

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO - CAU
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO - DAU

YVIO LEONNARDO BULHÃO PINTTO

ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE CUSTOS DIRETOS DE
EXECUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR EM ALVENARIA
CONVENCIONAL E *LIGHT STEEL FRAMING*

São Luís – MA

2019

YVIO LEONNARDO BULHÃO PINTTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE CUSTOS DIRETOS DE
EXECUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR EM ALVENARIA
CONVENCIONAL E *LIGHT STEEL FRAMING***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do título em Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.
Orientador: Prof^o Me. Igor Mendes Monteiro

São Luís – MA

2019

Pinto, Yvio Leonnardo Bulhão Pinto.

Análise comparativa de orçamento de custos diretos de execução de uma habitação popular em alvenaria convencional e lighth steel framing. / Yvio Leonnardo Bulhão Pinto. - São Luís, 2018.

104 f.

Orientador (a): Prof^o Me. Igor Mendes Monteiro.

Monografia (Graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

1. Técnicas Construtivas. 2. Lighth Steel Framing. 3. Habitação Popular.
I. Título.

CDU: 693.3(812.1)

YVIO LEONNARDO BULHÃO PINTTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DE ORÇAMENTO DE CUSTOS DIRETOS DE
EXECUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR EM ALVENARIA
CONVENCIONAL E *LIGHT STEEL FRAMING***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Estadual do Maranhão como
requisito para obtenção do título em Bacharel em
Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof^o MSc. Igor Mendes Monteiro

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Orientador:

Prof^o Me. Igor Mendes Monteiro

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Examinadora:

Prof^o Me. Andréa Cristina Soares Cordeiro Duailibe

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Examinador Convidado:

Marcelo Machado Rodrigues

Arquiteto e Urbanista

*Dedicado a América Cristina Bulhão de Souza Pinto
(in memoriam), que não pode ver seu filho formado.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e pela saúde concedidas a mim, durante os 5 anos de curso e para a realização desse trabalho diante de um ano muito difícil como foi o de 2018.

Em seguida agradeço e dedico esse trabalho em memória da minha mãe falecida América Cristina Bulhão de Souza Pinto, a qual sempre foi a minha principal estimuladora para busca dos meus sonhos e meus objetivos e de onde quer que esteja, deve estar feliz de ver seu único filho se formando.

Agradeço também ao meu pai Sandro Cesar Campos Pinto e a minha madrinha Sandra Maria Bulhão e também aos meus tios e tias, primos e primas e avó, os quais sempre me incentivaram na busca por meus sonhos e objetivos.

Agradeço aos meus amigos de vida e faculdade, em especial para Rodrigo Furtado, Víctor Gonsioroski, Arthur Costa, Daniel Furtado, Sylvia Lins, Adriana Coimbra, Gisele Mendes, Ana Beatriz Siste, Carlos Veras, João Pedro Medeiros, Ana Beatriz Pinho e Lucas Nogueira que estiveram comigo nestes últimos anos e sempre me incentivaram.

Agradeço a todos os professores e mestres, que pude ter em toda minha jornada acadêmica, em especial ao professor Igor Monteiro, cujo foi o orientador desse trabalho de Monografia, pela sua atenção, paciência, disposição e sabedoria durante todo esse processo. Agradeço também o Prof. David Col Debella, Prof(a). Andrea Duailibe e cujo ambos foram colaboradores do presente trabalho e da minha vida acadêmica junto ao Prof. Erico Peixoto.

Por fim agradeço as arquitetas Adrianna Ribeiro e Thisciane Mesquita pela oportunidade de estágio em seus escritórios, as quais foram de extrema importância para o meu crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise a partir da comparação de orçamentos de custos diretos de execução de uma casa popular em Alvenaria Convencional e uma em *Ligth Steel Framing*. Para isso projetou-se uma casa seguindo as diretrizes do Ministério das Cidades para programa Minha Casa Minha Vida e tomando projetos referenciais como base, e em seguida realizou-se o levantamento de materiais a serem utilizados e montou-se o orçamento da mesma na cidade de São Luís e utilizando valores da tabela SINAP, assim foram feitas as análises a partir da comparação dos orçamentos, conclui-se que há a possibilidade de uma competitividade do *Ligth Steel Framing* em relação a Alvenaria Convencional, não somente em questões econômicas como também em outros pontos. Fora isso, para entender a escolha por tal tema, foi realizada uma pesquisa bibliográfica mostrando o histórico da habitação popular no Brasil até os dias atuais, mostrando os principais programas de habitação durante os anos e explicando o que é, como funciona, as diretrizes e os problemas do programa Minha Casa Minha Vida. Logo adiante, detalhou-se a técnica construtiva do *Ligth Steel Framing*, contemplando seu conceito, história, características, vantagens e desvantagens, métodos construtivos, elementos e processo de montagem.

Palavras Chave: *Ligth Steel Framing*, Orçamento, Técnicas Construtivas

ABSTRACT

The present work has as objective to perform an analysis from the comparison of budgets of direct costs of execution of a popular house in Conventional Masonry and one in Ligth Steel Framing. For this, a house was designed following the guidelines of the Ministério das Cidades for Minha Casa Minha Vida program and taking reference projects as a base, and then the survey of materials to be used was carried out and the budget of the same in the city of São Luís and using values from the SINAP table, so the analyzes were made based on the comparison of budgets, it is concluded that there is the possibility of a competitiveness of Ligth Steel Framing in relation to Conventional Masonry, not only in economic matters but also in other points. Apart from this, to understand the choice for such a theme, a bibliographical research was carried out showing the history of popular housing in Brazil to the present day, showing the main housing programs over the years and explaining what is, how it works, the guidelines and the problems of the Minha Casa Minha Vida program. Later on, the constructive technique of Ligth Steel Framing was elaborated, contemplating its concept, history, characteristics, advantages and disadvantages, constructive methods, elements and assembly process.

Keywords: Ligth Steel Framing, Budget, Constructive Techniques

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de residência em Light Steel Framing.....	28
Figura 2 - Habitação Unifamiliar.....	29
Figura 3 - Habitação Multifamiliar.....	29
Figura 4 - Resort Cana Brava, Ilheus (BA)	30
Figura 5 - Unidades Municipais de Educação Infantil (UMIEs), Belo Horizonte/MG..	30
Figura 6 - Módulos de banheiros no Hotel Mondial Airport Business em São Paulo ...	30
Figura 7 - Reforma de telhados substituindo por tesouras fabricadas com perfis formados a frio.....	31
Figura 8 - Pilares característicos do sistema Ligth Steel Framing	33
Figura 9 - Montagem de sistema LSF, pelo método “Stick”	34
Figura 10 - Painéis pré-fabricados levados para montagem em obra.....	35
Figura 11 - Módulos pré-fabricados sendo entregue em obra	35
Figura 12 - Desenho esquemático de estrutura de painel com vão de esquadria	42
Figura 13 - Estrutura de painel contraventamento em X.....	43
Figura 14 - Estrutura de painel contraventamento em K.....	44
Figura 15 - Desenho esquemático de Travamento Horizontal	45
Figura 16 - A esquerda demonstração de guia para paredes curvas e a direita exemplo de arcos no sistema LSF.....	46
Figura 17 - Laje de Steel Framing em produção	48
Figura 18 - Desenho esquemático Laje Úmida	49
Figura 19 - Desenho esquemático Laje Seca.....	50
Figura 20 - Desenho esquemático laje em balanço mesmo sentido	51
Figura 21 - Desenho esquemático laje em balanço sentido perpendicular.....	51
Figura 22 - Cobertura em Vigas e Caibros	54
Figura 23 - Estrutura de Tesoura metálica.....	55
Figura 24 - Cobertura em Treliça metálica.....	56
Figura 25 - Vedação em Alvenaria.....	58
Figura 26 - Vedação com Placas de OSB.....	60
Figura 27 - Vedação com Placas Cimentícias	61
Figura 28 - Planta baixa Casa Popular programa Minha Casa Minha Vida.....	69
Figura 29 - Desenho Esquemático Verga	71
Figura 30 - Calculo de produtividade Sistema Ligth Steel Framing	79

Figura 31 - Calculo de produtividade Sistema Alvenaria Convencional	79
Figura 32 - Gráfico de Comparativo de Preços do m ²	80
Figura 33 - Graficos de Composição de Custos das Tecnicas Construtivas	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de perfis de aço e suas aplicações	40
Tabela 2 - Índice de Redução Acústica da Lã de Vidro	65
Tabela 3 - Tipos de Perfis de Aço utilizados no Projeto	70
Tabela 4 - Modelo de tabela de Composição de Custos Unitários p/ casa em Ligth Steel Framing.....	73
Tabela 5 - Histograma de Mão de Obra p/ casa em Ligth Steel Framing	75
Tabela 6 - Composição De Custos Diretos – Ligth Steel Framing	76
Tabela 7- Composição Unitária do CUB/m ² para Estado do Maranhão de Nov. 2018..	76
Tabela 8 - Comparativos de Custos de Mão De Obra e Materiais (LSF x AC)	77

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
OBJETIVOS.....	18
• Objetivo Principal	18
• Objetivos Secundários.....	18
CAPÍTULO I.....	19
1. HABITAÇÃO POPULAR NO BRASIL.....	19
1.1. República Velha (1889 – 1930).....	19
1.2. Era Vargas (1930 – 1945).....	20
1.2.1. IAPS (Institutos de Aposentadoria e Pensão).....	20
1.2.2. Lei do Inquilinato.....	20
1.3. Fundação Casa Popular (FCP).....	21
1.4. Ditadura Militar – Sistema Financeiro de Habitação (SFH)/Banco Nacional da Habitação (BNH).....	21
1.5. Política Habitacional Pós BNH	22
2. A problemática do Minha Casa Minha Vida.....	24
2.1. Programa Minha Casa Minha Vida	24
2.2. Diretriz de Projeto do Minha Casa Minha Vida	25
2.3. A problemática do Programa Minha Casa Minha Vida	25
CAPÍTULO II.....	27
3. A Racionalização e Industrialização da Construção Civil	27
4. Ligth Steel Framing (LSF)	27
4.1. O que é?.....	27
4.2. Histórico do Light Steel Framing (LSF).....	31
4.3. Características do Sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	32
4.4. Métodos construtivos do Sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	33
4.4.1. Método “Stick”	34
4.4.2. Método Painéis.....	34

4.4.3.	Método de Construção Modular	35
4.5.	Vantagens e Desvantagens do sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	36
4.6.	Componentes do sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	37
4.6.1.	Fundações	37
4.6.1.1.	Radier	37
4.6.1.2.	Sapata Corrida	37
4.6.1.3.	Ancoragem dos painéis do sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	38
	• Ancoragem química com barra roscada	38
	• Ancoragem com fita metálica	38
	• Ancoragem com barra roscada tipo “J”	38
4.6.2.	Perfis	39
4.6.3.	Painéis	40
4.6.3.1.	Vãos e Esquadrias no Painéis	41
4.6.3.2.	Estabilização dos Painéis	42
	• Contraventamento em “X”	43
	• Contraventamento em Diafragma Rígido	44
	• Contraventamento em Travamento Horizontal	45
4.6.3.3.	Painéis não – estruturais	45
4.6.3.4.	Paredes Curvas, Arcos e Formas Atípicas	46
4.6.3.5.	Ligação dos painéis	46
4.6.4.	Lajes	47
4.6.4.1.	Lajes Úmidas	48
4.6.4.2.	Lajes Secas	49
4.6.4.3.	Vigas de Piso Especiais	50
	• Lajes em Balanço	50
	• Diferença de nível entre ambientes	51
4.6.4.4.	Estabilização das Lajes	52

4.6.5.	Cobertura.....	52
4.6.5.1.	Cobertura em Plana	53
4.6.5.2.	Cobertura Inclinada	53
•	Caibros e Vigas	53
•	Treliças ou Tesouras metálicas	55
4.6.6.	Vedação.....	57
4.6.6.1.	Alvenaria	57
4.6.6.2.	OSB (Oriented Stand Board).....	58
4.6.6.3.	Placas Cimentícias.....	60
4.6.6.4.	Gesso Acartonado	62
4.6.7.	Isolamento Termo Acústico.....	63
4.6.7.1.	Térmico	64
4.6.7.2.	Acústica.....	64
4.7.	Montagem do Sistema <i>Ligth Steel Framing</i>	65
	CAPÍTULO III	68
5.	Desenvolvimento da Pesquisa.....	68
5.1.	Projeto.....	68
5.1.1.	Superestrutura (Paredes)	69
5.1.2.	Cobertura.....	71
5.1.3.	Fechamento	71
5.2.	Levantamento Unitário de Insumos.....	72
5.3.	Orçamentos.....	74
5.4.	Análises de Orçamentos	77
5.5.	Análises secundarias.....	78
5.5.1.	Desperdício de Material.....	78
5.5.2.	Otimização de Obra	78
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83
APÊNDICES	86
APÊNDICE A: Projeto de Casa Popular em <i>Ligth Steel Framing</i>	87
APÊNDICE B: Tabela de Orçamento de Custos Diretos de Execução de Casa em <i>Ligth Steel Framing</i>	92
ANEXOS	95
ANEXO A: Diretrizes mínimas para elaboração de projetos para o Programa Minha Casa Minha Vida.....	96
ANEXO B: Tabela de Orçamento de Casa Popular em Alvenaria Convencional (LIMA, 2016).....	102

INTRODUÇÃO

A escolha por esse tema, se deu a partir de questionamentos de como utilizar as inovações dos processos construtivos para a fabricação de moradias populares, inclusive buscar opções de metodologias construtivas que pudessem aumentar a produção habitacional para tentar suprir o déficit habitacional, cujo o Brasil ainda enfrenta, além disso que tivessem uma pegada sustentável, visto que a construção civil é um setor que demanda muito dos recursos naturais e gera uma significativa quantidade de resíduos.

