caixa sifonada em PVC 100x100x50	UN	17,86	2,00	35,72	12,16
				SUBTOTAL	35,72	12,16
8.6	APARELHOS, METAIS E COMPLEMENTOS				R\$ 1.057,59	R\$ 113,23
8.6.1	Bacia sanitária c/ cx acoplada com assento plástico	UN	324,93	1,00	324,93	17,85
8.6.2	Lavatório médio de louça branca, sem coluna, com torneira e acessórios de PVC, completo (sifão/válvula/engate flexível)	UN	152,53	1,00	152,53	16,02
8.6.3	Tanque em mármore sintético com válvula plástica branco de 1 1/4" x 1 1/2", sifão plástico	UN	154,30	1,00	154,30	19,07
8.6.4	Balcão em aço inox com 1,20x0,60 m com 1 cuba, com torneira e acessórios de PVC completo (válvula de plástico branca e sifão plástico)	UN	250,60	1,00	250,60	24,51
8.6.5	Porta papel, saboneteira e cabide cromado	UN	53,96	1,00	53,96	19,56
8.6.8	Chuveiro Plástico Branco Simples	UN	3,21	1,00	3,21	-
8.6.9	Registro de gaveta 3/4"	UN	29,21	2,00	58,42	9,68
8.6.10	Registro de pressão 1/2"	UN	59,64	1,00	59,64	6,54
				SUBTOTAL	1.057,59	113,23
9.0	COMPLEMENTAÇÕES				R\$ 83,15	R\$ 62,06
9.1	Limpeza geral da obra	M²	2,01	41,37	83,15	62,06
				SUBTOTAL	83,15	62,06
				TOTAL	64.159,19	12.765,36