De acordo com estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2015, o déficit habitacional brasileiro encontrava-se em torno de 7.7 milhões de moradias, mesmo diante de programas habitacionais iniciados desde 2009 para tentar suprir essa necessidade de moradias. A consultora do Senado, Rita Fonseca, afirma em entrevista ao Portal 44 Arquitetura, que o programa Minha Casa Minha Vida, não minimizou significativamente o problema habitacional, o mesmo acabou funcionando como uma medida pública para minimizar os impactos da crise internacional na economia nacional, fomentando a produção da construção civil e deixando em segundo plano a política habitacional. Fora isso, relatórios da Controladoria Geral da União (CGU) e Ministério da Transparência, Fiscalização apontam que cerca de 50% das habitações entregues no Programa Minha Casa Minha Vida, apresentam problemas construtivos, além de demandarem gastos extras com obras de reparo pós conclusão da obra.

Diante desse cenário o presente trabalho buscou encontrar uma técnica que aliasse industrialização e racionalização do processo construtivo, para assim alcançar uma melhor qualidade nas habitações, velocidade de execução e a possibilidade de produção em série, apresentasse materiais mais sustentáveis ou que demandasse menores gastos de recursos naturais e redução na geração de resíduos, e que pudesse melhor se equiparar em custos com os da metodologia convencional de construção, portanto chegou-se ao *Ligth Steel Framing*.

Entende-se por *Ligth Steel Framing* como sendo um sistema construtivo de concepção projetual racional, que é composto por estruturas de perfis de aço galvanizado formados a frio industrializados, que são unidos entre si formando uma trama de painéis estruturais ou não, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e demais componentes, passando estes a funcionar em conjunto para resistir as cargas da construção e dando forma a mesma, devido a utilização de materiais industrializados o mesmo caracteriza-se por se um sistema seco e de rápida execução. (CRASTO, 2005)

Tal sistema apresenta como vantagens: alto controle de qualidades dos seus materiais, maior velocidade de execução, redução de perdas devido a racionalização, sustentabilidade, por permitir reciclagem de seus materiais e menor gasto de recursos naturais. Contudo apresenta como desvantagens: custo de execução variável, devido ao nível de industrialização que em algumas regiões podem torna-lo mais caro e necessidade de mão de obra especializada;

Compreendendo a realidade habitacional do Brasil e tendo conhecimento sobre a técnica do *Ligth Steel Framing*, foi proposto a elaboração de um projeto de casa popular, seguindo as diretrizes do Ministério das Cidades, no sistema *Ligth Steel Framing*, para posterior orçamento da mesma, a fim de comparar os gastos em ambas tecnologias visando descobrir uma equidade ou vantagem de uma técnica construtiva em relação a outra, fora isso outras análises também puderam ser realizadas.

A metodologia consistiu em pesquisas bibliográficas em artigos e livros para compor todo apanhado histórico da habitação social no Brasil e seus principais programas para solução do déficit habitacional, em seguida com base nas diretrizes do Ministério das Cidades e em artigos e matérias sobre o programa Minha Casa Minha Vida, foi possível compreender o que era o programa, como o mesmo funciona, quais suas diretrizes projetuais e quais são os problemas que o mesmo vem enfrentando. Devido a contemporaneidade do sistema construtivo *Ligth Steel Framing* todo seu conteúdo foi extraído de artigos científico, trabalho de Monografia e dissertações de Mestrado, além de sites de empresas especializadas na técnica assim como sites relacionados a notícias e pesquisa no campo da construção civil. Por fim para elaboração da comparação de orçamentos, inicialmente tomou-se como base projetos referenciais e diretrizes do Ministério das Cidades, para a confecção de uma casa popular em *Ligth Steel Framing* em posse desse projeto, foi elaborado um orçamento de custos diretos para execução da mesma, todos os valores orçados foram levantados a partir da tabela do SINAP e pesquisas realizadas em lojas locais. Com isso utilizou-se valores da tabela do SINDUSCON-MA para o metro quadrado de casa para Interesse Social e comparou-se aos valores encontrado para o *Ligth Steel Framing*.

OBJETIVOS

- **Objetivo Principal**

- ✓ Realizar uma análise comparativa de orçamento de custos diretos de execução de um projeto de habitação popular executado em alvenaria convencional e um em *Ligth Steel Framing*;

- **Objetivos Secundários**

- ✓ Verificar a viabilidade da execução de tal construção na cidade de São Luís;
- ✓ Avaliar a possibilidade competitiva do *Ligth Steel Framing* em relação a Alvenaria Convencional;
- ✓ Avaliar o tempo de execução das duas metodologias construtivas;
- ✓ Avaliar as perdas de materiais das duas metodologias construtivas;

CAPÍTULO I

1. HABITAÇÃO POPULAR NO BRASIL

Para entendermos o motivo pelo qual a Habitação Popular no Brasil vem passando por problemas, é necessário compreender desde quando este assunto entrou em pauta de discussões e os motivos pelos quais isso aconteceu.

De acordo com Rubin e Bolfe (2014) apud Santos (2009) o Brasil começou a ter sinais de urbanização a partir do sec. XVIII, contudo de maneira muito imatura, e continuou desta forma até década de 1890, entretanto a partir deste momento o país passa a ter um crescimento da camada urbana mais expressivo, que nas décadas anteriores, e que só será maturado por volta da década de 1930 com o início do governo de Getúlio Vargas.

Pode-se utilizar dois períodos da história nacional para entender a gênese dos problemas da habitação popular, seriam a República Velha (1889 – 1930) e Era Vargas (1930 – 1945).

1.1. República Velha (1889 – 1930)

A substituição da mão de obra escrava pela livre, devido a abolição da escravidão em 1888, e uma expansão da industrialização no país, foram fatores importantes para que a população urbana aumentasse rapidamente, principalmente as camadas populares que tiveram grande crescimento. Contudo esse crescimento não veio acompanhado de políticas que favorecessem todas as camadas da sociedade. Com a Proclamação da República em 1889, uma série de medidas sanitaristas passaram a ser tomadas para que houvesse controle de uma série de epidemias. Muitas dessas doenças iniciavam-se nas camadas mais pobres que habitavam na maioria os cortiços, em vista disso as mais ricas começaram a apoiar um processo de higienização e educação das classes mais baixas, havendo assim uma retirada da maioria dos cortiços das cidades brasileiras. Além disso o ideal urbano de “embelezar” para atrair investimentos na industrialização, contribuíram para a saída da população mais pobre dos centros das cidades, cujo os terrenos ficaram mais caros e menos acessíveis. (RUBIN E BOLFE, 2014).

Segundo Rubin e Bolfe (2014) o discurso público para solucionar o problema das habitações na década 1920, era o de que a construção de casa com padrões higiênicos, resolveria o problema habitacional, além do avanço no saneamento das cidades. Contudo o poder público tinha pouca participação nas questões habitacionais, restringindo ao poder privado a construção de moradias, estas por sua vez eram destinadas ao aluguel,

entretanto o setor do rentismo encontrava-se em crise, visto isso, fez-se necessário a intervenção do Estado na questão da habitação.

1.2. Era Vargas (1930 – 1945)

Diante da crise existente no setor rentista, que passou a ser visto como marginalizado por não possuir regulamento para as relações entre proprietário e inquilino e receberem uma série de vantagens desde o início da república, a intervenção do Estado a partir de 1930 fez-se necessária. Com aprovação de vários setores da sociedade, definiu-se a ideia de que o poder público teria o dever de fornecer habitação digna para a população, por sua vez este, desenvolveu medidas facilitadoras para aquisição da casa própria, contudo devido ao cenário econômico instalado no país naquele momento, o governo estimulou a construções dessas moradias em zonas periféricas, para que os gastos na construção fossem menores e pudesse haver mais investimentos na industrialização do país. (RUBIN E BOLFE, 2014).

Rubin e Bolfe (2014) afirmam que diante desse cenário, surgem os IAPS (Institutos de Aposentadoria e Pensão) com o intuito de ajudar a solucionar os problemas de habitação, além disso o governo achou conveniente regulamentar as relações de inquilino e proprietário com leis e fixação de valores, criando a Lei do Inquilinato.

1.2.1. IAPS (Institutos de Aposentadoria e Pensão)

De acordo com o jornal O TEMPO os Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAPS) surgiram no governo Vargas (1930) como uma evolução dos Caixas de Aposentadoria e Pensão (CAPS) que já existiam desde de 1923, com a função de dar assistência previdenciária e médica aos seus associados.

A partir de 1930 os mesmos passam a investir no campo habitacional, durante o período de 1933 a 1938 foram criados 6 IAPS no país, contudo cada um possuía leis e regimentos próprios, prejudicando a formação de uma política habitacional nacional com bases nos fundos previdenciários. A partir de 1937 estes passaram a investir na questão habitacional, destinando até 50% de seus fundos para investimentos no setor habitacional. (RUBEN E BOLFE, 2014 apud BONDUKI, 2004).

1.2.2. Lei do Inquilinato

Segundo Rubin e Bolfe (2014) a presente lei teria como função regulamentar as relações entre inquilino e proprietário, isso acarretou em um desinteresse na busca por moradias de aluguel e estimulou a busca pela casa própria, fazendo assim com que o governo se tornasse mais responsável pelas questões habitacionais. A partir de 1942 e por intermédio da lei, houve um congelamento nos valores dos alugueis no país, fazendo

assim com que o mercado rentista se tornasse cada vez mais desvalorizado e a busca por habitações nas periferias crescesse.

1.3. Fundação Casa Popular (FCP)

De acordo com Rubin e Bolfe (2014) apud Bottega (2007) a Fundação Casa Popular (FCP) foi criada em 1946 e atuou durante o período de 1940 a 1960, sendo o primeiro órgão federal nacional, que tinha como função principal organizar as questões habitacionais no Brasil, sua política para alcançar esse objetivo era a oferta de crédito por meio das Caixas Econômicas, IAPS e bancos imobiliários. Contudo a falta de orçamento e o desinteresse por parte dos grupos beneficiados pela FCP, levaram-na ao fracasso.

1.4. Ditadura Militar – Sistema Financeiro de Habitação (SFH)/Banco Nacional da Habitação (BNH)

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial (1945) o Brasil passou por um processo intenso de mudanças nas suas bases produtivas e conseqüentemente sua urbanização, uma aceleração nas atividades industriais, modernização do processo de produção e relações de trabalho, aumento da oferta de emprego nas cidades e o crescimento da migração para os centros urbanos (CHAFFUN, 1997). Diante desse cenário, nos anos de 1950 de acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) o Brasil enfrenta a maior crise habitacional de todos os tempos, onde a população urbana cresceu exponencialmente e a oferta de habitação era mínima.

Segundo Rubin e Bolfe (2014) em vista dessa situação começou-se a construção dos grandes conjuntos habitacionais, com unidades coletivas, produzidas em série seguindo as bases da Arquitetura Moderna e servidas de equipamentos urbanos próximos. A partir de 1960 as construções pré-moldadas e a industrialização da construção, foram se inserindo mesmo diante de uma rejeição por parte do governo, que após insistência do setor industrial aderiram ao novo método de construção. Com esse cenário os militares assumem o poder em março de 1964 e trabalham a questão habitacional de forma intensa e efetiva, os mesmos instituem o Sistema Financeiro de Habitação (SFH) que estabeleceu uma correção monetária no Brasil e criou o Banco Nacional da Habitação (BNH), este por sua vez foi o órgão responsável por organizar a questão habitacional no país.

Durante os anos pelos quais funcionou o BNH, houve um investimento na construção de 4.8 milhões de habitações e em obras de infraestrutura urbana e equipamentos sociais associados a empreendimentos habitacionais. Tais construções eram oferecidas pelas Companhias de Habitação Popular (COHABS) e por empresas imobiliárias. (RUBIN E BOLFE, 2014 apud BOTTEGA, 2007)

Com a crise de 1979, o Brasil entrou em período de altas inflações, recessão e desemprego, acarretando assim numa diminuição do poder de comprar da classe média, sendo este o principal público das políticas habitacionais propostas, diante desse cenário o SFH e o BNH não resistiram. (RUBIN E BOLFE, 2014 apud CHAFFUN, 1997).

Em 1985 instala-se a Nova República no Brasil, nesse momento a situação habitacional do país encontra-se em uma grande crise novamente, apresentando uma situação de muitas dívidas, baixo desempenho social, inúmeros movimentos de protesto por parte dos mutuários e uma grande expectativa para que os novos gestores públicos resolvam essa série de problemas. (RUBIN E BOLFE, 2014 apud CARDOSO, 2007)

Assim o presidente Jose Sarney atendendo as reivindicações dos protestos põem fim as mobilizações, concedendo subsídios para os mutuários, entretanto tal atitude agravou mais ainda a crise do SFH. Em seu governo outras medidas ainda foram discutidas, contudo não se alcançou o resultado esperado, devido à falta de resultados satisfatórios o BNH é extinto devido a fragilidade que o governo se encontrava. Com a Constituição Federal de 1988 foi dado a União a atribuição de formular planos para ordenação do território nacional. (RUBIN E BOLFE, 2014 apud BOTEGA, 2007)

1.5. Política Habitacional Pós BNH

Segundo Rubin e Bolfe (2014) com o fim do Banco Nacional da Habitação (BNH), o cenário nacional estava muito conturbado, apresentando uma alta taxa de dívidas e déficit habitacional, para solucionar esses problemas diversas alternativas estavam sendo elaboradas. Como já é sabido a Constituição de 1988 concedeu a União o dever de solucionar as questões habitacionais, portanto foi outorgado nela a definição de Planos Diretores Municipais para todas as cidades com mais de 20 mil habitantes e através dele seria elaborado uma política de desenvolvimento e expansão urbana que englobaria o problema fundiário.

Em 1990 assume a presidência Fernando Collor de Mello, diante de uma crise habitacional que só aumentava e com programas habitacionais destinados ao capital privado imobiliário, o Brasil chega a ter 60 milhões de habitantes sem habitação (RUBIN E BOLFE, 2014 apud IBGE, 1991).

Rubin e Bolfe (2014) afirmam que em 1995 iniciou-se o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, que propôs novas diretrizes a serem tomadas pelos municípios frente a questão habitacional, foi retomado o financiamento de habitações com base no FGTS, só que de forma mais flexível, descentralizada e diversificada. Em

1996, foi apresentado a Política Nacional de Habitação, contendo novos programas e o financiamento a construção não era o foco.

Em 1999/2000 foi criado o Projeto Moradia, com o intuito de solucionar o problema da habitação no país no prazo de 15 anos, o mesmo beneficiou as famílias com renda até 3 salários mínimos, dando aos Estados liberdade para definirem alternativas que se adequassem melhor a sua realidade, através de um comitê formador por membros estaduais, federais e da sociedade, estes sobre supervisão do então criado Ministério das Cidades. Em 2001 foi criado o Programa de Arrendamento Residencial, com o objetivo de produzir novas habitações para financiamento através do FGTS.

Com o governo do presidente Luís Inácio Lula da Silva (2003), o recente Ministério das Cidades torna-se responsável pelas políticas habitacionais no país, com o principal objetivo de inclusão das populações baixa renda ao acesso à moradia. Em virtude disso em 2004 é aprovado a Política Nacional de Habitação que propõe a criação do Sistema Nacional de Habitação, este por sua vez seriam projetos e medidas tomadas em nível nacional, estadual e municipal, levando em considerações características de cada região. (RUBIN E BOLFE, 2014)

“Desde 2004, percebe-se uma elevação dos recursos destinados à produção habitacional de baixa renda. Os recursos do FGTS crescem assim como os recursos de origem orçamentária. (RUBIN E BOLFE, 2014 apud BONDUKI, 2008)

Como já sabido as novas políticas estavam voltadas para integração das camadas de menor renda da sociedade à moradia, devido a uma série de reivindicações dos alguns setores sociais, como forma de ajudar nesse processo em 2007 é implantado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que trouxe recursos para serem aplicados em várias áreas, tais como: infraestrutura urbana, habitação, saneamento e a urbanização de assentamentos precários.

No ano de 2009 o governo Lula lança o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) que tinha como objetivo em sua primeira fase a construção de 1 milhão de moradias. Em 2011, já no governo da presidenta Dilma Rousseff, houve a continuação do programa, que havia recebido diversas críticas, e o início da fase 2, que tinha como objetivo dobrar a produção de casa em relação a fase anterior. Governo Federal afirma que o objetivo do programa nessa fase seria: *“subsidiar a aquisição da casa própria para famílias com renda até R\$ 1.600,00 e facilitar as condições de acesso ao imóvel para famílias com renda até R\$ 5 mil”*, através da seleção de beneficiários cadastrados no programa em

parceria com Estados, Municípios e empresas sem fins lucrativos. (RUBIN E BOLFE, 2014)

2. A problemática do Minha Casa Minha Vida

Para que se possa entender qual o problema por trás do último programa governamental destinado a habitação, é preciso compreender o que é o programa e como funciona.

2.1. Programa Minha Casa Minha Vida

De acordo com a Caixa Econômica Federal, o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) foi proposto pela lei 11.977/09 na qual o Governo Federal oferece o investimento para produção e aquisição de novas unidades habitacionais em zona urbana e também para a requalificação de habitações, atendendo até 4 categorias de público, em parceria com estados, municípios, empresas e instituições sem fins lucrativos compreendendo o PNHU (Plano Nacional de Habitação Urbana). O programa também atende os moradores das zonas rurais, financiando a construção, reforma, ampliação ou conclusão de moradias compreendendo o PNHR (Plano Nacional de Habitação Rural). Para que tais famílias possam ser contempladas, as mesmas devem estar cadastradas nas prefeituras municipais até certa faixa de renda.

Como já sabido o programa é ofertado a 4 categorias de público, cada uma difere-se pela renda familiar que possui, de acordo com o Jornal Contábil (2018):

- A primeira faixa compreende as famílias com renda até 1800 reais, onde a família recebe um financiamento 90% do valor do imóvel, e tem o restante do valor parcelado em um prazo de até 120 meses (10 anos) com parcelas em torno de 80 a 270 reais, variando de acordo com a renda bruta da família e o imóvel adquirido é usado como garantia para o negócio;
- A segunda faixa compreende uma faixa de renda até 2600 reais, onde o valor de financiamento é de até 47,500 reais e tem o restante parcelado em até 30 anos (360 meses) com uma taxa de juros de no máximo 5% ao ano
- A terceira abrange as das famílias com renda até 4000 reais, onde o subsídio é de no máximo 29,000 reais e o restante também é parcelado em até 30 anos, contudo com taxa de juros de até 8% ao ano.
- A quarta corresponde as que possuem até 7000 reais de renda, estas por sua vez não têm subsídio, contudo tem a taxa de juros reduzida, em relação as cobradas

pelo mercado caso a aquisição do imóvel fosse feita fora do MCMV, com taxas de até 9% ao ano, durante um período de até 30 anos.

2.2. Diretriz de Projeto do Minha Casa Minha Vida

Para a elaboração dos projetos habitacionais do Programa MCMV, o Ministério das Cidades definiu diretrizes mínimas as quais as construtoras devem seguir para que as habitações sejam aprovadas e financiadas pelo órgão, tais diretrizes podem ser encontradas de forma detalhada no “Anexo A”.

De forma resumida, as exigências mínimas para as habitações, que todos os projetos de unidades habitacionais têm que ter são: 1 sala de estar/jantar, 1 dormitório de casal, 1 dormitório para duas pessoas, 1 banheiro, 1 cozinha e 1 área de serviço. Para cada ambiente é disponibilizado uma lista de mobiliários, os quais todos devem estar contidos dentro do ambiente projetado, além disso são definidas áreas mínimas construídas de 36m² para casas com área de serviço externa e de 38m² para casas com área de serviços interna. Fora isso são encontradas todas as especificações ou diretrizes para a elaboração do projeto a ser executado.

2.3. A problemática do Programa Minha Casa Minha Vida

Tendo entendimento sobre o programa e como o mesmo funciona é possível compreender a problemática pelo o qual passa, nas palavras de Souza (2017) as habitações produzidas pelo Programa Minha Casa Minha Vida são em sua maioria uma mercadoria para as empresas que as confeccionam, assim quanto maior a produção maior a rentabilidade, por outro lado para alcançar o objetivo do mesmo há uma pressão da parte governamental para conclusão do número estimado de habitações, sendo desconsiderando assim por ambas as partes a qualidade do produto entregue em relação a quantidade.

Diante dessa situação, percebe-se que algumas ideias de urbanismo são ignoradas durante a confecção e implantação das habitações do programa, tais ideias poderiam moldar uma nova visão sobre a cidade, contudo são limitadas devido a um objetivo a ser alcançado. Não somente questões urbanísticas, mas alternativas construtivas e técnicas não conseguem ser absorvidas pelas empresas, devido visarem somente a produção mais rápida, não agregando valor qualitativo ao imóvel construído. Aliado a essas questões, existe a falta de fiscalização e cobrança (de qualidade técnica e dos materiais) por parte dos órgãos governamentais e financiadores, acarretando assim em uma série de patologias construtivas tais como: fissuras, trincas, infiltrações, falhas de execução em cobertura e instalações hidrossanitárias. (SOUZA, 2017)

De acordo com Souza (2017) para melhor entender todo esse cenário o Ministério da Transparência, Fiscalização e Controladoria Geral da União (CGU), lançaram em 2016 um relatório que analisava as construções entregues na primeira fase do MCMV e o seguinte relatório afirma que:

“Infere-se, com 95% de nível de confiança, que em pelo menos 48,9% dos casos há algum problema ou incompatibilidade nas unidades habitacionais em relação às especificações e quantitativos previstos no Projeto. Isso significa que em pelo menos 336 do universo de 688 empreendimentos há problemas de incompatibilidade ao se comparar a execução e o projeto. As incompatibilidades mais frequentes foram trincas, fissuras, infiltração e vazamentos.” (Relatório de Avaliação da Execução de Recursos do Governo, nº65 – Integralização de Cotas ao FAR).

Assim pode-se afirmar que 50% das obras do Programa MCMV apresentam alguma patologia construtiva, onde cada uma possui prováveis causas específicas, mas que no geral não se deve atribuir a essas questões particulares, segundo Souza (2017) pode-se inferir que o não atendimento de diretrizes técnicas, má execução das obras, mão de obra com baixa qualificação, baixa qualidade dos materiais empregados nas obras e a inaptidão da fiscalização por parte dos órgãos gestores do Programa, demandam essa série de problemas.

CAPÍTULO II

3. A Racionalização e Industrialização da Construção Civil

A indústria da Construção Civil diante de uma realidade de inúmeros países e cidades que se modernizaram nas últimas décadas e enfrentam grandes problemas habitacionais, é uma das que mais cresce no cenário mundial e no nacional, assim o mercado tem se tornado cada vez mais competitivo levando as empresas do setor a buscarem se melhorar gradativamente. Nos últimos anos essas melhorias têm sido alcançadas através de dois conceitos: A racionalização e industrialização. (MASO, 2017)

A primeira busca tornar a forma de construir mais dinâmica, com maior controle de cada etapa e dos materiais utilizados, com uma mão de obra mais qualificada e gerando o menor desperdício. E a segunda vem complementa-la no que tange trazer alternativas e formas para atender essas diretrizes, pois a forma convencional de construir apresenta-se defasada, por não conseguir suprir de forma adequada as demandas e nem as questões ambientais, contudo as empresas do setor ainda se encontram resistentes a esse processo, com destaque para muitas empresas do nosso país. (MASO, 2017)

Vale destacar, que o menor desperdício, além de gerar menores gastos, está relacionado a questão ambiental, tal ponto tem sido alvo de debate nos últimos anos, segundo Maso (2017) apud Brasil (2005) no nosso país os resíduos gerados pela construção civil representam cerca de 50 a 70% dos resíduos urbanos, sobrecarregando serviços públicos de limpeza e gerando gastos por conta da coleta.

Diante dessa realidade, uma técnica que atende bem esses princípios e nos últimos anos vem crescendo bastante no país, sendo aceita por órgãos públicos financiadores de programas habitacionais, é o *LIGHT STEEL FRAMING*. Portanto para alcançar a finalidade desse projeto, é preciso compreender a técnica como um todo, para que se possa realizar tais análises pré-definidas, assim será feito no tópico seguinte.

4. Ligth Steel Framing (LSF)

4.1. O que é?

De acordo com Penna (2009) apud Rodrigues (2006) o termo *Ligth Steel Framing* pode ser entendido pela união de dois conceitos básicos: *Frame*, relacionado a malha estrutural projetada para dar forma e sustentação a edificação, formado por perfis metálicos galvanizados formados a frio e *Framing*, sendo o processo pelo qual tais perfis são unidos.

Assim define-se *Light Steel Framing* como sendo um sistema construtivo de concepção projetual racional, que é composto por estruturas de perfis de aço galvanizado formados a frio industrializados, que são unidos entre si formando uma trama de painéis estruturais ou não, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhado e demais componentes, passando estes a funcionar em conjunto para resistir as cargas da construção e dando forma a mesma, devido a utilização de materiais industrializados o mesmo caracteriza-se por se um sistema seco e de rápida execução. (CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) apud Consul Steel (2002), por se tratar de um sistema construtivo, o mesmo é composto por um conjunto de subsistemas, estrutural, fundação, vedação interna e externa, instalações e isolamento.

Para que o sistema cumpra com as funções para o qual foi projetado e construído é necessário que os subsistemas estejam corretamente inter-relacionados e que os materiais utilizados sejam adequados. Dessa forma, a escolha dos materiais e de mão-de-obra é essencial na velocidade de construção e no desempenho do sistema. (CRASTO,2005)



Figura 1 - Estrutura de residência em Light Steel Framing

Fonte: Crasto (2005)

De acordo com Maso (2017) o mercado nacional já é capaz de produzir perfis de aço e matérias de fechamento de alta qualidade, sendo assim dispensável a importação de qualquer insumo para a confecção de edificações em *Light Steel Framing*. Devido a isso de acordo com a revista *Arquitetura e Aço do Centro Brasileiro Da Construção Em Aço* (2016) afirma que:

Com obras rápidas, limpas, de baixo impacto no entorno e redução de custos com fundações, canteiros, mão-de-obra e desperdícios, o LSF possibilita uma variedade de aplicações, oferecendo soluções de qualidade para projetos de

casas, prédios até cinco pavimentos, fachadas, galpões, dentre outros, e até mesmo em obras de infraestrutura (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2016).

Assim Crasto (2005) apresenta uma variedade de possibilidade de aplicação da técnica em diferentes tipos de construção, podendo ser aplicada em:

- Residências Unifamiliares (Figura 2);
- Edifícios comerciais e residências de até 4 pavimentos (Figura 3);
- Hotéis (Figura 4);
- Hospitais, clínicas e instituições de ensino (Figura 5);
- Unidades modulares: caracteriza-se por serem módulos pré-fabricados de ambientes encaixáveis que podem formar ambiente residenciais, comerciais, hotéis e etc (Figura 6);
- Retrofit de Edificações: utilizado para confecção de fachadas, mezaninos, coberturas e telhados (Figura 7);

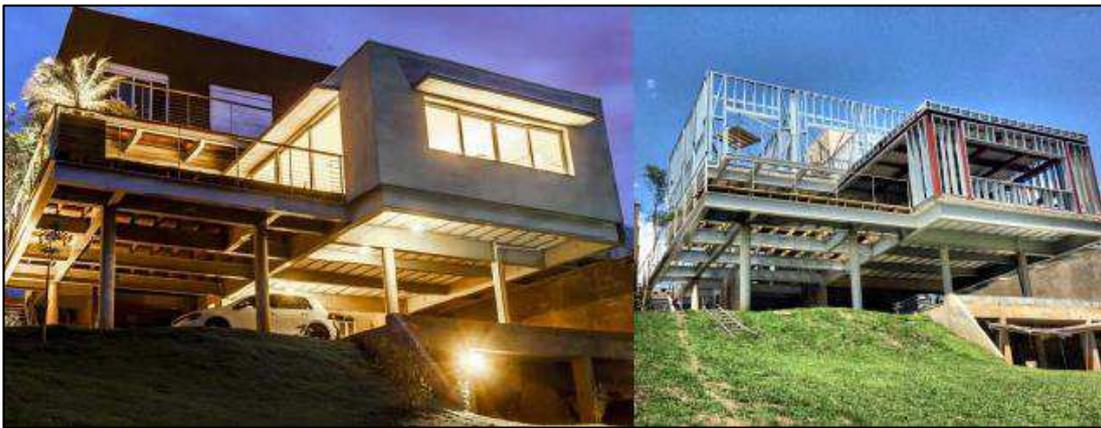


Figura 2 - Habitação Unifamiliar

Fonte: Maso(2017)

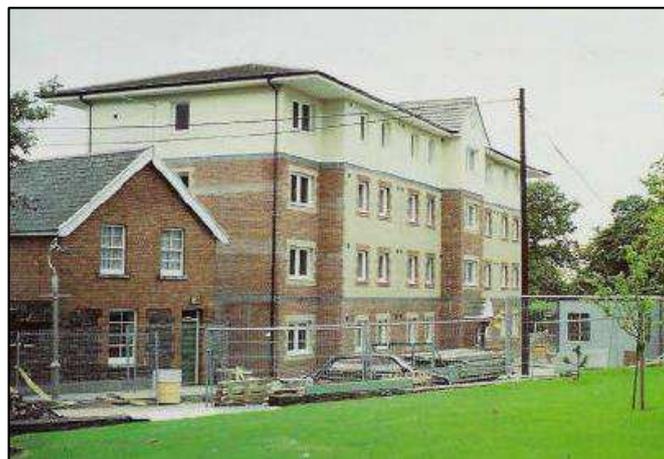


Figura 3 - Habitação Multifamiliar

Fonte: Crasto (2005)



Figura 4 - Resort Cana Brava, Ilheus (BA)

Fonte: Maso (2017)



Figura 5 - Unidades Municipais de Educação Infantil (UMEIs), Belo Horizonte/MG

Fonte: Maso (2017)



Figura 6 - Módulos de banheiros no Hotel Mondial Airport Business em São Paulo

Fonte: Crasto (2005)



Figura 7 - Reforma de telhados substituindo por tesouras fabricadas com perfis formados a frio

Fonte: Crasto (2005)

4.2. Histórico do Light Steel Framing (LSF)

Mesmo apresentando-se como uma técnica moderna, historicamente tem seu início relacionado com ao começo do sec. XIX, onde a partir do ano de 1810, os americanos começaram a conquista do território dos Estados Unidos e em 1860 chegaram a Costa Oeste do mesmo, com isso houve um grande contingente migratório para região, e uma grande necessidade de habitações, para solucionar o tal problema utilizou-se materiais presentes na região, em especial a madeira e aplicou-se método construtivo baseado em conceito originados da revolução industrial. Tal método consistia em estruturas de peças de madeira serradas em seção transversal pequena espaçadas cerca de 40 a 60cm (Ballon Framing)(CRASTO,2005 apud CONSUL STEEL, 2002) e vedada por peças de madeira, dando origem assim ao sistema “Wood Framing”, tornando assim o sistema construtivo das residências nos Estados Unidos. (PENNA, 2009 apud RODRIGUES, 2006, FREITAS (2006)).

Crasto (2005) apud Frechette (1999) um século depois aproximadamente em 1933 a indústria do aço o Estados Unidos estava em grande expansão, e durante a Feira Mundial de Chicago foi lançado um protótipo de habitação utilizando perfil de aço no lugar de peças de madeira, batizado o sistema de “*Steel Framing*”. Após a 2ª Guerra Mundial, a economia americana encontrava-se em plena expansão e havia uma grande produção de aço, possibilitando avanço na fabricação de perfil formados a frio, fazendo assim com que houvesse uma substituição da madeira pelo aço, que se apresentava mais resistente e eficiente estruturalmente e a catástrofes naturais. Na década de 90, houve variações nos custos e na qualidade da madeira destinada a construção civil, fazendo assim com que o

uso dos perfis de aço crescesse nas construções residenciais, com isso no final desse mesmo período de acordo com Penna (2009) apud Bateman (1998) o LSF encontrava-se presente em cerca de 25% das construções, além disso Crasto (2005) afirma que:

“Uma pesquisa feita pela North American Steel Framing Alliance (NASFA) em 2002, revelou que nos Estados Unidos o LSF participa de 1,5% do total do mercado residencial e 2% no Canadá. Em certas regiões como o Havaí, esse percentual pode chegar até 40% de residências construídas naquele ano. ” (CRASTO, 2005)

Fora dos Estados Unidos, seu país de “origem”, a técnica do Steel Framing foi e ainda é muito utilizada no Japão, historicamente as primeiras construções datam do pós 2º Guerra, onde o país destruído pelos bombardeios, necessitava reconstruir cerca de 4 milhões de casa que haviam sido perdidas. (CRASTO, 2005 apud METALMAG, 2004). Estas por sua vez não poderiam ser reerguidas de madeira, devido tal material ter sido fator contribuinte para grande número de incêndios durante a Guerra, com isso o governo japonês promoveu as construções não- inflamáveis e a proteção aos recursos naturais, restringindo o uso da madeira em edificações autoportantes. Diante desse cenário a indústria do aço japonesa começa a produzir perfis de aço leves voltados para construção civil. Devido a isso, hoje o Japão detém um grande conhecimento na área de construção em estruturas de perfis leves de aço e um mercado desenvolvido no setor. (CRASTO, 2005)

O *Light Steel Framing* é muito empregado em países que possuem um setor construtivo industrializado, como o caso do Estados Unidos, Canadá, Austrália, Inglaterra e Japão, contudo o Brasil ainda emprega métodos artesanais no setor. (PENNA,2009) Entretanto de acordo com Penna (2009) apud Hernandez (2004), os primeiros projetos utilizando *Light Steel Framing* no Brasil apresentaram-se por volta do final da década de 90, sendo utilizado nas construções de residências de médio e alto padrão, com a função de romper barreiras culturais, formar opiniões e adequação financeira. Fora isso, é possível visualizar o uso do Steel Framing relacionado a utilização do “*drywal*”, tal sistema de vedação é bastante utilizado no país, mesmo não apresentando função estrutural, o mesmo utiliza perfis de aço galvanizado para formar uma trama de sustentação para as placas de fechamento. (CRASTO,2005)

4.3. Características do Sistema *Light Steel Framing*

Segundo Penna (2009) apud Hernandez (2004) o sistema LSF caracteriza-se por uma estrutura composta por perfis de aço galvanizado formados a frio que formam os montantes, estes por sua vez são dimensionados atendendo o cálculo estrutural da

edificação e formam painéis estruturais ou autoportantes das paredes, lajes e do telhado, constituindo um sistema único leve e resistente.

Ou seja, o sistema LSF pode ser entendido como a união de paredes, piso e cobertura que unidos tem a função de garantir o equilíbrio da estrutura, suportando as cargas impostas a ele. (CRASTO, 2005)

De acordo com a autora, as paredes são constituídas por painéis estruturais compostos por montantes de perfis de aço galvanizado, distantes entre si por uma modulação de 40 a 60cm, definidas pelo cálculo estrutural da edificação. Quando tais painéis têm função estrutural, estes transmitem as cargas uniformemente para o solo, a vedação desses painéis é feita através de placas cimentícias ou OSB na parte externa e/ou chapas de gesso na parte interna. Já o piso é formado da mesma maneira que os painéis das paredes, por montantes formados por perfis de aço galvanizado, colocados na horizontal e seguindo a mesma modulação dos já existentes. Estes servem de base para o contrapiso, quando há um segundo pavimento, como já dito eles são dispostos na mesma modulação dos montantes das paredes, afim de que predomine esforços axiais na estrutura e as cargas sejam transmitindo de forma alinhada (*in – line framing*). Por fim as coberturas no LSF, não tem limitações, visto que o sistema se apresenta muito plurivalente, possibilitando a liberdade dos tipos de cobertura, desde lajes planas à telhados inclinados, as telhas utilizadas são dos mais variados tipos sendo possíveis as: cerâmicas, metálicas, cimentícias reforçadas, concreto e as “shingles” que são feitas de material asfáltico.

Por fim pode-se entender de uma forma resumida as principais características do sistema LSF na Figura 8

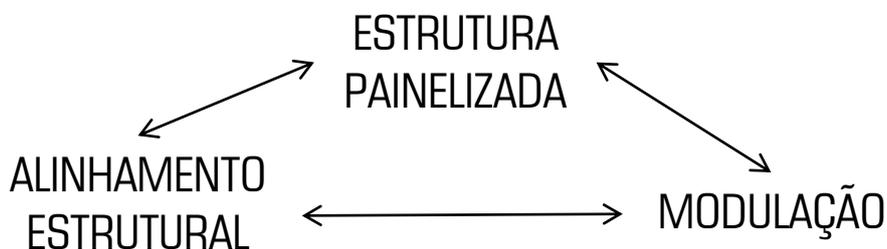


Figura 8 - Pilares característicos do sistema Ligth Steel Framing

Fonte: Elaboração do Autor (2018)

4.4. Métodos construtivos do Sistema *Ligth Steel Framing*

Existem cerca de 3 métodos construtivos para desenvolver a técnica do *Ligth Steel Framing*, nos tópicos seguintes será possível entender melhor sobre cada um dos mesmos.

(CRASTO, 2005 apud TREBILCOCK(1994), SCHARFF(1996), BATEMAN(1998) e WAITE(2000))

4.4.1. Método “Stick”

O primeiro método é o de “Stick” que segundo Crasto (2005), consiste na realização de cortes nos perfis de aço no canteiro de obra e posterior a montagem de painéis, lajes, colunas, contraventamentos e estrutura de telhado *in-loco*, os mesmo já vem de fábrica com os cortes para passagem dos subsistemas, que serão montados depois da fixação dos montantes, tal método elimina a necessidade de um local para a pré-fabricação dos painéis, facilitando o transportes dos perfis e maior praticidade quanto a ligação entre os elementos, contudo a montagem é lenta e obriga a presença de mão de obra especializada para montagem dos painéis. Indicada para locais aonde não haja indústrias para a fabricação dos painéis.

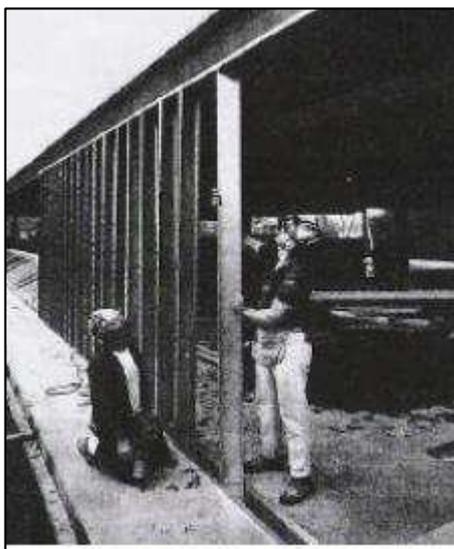


Figura 9 - Montagem de sistema LSF, pelo método “Stick”

Fonte: Crasto (2005)

4.4.2. Método Painéis

Tal método consiste na pré-fabricação de painéis estruturais ou não, contraventamentos, lajes e estruturas de telhado em indústria especializada para apenas a montagem *in-loco*. Há a possibilidade de algumas matérias já receberem acabamentos, reduzindo o tempo de obra. A montagem desses painéis é feita por meio de parafusos auto-atarrachantes e auto-broncantes. Rapidez na montagem, controle de qualidade, redução de tempo de obra, além de grande precisão nas dimensões dos ambientes são vantagens desse método, contudo é necessária uma oficina ou indústria especializada para a confecção de tais painéis. (CRASTRO, 2005)



Figura 10 - Painéis pré-fabricados levados para montagem em obra

Fonte: Crasto (2005)

4.4.3. Método de Construção Modular

Este método pode ser considerado o mais prático de ser montado devido só ser necessário o encaixe entre os módulos, completamente pré-fabricados em indústrias ou oficinas especializadas, estes são entregues no local da obra montados e com todos acabamentos internos colocados (revestimentos, louças, bandas e moveis fixos, metais, instalações e etc.). Os módulos podem ser armazenados lado a lado ou empilhados no local da obra ou no formato da construção final. (CRASTRO, 2005)



Figura 11 - Módulos pré-fabricados sendo entregue em obra

Fonte: Crasto (2005)

4.5. Vantagens e Desvantagens do sistema *Ligth Steel Framing*

Assim como qualquer sistema construtivo o *Ligth Steel Framing* apresenta vantagens e desvantagens, de acordo com Maso (2017) apud Santiago, Freitas e Crasto (2012) as principais vantagens do sistema são:

- Sistema industrializado, com produção de elementos com alto controle de qualidade e padronizados;
- Estrutura leve, devido a utilização de perfis de aço;
- Durabilidade, devido os perfis de aço receberem tratamento contra corrosão e umidade;
- Execução rápida, devido a leveza dos materiais que facilita o transporte e ter montagem através da fixação por parafusos;
- Qualidade termo-acústica, em virtude dos materiais de vedação externos e internos, além da alternativa do uso de camadas isolantes nos painéis;
- Sistema construtivo racionalizado, reduzindo a perda de matérias e otimização de trabalho;
- Variedade de aplicações e liberdade arquitetônica;
- Sistema sustentável, por permitir a desmontagem e reutilização dos materiais, além da reciclagem do aço usado na estrutura;
- Praticidade na manutenção de instalações devido ao método construtivo;

Contudo, como já dito, o sistema também apresenta desvantagens assim como os demais, seriam estas:

- Pouca utilização na construção de edificações no Brasil (MASO, 2017 apud FREITAS; CRASTO, 2006), em decorrência disso a mesma torna-se desconhecida para parte da população, fazendo com que não haja produção de pesquisas e avanços sobre o sistema; (MASO, 2017 apud CAMPOS, 2014);
- Necessidade de mão de obra especializada, devido a minuciosidade e precisão do projeto (MASO, 2017 apud CAMPOS, 2014);
- Custo de execução variável, por ser um sistema que necessita de certa industrialização o mesmo dependendo do local aonde será construído pode sair mais caros que outros sistemas construtivos (MASO, 2017 apud CAMPOS, 2014).

- Limitação de números de pavimentos, devido a existência de alguns prédios com mais de 5 pavimentos, contudo o número mais comum que se encontra é até 5 pavimentos. (PEREIRA, 2018)

4.6. Componentes do sistema *Ligth Steel Framing*

4.6.1. Fundações

Devido a leveza das edificações desse sistema construtivo (estrutura de painéis + componentes de fechamento + cobertura), o mesmo não exige fundações tão complexas, para escolher o melhor tipo de fundação é necessário a realização de um estudo sobre o tipo de solo, nível do lençol freático e profundidade do solo firme, que consiste na sondagem do terreno. (CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) apud Consul Steel (2002) o processo de execução das fundações é feito de maneira convencional e deve-se tomar cuidado com a proteção contra umidade, vale ressaltar que um bom projeto e uma boa execução da fundação, acarretam em uma melhor eficiência estrutural, montagem dos painéis e funcionamento dos subsistemas.

Como já sabido, o sistema LSF é leve e não exige complexidade em suas fundações, por isso os modelos mais indicados são as do tipo Radier ou Sapata Corrida, contudo não é descartado a possibilidade de outros tipos, sendo a escolha definida depois da análise da sondagem do solo.

4.6.1.1. Radier

De acordo com Crasto (2005) essa fundação rasa apresenta-se como sendo uma laje contínua de concreto, com vigas no perímetro e onde mais for necessário dar rigidez as estruturas ou colunas do sistema que serão ancoradas sobre ela. Esse tipo de fundação é o mais utilizado nas construções em LSF.

O Radier será executado a partir de um cálculo estrutural, devendo levar em consideração uma altura de contrapiso 15 cm acima do nível do solo, para evitar a umidade do solo e futuras infiltrações e as calçadas ao redor, caso houver, uma inclinação de no mínimo 5% para haver escoamento da água (CRASTO, 2005).

4.6.1.2. Sapata Corrida

De acordo com Crasto (2005) esta fundação se apresenta por meio de vigas de concreto armado, blocos de concreto ou alvenaria, cuja função é distribuir as cargas recebidas de parede de maneira contínua, é mais indicada para construções em que as paredes tem papel estrutural. O contrapiso desta é feito com a colocação de perfis

galvanizados sobre as vigas da fundação para estas sirvam de base para os materiais que iram formá-lo.

4.6.1.3. Ancoragem dos painéis do sistema *Ligth Steel Framing*

Segundo Crasto (2005) as construções em LSF devem ser ancoradas nas fundações, para que a mesma não realize nenhum movimento, devido a condições climáticas ou abalos sísmicos. Caso não haja este processo a edificação pode sofrer um movimento de translação ou rotação, portanto faz-se necessário esse processo, que será escolhido em decorrência do tipo de fundação e das cargas a qual a estrutura está exposta (CRASTO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002).

Durante o processo de montagem dos painéis, faz-se necessário uma ancoragem provisória, está por sua vez é feita através da colocação de pinos acionados a pólvora para que a estrutura possa ser erguida, mantendo-a no prumo e permitindo a união dos perfis de aço (CRASTO, 2005). Após estabilizados os perfis, realiza-se uma ancoragem final, há 3 tipos mais comuns de ancoragem, que serão vistos a seguir:

- **Ancoragem química com barra roscada**

Tal método fundamenta-se na colocação de uma barra roscada com uma arruela e porca presa ao concreto através de uma perfuração preenchida com resina a base de epóxi, que é presa a estrutura por meio de uma peça de aço que se liga em uma extremidade a barra roscada e a guia e na outra a um montante. (CRASTO, 2005)

- **Ancoragem com fita metálica**

Tal método consiste na engastamento de fitas metálicas na fundação antes da concretagem e posterior aparafusamento nos montantes da estrutura. Diferente do anterior, esta deve ser realizada antes da concretagem, para que os chumbadores possam ser precisamente colocados antes do processo de cura do concreto, devido impossibilidade de movimentação dos mesmo após a cura (CRASO, 2005). Nesse método deve-se tomar cuidado com o posicionamento das fitas, sugerindo a mudança de tipo de ancoragem caso não seja possível a colocação destas e também não é aconselhado a colação de fitas nos montantes fixados abaixo de esquadrias. (CRASO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002)

- **Ancoragem com barra roscada tipo “J”**

Assim como no método anterior este deve ser executado antes da concretagem, através da colocação de uma barra roscada tipo “J”, a extremidade curva é colocada dentro do concreto enquanto a outra é presa a uma guia, sendo necessário um reforço de 15cm

de perfil, caso seja fixado a um montante, utiliza-se uma peça de aço que conectará a barra roscada a guia e ao montante, semelhante ao primeiro método exposto.

4.6.2. Perfis

O sistema *Ligth Steel Framing* como já sabido tem como principal característica a utilização de perfis de aço formados a frio, estes por sua vez são obtidos a partir do dobramento, através de uma prensa ou perfilagem em matrizes rotativas, de tiras de aço cortadas de chapas ou bobinas laminadas, todo esse processo é feito em temperatura ambiente, devido a isso o nome “formado a frio”. (CRASTO, 2005)

De acordo com Crasto (2005):

“Os perfis típicos para o uso em Steel Framing geralmente são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como aço galvanizado. A galvanização ou zincagem é um dos processos mais efetivos e econômicos empregados para proteger o aço da corrosão atmosférica. [...] Dessa forma, o aço continua protegido, mesmo com o corte das chapas ou riscos no revestimento de zinco.”

No sistema LSF, as seções dos perfis, mais utilizadas são em “C” e “U” enrijecido (Ue) para os montantes e vigas e “U” para as guias. Todos esses perfis apresentam uma alma, que corresponde ao corpo do mesmo e as mesas condizentes as extremidades destes. A diferença entre os U e Ue consiste na presença de uma borda nos Ue, que possibilitam estes se encaixarem na guia. As guias compõem a estrutura, contudo não transmitem e nem absorvem esforços. (CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) as dimensões das almas dos perfis Ue comercializadas, são de 9 a 30cm total, no Brasil as mais comuns são 9, 14 e 20 cm e das mesas são de 3,5 a 4 cm. Outros perfis utilizados são as cantoneiras, tiras planas ou fitas e cartolas, respectivamente o primeiro tem a função de conectar elementos aonde não é possível uso de perfil Ue, com dimensões variadas, o segundo são utilizados para estabilizar painéis e formação de ligações e o terceiro é colocado como ripas de telhado. (CRASTO, 2005 apud Garner, 1996). Todas as medidas dos perfis, quantidade de revestimento e características do aço são definidas pelas NBR 6355, NBR 15253: 2005 e NBR 6673:1981

“... principais elementos utilizados no sistema LSF e sua definição, sendo:

- Bloqueador: Utilizado como travamento horizontal de montantes e vigas;
- Cantoneira: Perfil utilizado para fazer conexões de elementos;
- Fita de aço Galvanizado: Utilizada como contraventamento de painéis de parede, piso e cobertura, também como travamento horizontal de vigas de piso ou cobertura, e quando combinada com os bloqueadores e utilizadas na horizontal, diminuem a altura de flambagem dos montantes;
- Guia: Utilizada na base e topo dos montantes formando os painéis;

- Montante: Perfil vertical que compõe os painéis estruturais formando as paredes;
- Ombreira: Perfil vertical usado como apoio das vergas nas aberturas;
- Ripa: Perfil utilizado para apoio das telhas na cobertura;
- Sanefa: Perfil responsável por ligar as extremidades das vigas de piso;
- Viga: Perfis utilizados horizontalmente formando as lajes;
- Verga: Perfil estrutural utilizado na parte superior de aberturas como janelas e portas.” (MASO, 2017 apud RODRIGUE E CALDAS, 2016)

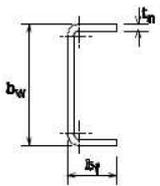
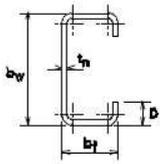
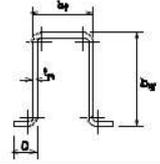
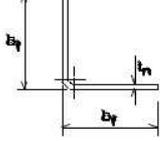
SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR6355:2003 ¹⁾	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Tabela 1 - Tipos de perfis de aço e suas aplicações

Fonte: Crasto, (2005)

4.6.3. Painéis

Como já sabido o sistema *Ligth Steel Framing* é formado por perfis metálicos que unidos formam os painéis, estes por sua vez podem ser estruturais ou auto-portantes e de vedação, de maneira geral respectivamente o primeiro compõe a estrutura do sistema, transmitindo as cargas da construção para a fundação e o segundo tem função apenas de vedação e divisão de ambientes. (CRASTO, 2005)

Os painéis estruturais ou auto-portantes terão de resistir aos esforços horizontais como vento e abalo sísmicos e aos verticais, como peso da própria estrutura e dos usos da edificação, transmitindo todos estes para fundação. Para que atenda essa função os mesmos são formados através de perfis Ue na vertical que formam os montantes ligados a perfis U na horizontal e locados nas extremidades denominados de guias, ligados através de parafusos galvanizados auto-perfurantes ou auto-atarrachantes, que caso haja dois ou mais pavimento estes são montados de maneira com que as seções transversais coincidam e formem uma estrutura alinhada, caso não seja possível esse alinhamento faz-se necessário a colocação de uma viga sobre o painel para transmitir uniformemente as cargas, além dos perfis verticais as vigas de piso, tesoura ou treliças da estrutura do telhado, também devem estar em alinhamento com os montantes.(CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) utiliza-se uma distância de 40 a 60cm para a modulação dos montantes, contudo esse valor pode ser variável diante da necessidade de cargas que a estrutura terá de resistir, podendo atingir uma distância de até 20cm quando necessitarem resistir a grandes esforços, como por exemplo caixas d'água. Além de seguir a modulação faz-se necessário a colocação de reforços em vãos e esquadrias. Contudo mesmo diante dessa modulação para permitir maior resistência a esforços, somente os montantes não são suficientes para resistir a todos as cargas a que são expostos, fazendo-se necessária a colocação de outros elementos para tal função, estes são chamados de contraventamentos, sendo estes em “X” ou placas estruturais de fechamento que formam um diafragma rígido e serão detalhados mais adiante. (CRASTRO, 2005 apud ELHAJ;BIELAT, 2000)

4.6.3.1. Vãos e Esquadrias no Painéis

Como já sabido é necessário a colocação de elementos que reforcem a estrutura nas aberturas de vãos e esquadrias no sistema *Ligth Steel Framing*, no caso de portas e janelas faz-se necessário a colação de uma verga para redistribuir uniformemente a carga dos montantes interrompidos para os montantes de suporte da esquadria, chamados de ombreiras. (CRASTO, 2005)

Para Crasto (2005):

“A verga ... basicamente é composta de dois perfis Ue conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U, de altura igual a verga menos a aba da guia superior do painel, e por uma peça chamada guia da verga que é fixada as mesas inferiores dos dois perfis Ue.”

Estas por sua vez têm sua guia conectada aos montantes chamados de ombreiras, que se localizam nas laterais dos vãos, isso ocorre para evitar a rotação da verga e também permite a colocação de montantes que irão compor o painel, contudo sem função

estrutural. As ombreiras por sua vez são colocadas presas desde a guia inferior do painel até a guia da verga, sua quantidade é definida por cálculo estrutural e dependendo do tamanho da abertura, é possível por estimar a quantidade de ombreiras de acordo com Crasto (2005) apud Consul Steel (2002) através de o número de montantes interrompidos pela verga dividindo por 2, caso o número seja impar acrescenta-se 1, vale ressaltar que quando acontecer de uma ombreira estiver com a abertura para dentro do vão é indicado acrescentar um perfil U para que se tenha superfície para dar fixar a esquadria e dar acabamento. (CRASTO, 2005)

Além das guias de vergas ainda existem as guias de abertura que são perfis U colocados nas partes superior e inferior dos vãos (apenas superior para caso de portas) para dar acabamento e garantir a fixação das esquadrias, estes medem cerca de 20 cm acima do tamanho do vão, para que suas extremidades sejam dobradas em 90° e presas as ombreiras. (CRASTO, 2005)

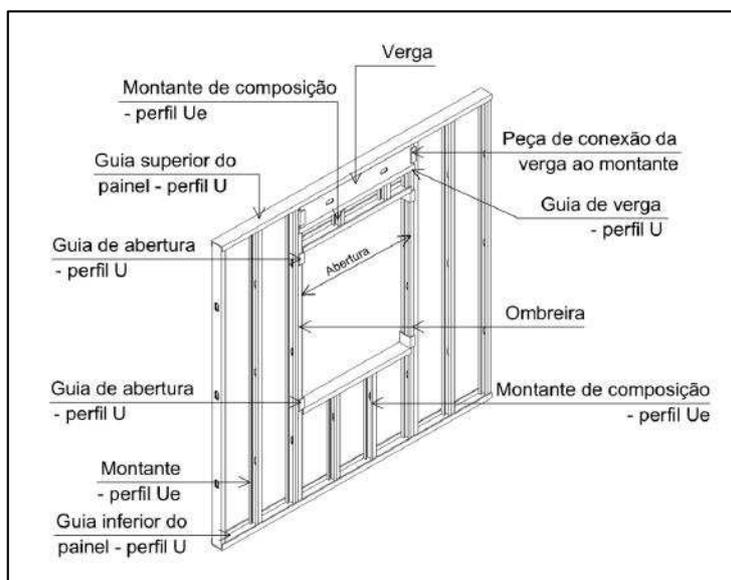


Figura 12 - Desenho esquemático de estrutura de painel com vão de esquadria

Fonte: Crasto (2005)

4.6.3.2. Estabilização dos Painéis

Como já se sabe os painéis do sistema LSF sofrem a atuação tanto dos esforços verticais, a carga da própria estrutura e de uso da construção, como esforços horizontais, forças dos ventos e sísmicas, portanto faz-se necessário uma estabilização da estrutura através do acréscimo de elementos juntos aos montantes, estes chamados de contraventamentos, os mais comuns métodos são: o em “X”, diafragma rígido e travamento horizontal.

- **Contraventamento em “X”**

Sendo o mais como tipo de contraventamento usado no sistema LSF, esse é feito através da colocação de fitas de aço galvanizado nas faces dos painéis, cujo as dimensões são pré-estabelecidas pelo calculista estrutural. Estas terão a função de resistir a esforços de tração e compressão gerados pelas forças dos ventos, para atender seu propósito da melhor maneira o ângulo entre a base do painel e a fita deve obedecer uma média de 30 a 60° (CRASTO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002)

Segundo Crasto (2005) a ligação entre o painel e fita é feita por uma placa de aço galvanizado aparafusada a montantes duplos e que devem estar ancorados, para poderem distribuir os esforços aos quais o contraventamento irá resistir.

“Durante a instalação das fitas metálicas é importante que estas sejam firmemente tensionadas, a fim de evitar folgas que comprometam sua eficiência na transmissão dos esforços, permitindo o deslocamento dos painéis aos quais estão fixadas (Garner, 1996).

Para se evitar o efeito de rotação que pode ocorrer nos montantes duplos onde estão fixadas as diagonais, deve se prever a colocação do contraventamento nas duas faces do painel.” (CRASTO, 2005)



Figura 13 - Estrutura de painel contraventamento em X

Fonte: Crasto (2005)

A colocação desse tipo de contraventamento pode comprometer a colocação de esquadrias, portanto faz-se necessário uma boa compatibilização entre o projeto arquitetônico e o projeto estrutural, a fim de que sejam deixadas paredes cegas para a colocação desses contraventamentos. (CRASTO, 2005) Contudo há casos em que o método em “X” não é possível de ser instalado, sugere-se então o uso do método em “K”, onde são colocados perfis Ue entre os montantes, assim o conjunto (montante + perfis) funcionam como um treliça vertical resistindo aos esforços. (CRASTO, 2005 apud DAVIES, 1999)



Figura 14 - Estrutura de painel contraventamento em K

Fonte: Crasto (2005)

- **Contraventamento em Diafragma Rígido**

O presente método se dá através do uso de materiais de fechamento externo dos painéis estruturais formando uma parede diafragma, tais materiais são capazes de aumentar a resistência do painel, devido absorverem as cargas horizontais que a estrutura recebe. (CRASTO, 2005 apud BROCKENBROUGH & ASSOCIATES, 1998)

“O desempenho estrutural do diafragma rígido depende diretamente de vários fatores

- Configuração dos painéis (quantidade e tamanho das aberturas, altura e largura do painel);
- Capacidade resistente dos montantes que formam o painel;
- Tipo, quantidade e separação dos parafusos de fixação da placa à estrutura;
- Resistência e espessura da placa utilizada. ” (CRASTO, 2005 apud PEREIRA JUNIOR, 2004)

Como opções de revestimento externo que podem ser aplicados como diafragma rígido, tem-se o OSB (*Oriented Strand Board*), que são painéis estruturais de tiras de madeira, com espessura adequada para esse sistema de 1,2 cm, contudo alguns cuidados devem ser tomados.

Segundo Crasto (2005) o bom desempenho das placas estruturais é alcançado quando é feita uma boa união delas aos perfis, essa união é feita por parafusos auto perfurantes e auto atarraxantes. Vale ressaltar que há diferenças entre placas de fechamento externo e as utilizadas para formar o diafragma rígido, as primeiras cumprem a função de vedação, contudo não possuem características para resistir a cargas

horizontais, sendo assim indicado o uso de contraventamentos em “X”, caso o fechamento dos painéis não sejam estruturais.

- **Contraventamento em Travamento Horizontal**

Tal método consiste em colocar um conjunto formado por fitas metálicas e bloqueadores compostos de perfis U e Ue horizontalmente, ligados aos montantes por meio de parafusos. (CRASTO, 2005) O conjunto atua da seguinte forma, as fitas metálicas têm a função de evitar a rotação dos montantes e reduzir a flambagem dos mesmos e os bloqueadores fortalecem o painel estrutural. (CRASTO, 2005 apud PEREIRA JR., 2004) São colocados a uma meia altura em painéis de até 2,50 m e a cada 1m em painéis de 2,75 a 3 m. (CRASTO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002)

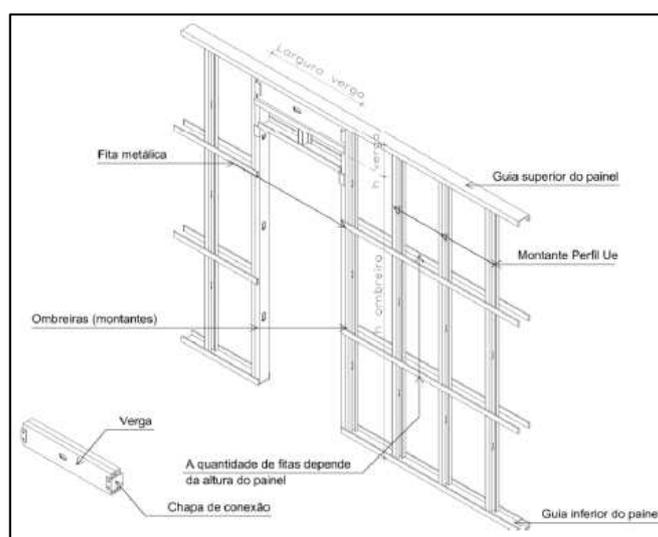


Figura 15 - Desenho esquemático de Travamento Horizontal

Fonte: Crasto (2005)

4.6.3.3. Painéis não – estruturais

Como já sabido estes painéis não tem a capacidade de resistir a esforços e não funcionam como estrutura, tendo função apenas de vedação e divisão interna de ambientes. Internamente usa-se o *Drywall* ou o gesso acartonado para divisão de ambientes, sendo o primeiro respectivamente, escolhido quando as dimensões dos montantes e guias são menores, já na parte externa devido ao peso dos materiais utilizados é aconselhável uso de painéis estruturais.

Segundo Crasto (2005) os vãos nesses painéis se dão de maneira mais simples, sendo feito apenas uma delimitação lateral do vão por dois montantes simples e com o acabamento das guias de abertura nas partes superiores e inferiores.

4.6.3.4. Paredes Curvas, Arcos e Formas Atípicas

Mesmo que não pareça, o sistema LSF, permite a confecção de paredes curvas (estruturais e não estruturais) e aberturas de arcos.

No caso das paredes curvas, faz-se necessário que as guias superiores e inferiores, tenham suas mesas da face externa curvadas e almas cortadas em peças de no máximo 5cm, pois assim torna-se possível curva-las uniformemente e alcançar a forma desejada, para reforçar essa estrutura é colocado uma fita metálica na parte externa da mesa da guia, através do aparafusamento ou “*clinch*ing” (processo de união de chapas de aço, a frio, por meio de deformação plástica feita com pressão de punção). Para a montagem desses painéis curvos indica-se o método “*stick*”, onde fixam-se as guias superiores e inferiores, colocam-se os painéis planos e posteriormente os da curva obedecendo espaçamento do cálculo estrutural. (CRASTO, 2005)

“Como esses procedimentos geralmente são trabalhosos e demandam tempo, já existem no mercado americano perfis U de aço galvanizado flexíveis, que se assemelham a vértebras ..., e que se moldam facilmente a qualquer curvatura ou formato ondulado, proporcionando uma montagem muito mais rápida e segura.” (CRASTO, 2005)

Para a formação dos arcos, também é possível a utilização de painéis estruturais ou não, onde o perfil U é cortado de forma que seja viável a flexão do mesmo de acordo com o raio ou curvatura do projeto, são utilizadas mãos francesas presas a vergas ou ombreiras para estabilização desse perfil. (CRASTO, 2005)

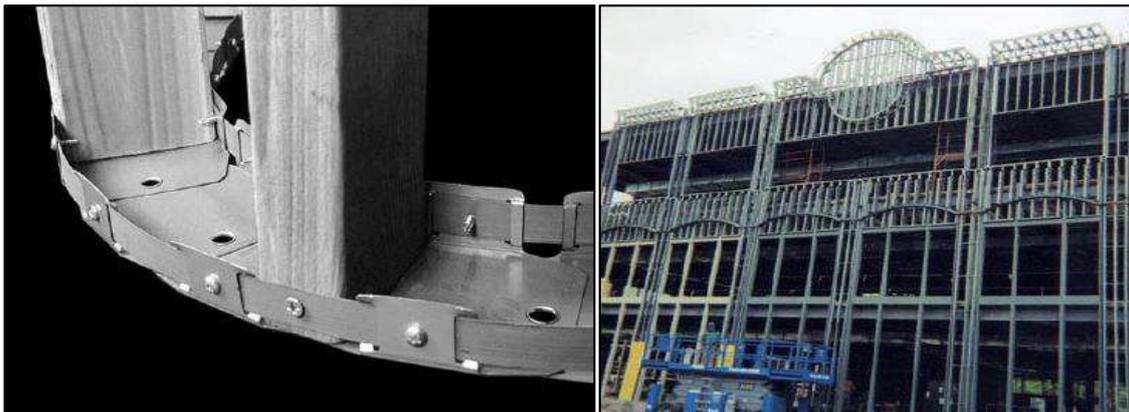


Figura 16 - A esquerda demonstração de guia para paredes curvas e a direita exemplo de arcos no sistema LSF

Fonte: Crasto (2005)

4.6.3.5. Ligação dos painéis

De acordo com Crasto (2005) a ligação dos painéis estruturais ou não, é feita por meio de parafusos sextavados que possuem função estrutural, unindo montantes de painéis diferentes, vale ressaltar que é sempre preciso garantir a resistência do sistema, a

esforços, além de garantir a economia de material e prover uma superfície para colocação dos painéis de vedação interno ou externo. As principais formas de conexão dos painéis são:

- Ligação de painéis de canto: Para ligação de painéis nos cantos, utiliza-se a guia superior de um painel maior que a do outro, cerca de 0.75cm, onde uma será presa a outra, aumentando assim a rigidez do sistema, por fim corta-se e dobra-se as mesas. (CRASTO, 2005 apud GANNER, 1996)
- Ligação de painéis formado “T”: Nesses casos um painel recebe o outro perpendicularmente formando um “T”, para que isso aconteça o painel que receberá deve ter suas guias contínuas e sem emendas no local da união, que é feita por meio de parafusos sextavados. (CRASTO, 2005)
- Ligação de 3 painéis: Nessa situação unem-se dois painéis perpendiculares a um terceiro que deve ser contínuo, este não devem ter emendas nas guias superior e inferior na região em que irá receber os demais painéis, tal conexão se dá por meio de aparafusamento de perfis Ue ligando os perpendiculares ao contínuo. (CRASTO, 2005)

4.6.4. Lajes

Como já é sabido, a estrutura de lajes no *Ligth Steel Framing* assemelha-se com a dos painéis que formam as paredes, estas são formadas por perfis de aço galvanizado de seção Ue, chamados de vigas de piso, colocados na horizontal e enrijecidos nas extremidades, suas alturas variam de acordo com distância entre os apoios e a carga a qual estão sujeitos, são separados de forma modular ou de acordo com dimensões pré-estabelecidas em cálculo estrutural. Estes por sua vez, são dispostos de maneira com que suas mesas fiquem em alinhamento com as mesas dos montantes dos painéis, para garantir a transferência alinhada das cargas. (CRASTO, 2005)

De acordo com Crasto (2005), para a passagem de instalações utilizam-se furos já existentes nos perfis (*punchs*), caso seja necessário o aumento desse furo, este deve ser previsto em cálculo estrutural, pois os perfis devem apresentar-se resistentes e enrijecidos de maneira a evitar deslocamentos acima dos permitidos pela NBR 15253/2005.

A autora afirma que fora os perfis, as lajes são formadas também pelo contrapiso, este pode ser executado de duas maneiras, definindo a laje como: úmida ou seca. De acordo com a escolha do tipo contrapiso a ser executado este pode formar um diafragma rígido na horizontal desde que o material escolhido apresente características estruturais e sejam

ligados por parafusos com a mesma função. (CRASTO, 2005 apud ELHAJJ;CRANDELL, 1999)

Além das vigas e contrapiso, as lajes do sistema LSF apresentam outros elementos como:

“**Sanefa ou guia:** perfil U que fixa as extremidades das vigas para dar forma à estrutura;

Enrijecedor de alma: recorte de perfil Ue, geralmente montante, que fixado através de sua alma à alma da viga no apoio da mesma, aumenta a resistência no local evitando o esmagamento da alma da viga. Também pode ser chamado de enrijecedor de apoio;

Viga caixa de borda: formada pela união de perfis U e Ue encaixados, possibilita a borda da laje paralela as vigas, principalmente quando ocorre de servir de apoio a um painel.

Viga composta: combinação de perfis U e Ue a fim de aumentar a resistência da viga. Pode ser utilizada no perímetro de uma abertura na laje, como por exemplo, para permitir o acesso através de uma escada, servindo de apoio para as vigas interrompidas.” (CRASTO, 2005)



Figura 17 - Laje de Steel Framing em produção

Fonte: Crasto (2005)

4.6.4.1. Lajes Úmidas

Segundo Crasto (2005) são compostas por uma chapa metálica (com formato trapezoidal ou ondulado) aparafusada às vigas de piso, que funciona como forma para colocação de concreto simples que formará o contrapiso e a acabamento de piso dado estabelecido em projeto arquitetônico. Vale ressaltar que antes da concretagem faz-se necessário a colocação de um perfil tipo cantoneira no perímetro da laje para que esse também sirva de forma para o concreto, além disso deve-se colocar uma armadura de distribuição antes da concretagem para proteção contra fissuras no concreto e também uma camada de material de isolamento acústico para evitar ruídos gerados pelo contato

do metal com o concreto que não se aderem. (CRASTO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002)

A autora ainda ressalva, que para literatura o mais correto seja a colocação dos painéis de pavimentos superiores sobre a estrutura de vigas do piso, fazendo assim com que haja a transmissão correta de esforços, evitando prováveis adversidades por irregularidades no contrapiso, contudo na prática muito montadores não veem problema a colocação sobre o contrapiso acabado.

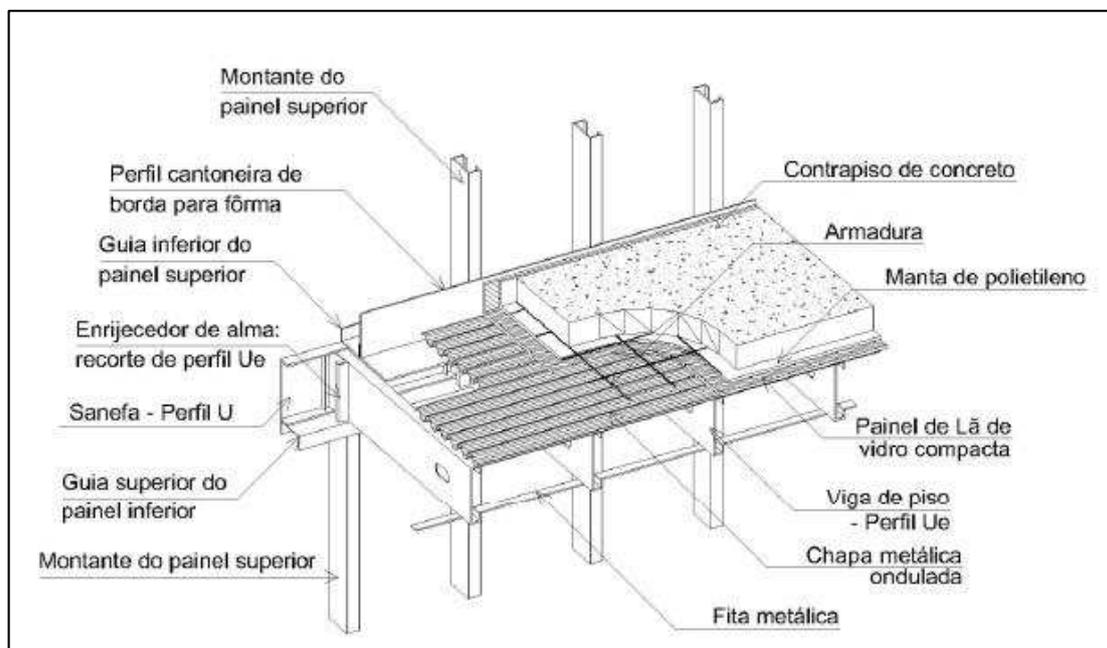


Figura 18 - Desenho esquemático Laje Úmida

Fonte: Crasto (2005)

4.6.4.2. Lajes Secas

Crasto (2005) afirma que estas constituem-se do uso de placas rígidas presas as vigas de piso, formando o contrapiso, indica-se o uso de proteção acústica entre a estrutura e o contrapiso. A placa de OSB é a placa mais comum utilizada para execução das lajes secas, por apresentar leveza e facilidade de instalação e a possibilidade de ser estrutural.

Contudo para áreas molhadas como banheiros, cozinhas e áreas de serviço indica-se o uso de placas de cimentícias, devido estas terem melhor resistência conta a umidade, ressalta-se que para instala-las é necessária uma base contínua, normalmente de placas de madeira transformadas, para resistir a esforços de flexão. (CRASTO, 2005 apud LOTURCO, 2003)

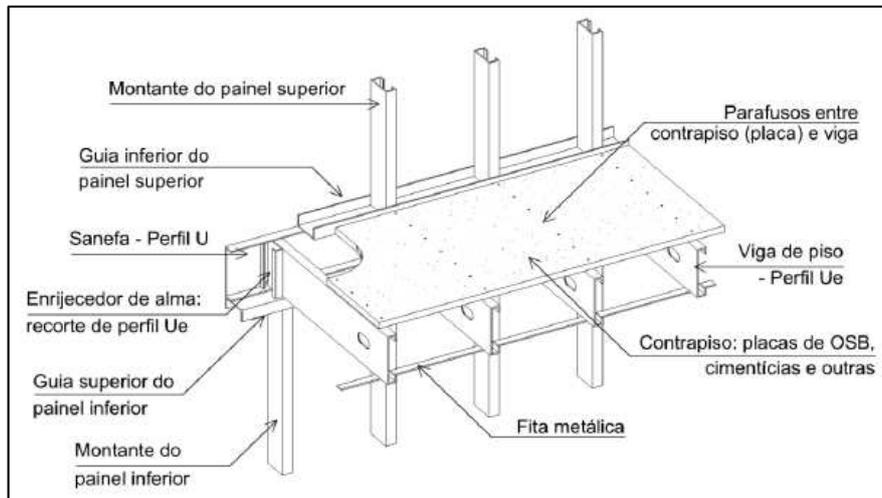


Figura 19 - Desenho esquemático Laje Seca

Fonte: Crasto (2005)

4.6.4.3. Vigas de Piso Especiais

- **Lajes em Balanço**

De acordo com Crasto (2005) há duas possibilidades de execução desse tipo de laje. O primeiro corresponde as lajes em balanço que tem suas vigas de piso na mesma direção das vigas da estrutura do piso, assim a parte em balanço representa um prolongamento das demais, contudo tem seu tamanho limitado a apenas metade do tamanho das vigas da estrutura de piso que devem esta localizadas entre apoios.

O segundo método corresponde a lajes em que as vigas estão em direções diferentes em relação as da estrutura de piso, esse caso tem de semelhança ao anterior, devido as vigas terem de apresentar a mesma característica de tamanho e as quais estão fixadas estarem entre apoios, contudo nesse caso um dos apoios pode ser uma viga reforçada de piso, prevista em cálculo estrutural, caso as vigas em balanço interrompam alguma da estrutura, estas podem ser apoiadas nas em balanço desde que tais estejam reforçadas. (CRASTO,2005)

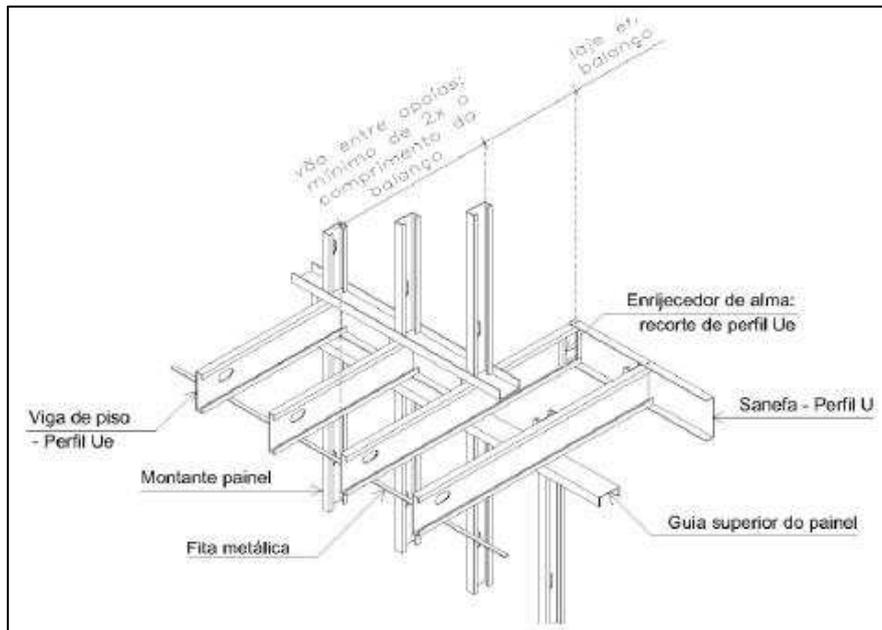


Figura 20 - Desenho esquemático laje em balanço mesmo sentido

Fonte: Crasto (2005)

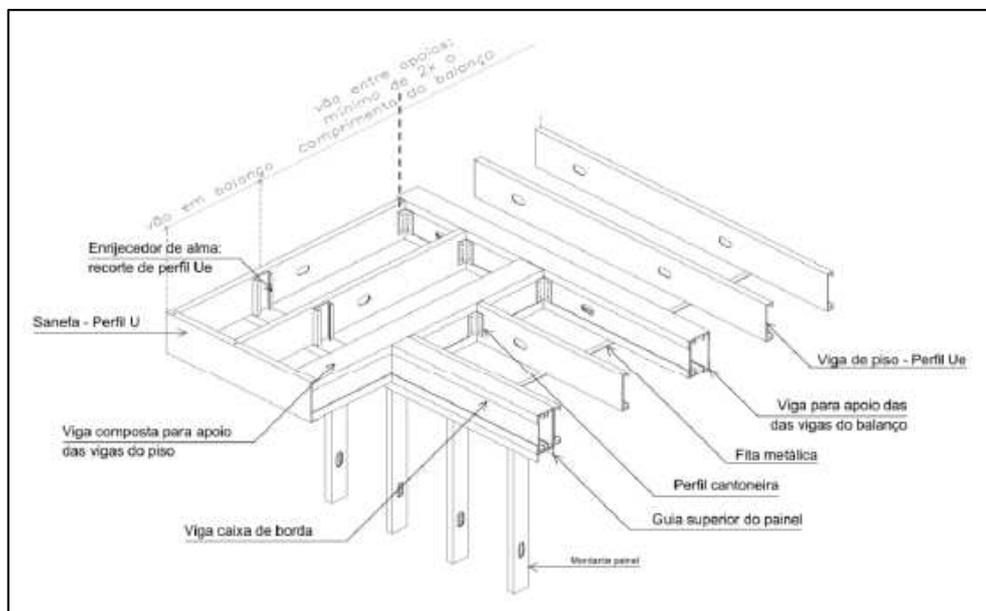


Figura 21 - Desenho esquemático laje em balanço sentido perpendicular

Fonte: Crasto (2005)

- **Diferença de nível entre ambientes**

A forma de execução será de acordo com o tipo de laje escolhido, comumente encontra-se esse caso em ambientes como varandas ou áreas externas. Caso a opção seja pela laje úmida, o desnível é alcançado através dos níveis das camadas de concreto do contrapiso. Sendo a opção da laje seca utiliza-se perfis de almas reduzidas nas partes mais baixas, estes por sua vez são presos a estrutura através da transposição do perfil pela guia

ou soleira através de cortes nestas, vale ressaltar que em caso de balanço as dimensões das vigas não devem ultrapassar o dobro das da estrutura.

4.6.4.4. Estabilização das Lajes

Para alcançar esse objetivo utiliza-se o processo de travamento horizontal, que segundo Crasto (2005) apud Scharff (1996) tem a função enrijecer o sistema para impedir fenômenos de flambagem, torção lateral, deslocamento e vibração das estruturas de laje.

Crasto (2005) apud Elhajj;Bielat (2000) aponta 3 maneiras de se realizar o travamento da estrutura:

- Bloqueador: Tal método utiliza perfis Ue, semelhante aos usados nas vigas de piso, que são colocados entre as mesmas e presos por cantoneiras ou através de aparafusamento de partes do próprio perfil cotada. Estes devem ser colocados nas extremidades da laje e espaçados a uma distância de 3,60m, em sincronismo com as fitas metálicas as quais são presos por parafusos.
- Fita metálica: Costuma ser utilizado junto com os bloqueadores, caracteriza-se pelo uso de uma fita de aço colocada perpendicularmente na parte inferior as vigas de piso, devido a superior estar com o contrapiso.
- Travamento em “X”: O menos comum dos 3 métodos, consiste em prender fitas metálicas cruzadas, formando um “X” nas mesas inferiores das vigas de piso.

4.6.5. Cobertura

O sistema *Ligth Steel Framing* assim como o sistema convencional de edificação permite a versatilidade de modelos de cobertura, desde de simples lajes planas, como complexas coberturas com várias inclinações. (CRASTO, 2005)

De acordo com Crasto (2005) apud Moliterno (2003) o telhado constitui-se de duas partes, a primeira a cobertura correspondendo aos materiais utilizados para fazer o fechamento superior da estrutura, protegendo-a de intempéries, vento e águas da chuva, e a segunda a amarração que compreende os elementos estruturais do tralhado como, ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos.

Segundo Crasto(2005) apud LaBoube(1995) faz necessário cálculos estruturais para a confecção das estrutura da cobertura, visando esta atender toda demanda de que esforços a qual ela será submetida, como peso dos revestimentos, forros suspensos, materiais de isolamento, vento, neve, chuva e outros equipamentos que podem estar fixados na estrutura. O cálculo não se restringe a um tipo específico de cobertura permitindo ao sistema LSF uma variedade de modelos para confecção da cobertura,

entretanto vale ressaltar a presença de 3 modelos mais comuns adotados, que serão vistos a seguir.

4.6.5.1. Cobertura em Plana

De acordo com Crastro (2005) é o tipo menos comum de cobertura encontrado na construção em *Ligth Steel Framing*, sua execução consiste em uma laje plana de concreto sobre as estruturas de piso, seu desnível para drenagem é obtido por diferenças de nível do contrapiso, vale ressaltar que se a mesma não possuir apoios intermediários em sua extensão, deve-se utilizar treliças planas no lugar das vigas de piso para suportar as cargas mais altas e os grandes vãos.

4.6.5.2. Cobertura Inclinada

- **Caibros e Vigas**

Segundo Crasto (2005) esse tipo de estrutura de telhado é utilizado quando o vão a ser coberto permite o uso de caibros e almeja-se o menor gasto com quantidade de aço, contudo essa demanda pode aumentar de acordo com o tamanho do local aonde serão instalados. Aplicado comumente em construções no método “stick”.

Afirma a autora que esse tipo de cobertura é formado a partir do uso de caibros que se apoiam em uma das extremidades diretamente aos painéis estruturais, por meio de enrijecedores de alma em conjunto com cantoneiras presas as guias superiores dos painéis e na outra são presos a uma viga de cumeeira, através de cantoneiras, que segundo Crastro (2005) apud Waite (2000) devem ter sua dimensão igual ou maior que a dos caibros, uma outra opção sugerida pela autora é o uso de peças de suporte.

Em casos especiais, faz-se necessário a utilização de vigas de amarração entre as extremidades opostas dos caibros, com a função proteger os painéis de apoio de uma possível inclinação devido ao peso da estrutura de telhado. (CRASTO, 2005 apud WAITE, 2000)

“Telhados de quatro águas ou com intersecção de vários planos inclinados exigem maior diversidade de elementos estruturais e podem ser construídos a partir de tesouras ou caibros ou a combinação de ambos. Para isso, espigões e rincões são constituídos de perfis galvanizados U e Ue e outras peças especiais em aço galvanizado para auxiliar na forma da inclinação do telhado e fixação dos elementos.” (CRASTO, 2005)

Assim como nos painéis, a estrutura de telhado também sofre ação de esforços laterais de vento, estes por sua vez podem causar deslocamentos e deformações nas peças, portanto faz-se necessário o contraventamento dessa estrutura por meio de enrijecedores, a fim de evitar tais fenômenos e aumenta a resistência do telhado. (CRASTO, 2005)

De acordo com Crasto (2005) apud Elhadj e Bielat(2000) os principais formas de contraventamento são:

- Perfis U e Ue ou fitas metálicas presas perpendicularmente aos caibros em ambas as mesas, de acordo com a cobertura do telhado;
- Perfis U e Ue ou fitas metálicas presas perpendicularmente as vigas de teto;
- Bloqueadores e fitas metálicas presas as vigas de teto de maneira semelhante ao que é feito nas vigas de piso;
- Diafragma rígido, formado a partir de aplicação de placas estruturais colocadas nas mesas superiores dos caibros;

Como opções de vedação para esse sistema, tem-se 3 tipos de cobertura, a primeira são as telhas cerâmicas que para sua colocação é necessário haver uma base de apoio, comumente de OSB revestido com uma manta de impermeabilização, onde são presos perfis tipo cartola paralelos aos caibro para haver o escoamento da água e fixação das ripas para posterior encaixa da telhas, outro tipo são as telhas “*shingles*”, tais telhas são formadas por pequenos grãos de cerâmica em uma estrutura de lã de vidro, que também precisam de base em OSB revestido, contudo não precisam de perfil e nem ripas, e por fim, tem-se as telhas metálicas que são presas diretamente aos caibros, necessitando apenas de uma posicionamento correto dos mesmo para serem fixadas. (CRASTO, 2005)



Figura 22 - Cobertura em Vigas e Caibros

Fonte: Crasto (2005)

- **Treliças ou Tesouras metálicas**

De acordo com Crasto (2005) a outra opção de cobertura, são as tesouras ou treliças metálicas, devido estas terem a capacidade de resistirem melhor aos esforços e vencerem grandes vãos sem a necessidade de apoio. São constituídas por perfis Ue conectados formando uma estrutura estável, seus principais elementos são:

“**Banzo superior:** perfil Ue que dá forma e inclinação à cobertura do telhado;

Banzo inferior: perfil Ue que dá forma e inclinação ao forro do espaço coberto;

Montantes ou Pendurais: perfis Ue dispostos verticalmente e que vinculam o banzo superior com o inferior;

Diagonais: perfis Ue inclinados que vinculam o banzo superior e inferior;

Enrijecedores de apoio: recorte de perfil Ue colocado nos pontos de apoio da tesoura, para a transmissão dos esforços e evitar a flambagem local dos perfis dos banzos.

Contraventamentos: perfis U, Ue ou fitas de aço galvanizado que vinculam as tesouras e proporcionam estabilidade ao sistema de cobertura;” (CRASTO, 2005)

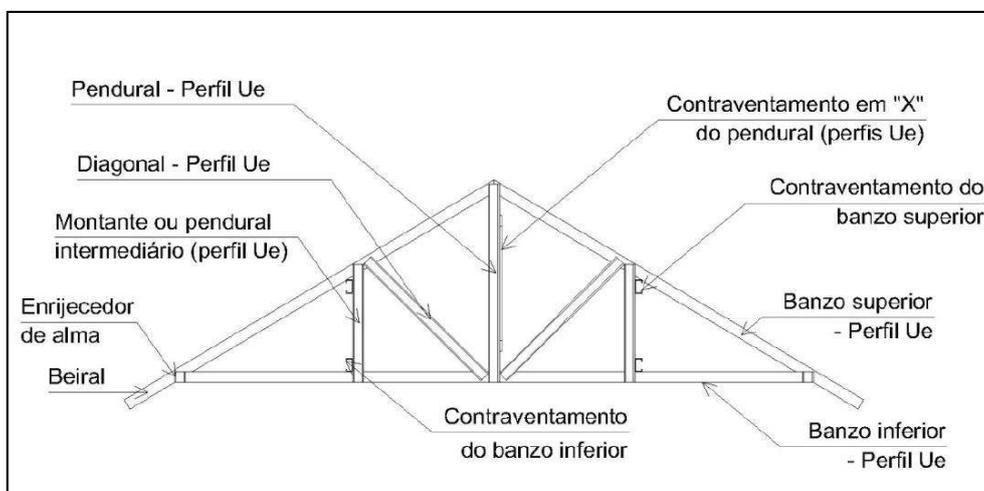


Figura 23 - Estrutura de Tesoura metálica

Fonte: Crasto (2005)

Estas por sua vez, tem a possibilidade de serem pré-fabricadas, onde apresentam melhor precisão de suas medidas, demandam menos tempo no canteiro de obras e são mais práticas na sua instalação, devido leveza da estrutura, ou também podem ser montadas em obras, nesse caso demandam um tempo maior, mão de obra especializada e um grande espaço para confecção.

Segundo Crasto (2005) apud Moliterno (2003) os modelos mais comuns de tesoura são: Tesoura Howe, Tesoura Pratt, Tesoura Fink, destacam-se essas como sendo as mais comuns utilizadas na construção em *Steel Framing* no EUA, outros exemplos são: Tesoura Alemã e Tesoura Belga.

Para fazer com que as tesouras que compoñham a estrutura de telhado trabalhem juntas e resistam aos esforços aplicados, faz-se necessário a realização de um contraventamento, pois a estrutura isolada não é capaz de resistir a esforços laterais e tendem a girar em volta da linha de apoio. Há dois tipos de contraventamento para esses elementos e estes são (CRASTO, 2005 apud LABOUBE, 1995):



Figura 24 - Cobertura em Treliça metálica

Fonte: Crasto, (2005)

- **Contraventamento Lateral:** consiste na estabilização da estrutura por meio da amarração de perfis U e Ue perpendiculares aos banzos das tesouras, com o intuito de diminuir a flambagem dos mesmos e transferirem os esforços dos ventos para as tesouras e contraventamentos verticais;
- **Contraventamento vertical ou em “X”:** compõem-se por meio de uma estrutura de perfis Ue cruzados, colocados perpendicular ao plano das tesouras sobre o banzo superior, travando a estrutura, deixando-a bloqueada da rotação e deslocamento, em especial da força do vento. De acordo com o tipo de fechamento há possibilidade de não ser feito esse tipo de contraventamento, devido o mesmo possuir elementos que funcionem como um diafragma rígido, são o caso do uso de telhas “*shingles*” ou cerâmicas, vale ressaltar que esse último caso devido uma necessidade de estrutura mais elaborada para seu uso, o contraventamento é deslocado para a mesa inferior dos banzos das tesouras, e no caso de uso de telhas

metálicas a estrutura do contraventamento funciona como base de fixação para as telhas.

4.6.6. Vedação

Segundo Crasto (2005) o fechamento vertical das construções em *Ligth Steel Framing* compõe-se pelas paredes externas e internas, as quais são formadas pelos painéis estruturais cobertos por chapas de vedação leves e que sejam compatíveis com a estrutura. Seguindo a características da racionalização e industrialização da construção já visto, essas chapas também devem apresentar dimensões padrões para dinamizar a execução da construção, devido a isso as dimensões mais comuns são 1,20m, devido essa medida ser múltipla das dimensões de modulação dos perfis nos painéis (40 e 60cm). Deve-se priorizar a escolha por materiais, cujo a sua aplicação seja o mais seca e reduza ao máximo o uso de argamassa ou similares.

“A norma ISO 6241:1984 estabelece os requisitos fundamentais para atender essas necessidades. Entre elas, podemos citar:

- Segurança estrutural;
- Segurança ao fogo;
- Estanqueidade;
- Conforto termo-acústico;
- Conforto visual;
- Adaptabilidade ao uso;
- Higiene;
- Durabilidade;
- Economia;” (CRASTO, 2005)

De acordo com Crasto (2005) ainda se importa materiais de vedação para confecção de fechamento de obras no Brasil, mesmo que alguns já tenham produção nacional, os mesmos não são confeccionados em dimensões adequadas, devido a adaptação de unidades de medidas diferente entre os países. No país, os materiais mais comuns encontrados no mercado são, o OSB (*Oriented Stand Board*), as placas cimentícias e o gesso acartonado (*DryWall*).

4.6.6.1. Alvenaria

Devido a confecção de alvenaria fugir do princípio de industrialização e racionalização da construção que são adotados *Ligth Steel Framing*, a mesma se restringe apenas a formar um elemento de vedação envoltório a estrutura de LSF, sendo utilizados conectores metálicos para unir a duas. Assim como nos demais tipos de vedação é necessário ser feito a impermeabilização da estrutura com manta de polietileno presa por

meio de parafusos a estrutura. Esse tipo de vedação só é utilizado caso escolha do cliente, é necessário lembrar de pontos importante ao se fazer a opção por esse tipo, tais como:

“Impermeabilização;

Vinculação do fechamento à estrutura de forma adequada considerando a variação dimensional e movimentação da estrutura de aço e do bloco de alvenaria;

Isolamento termo acústico;

Racionalização da execução da parede de alvenaria.” (CRASTO, 2005)

Como já sabido, a alvenaria funciona apenas como um envoltório para estrutura de LSF, e as duas unem-se por meio de conectores, sugere-se que tais elementos de vinculação sejam colocados na horizontal coincidindo com os montantes e presos a eles, inclusive seguindo a paginação de 40 a 60cm dos mesmos, já na vertical os mesmo devem ser colocados a cada 4 fiadas para blocos de cimento e 10 fiadas para blocos cerâmicos (CRASTO, 2005 apud CONSUL STEEL, 2002) e quanto as questões das vergas e contravergas em vãos, executa-se semelhante ao convencional. (CRASTO, 2005)

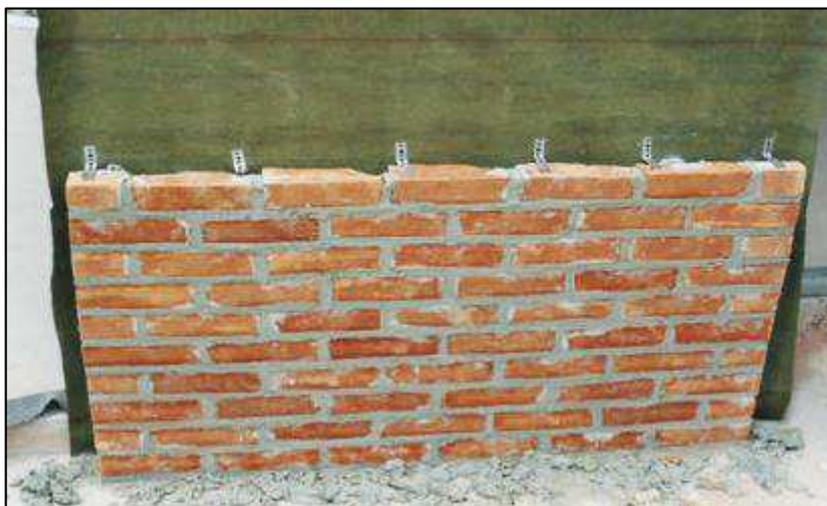


Figura 25 - Vedação em Alvenaria

Fonte: Crasto (2005)

4.6.6.2. OSB (Oriented Stand Board)

Segundo Crasto (2005) apud Masisa (2003), o OSB, como o próprio nome diz, é um painel de tiras de madeiras orientadas em camadas de sentidos perpendiculares, dando-lhe uma maior resistência mecânica e rigidez. Criado visando multiplicidade de usos e longa duração, permite realizar diversas ações nas placas, como furar, pregar, serrar, pintar, envernizar e colar, sem danifica – las.

Diante disso, apresenta-se com uma boa opção de vedação para estruturas *Ligth Steel Framing* tanto interna como externamente, o mesmo possui tratamento contra

insetos e relativa resistência a água, contudo, vale ressaltar que se faz necessário a colocação de uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade na parte externa das placas, concedendo-lhe assim a resistência a umidade externa, mas permitindo a saída da umidade da parte interna. (CRASTO, 2005). Devido sua boa resistência mecânica e a impactos e estabilidade, o mesmo pode ser utilizado junto a elementos estruturais e formar diafragmas rígidos nas paredes, lajes e pisos. (CRASTO, 2005 apud Dias et al., 2004, Santos, 2005)

No mercado as dimensões mais comuns para as placas de OSB são de 1,20 x 2,44 m, nas espessuras de 9,12,15,18mm, a escolha pela espessura é definida por fatores como: tipo de acabamento que irão receber, modulação dos montantes e em casos de função estrutural, de acordo com o definido em cálculo. Para sua fixação a estrutura, são utilizados parafusos auto-brocantes ou auto-atarraxantes próprios aos perfis de aço. Tem opções de acabamentos variados como: *siding* vinílico, de madeira ou cimentício e a argamassa. (CRASTO, 2005)

Salienta-se que durante a execução da vedação com placas de OSB, deve-se prever as juntas de dilatação em todas as direções, por estas sofrerem alterações em seu tamanho devido temperatura e umidade do ar, no mínimo devem ser deixados 3 mm de junta, e as encontradas na vertical devem estar sempre sobre os montantes e presas corretamente. Fora isso, em ambas as partes (interna e externa) as placas devem ter contato direto com o piso ou fundação, contudo deve-se colocar uma fita seladora a fim de evitar a passagem de umidade e formação de pontes térmicas, vale ressaltar que na parte externa deve haver uma diferença de nível para evitar o contato direto com o solo. Por fim as placas devem ser presas de maneira que suas juntas sejam desconexas e no caso de uso estrutural a paginação atenderá recomendações pré-estabelecidas. (CRASTO, 2005)



Figura 26 - Vedação com Placas de OSB

Fonte: Crasto, (2005)

4.6.6.3. Placas Cimentícias

Segundo Crasto (2005) apud Loturco (2003) as placas cimentícias utilizadas como elementos de vedação no sistema LSF, são compostas por cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agradados, são encontrados no mercado 2 tipos de placas que atendem essas características, tais se diferem por um ter as fibras dispersas em matriz e a outra possuir malha de vidro em ambas as superfícies.

Tem como principais características segundo Crasto (2005) apud Brasilit (2004) e Loturco (2003):

- Grande resistência a impactos;
- Grande resistência a umidade;
- Anti-chamas;
- Podem formar curvas de ate 3m de raio;
- Baixo peso;
- Pode receber grande variedade de acabamentos e revestimentos;
- Rapidez na execução;

São utilizadas para o fechamento interno e externo assim como o OSB, destaque para sua utilização em áreas molhadas e em áreas exposta a intempéries, também pode ser usada como piso desde que possua uma base em madeira transformada resistente a água, lhe conferindo resistência a flexão. No mercado encontra-se uma oferta variada de tipos de placas cimentícias, variando de acordo com o fabricante, comumente utiliza-se placas com largura fixa 1,20m e comprimento de 2,00m, 2,40m ou 3,00m e suas espessuras variam de 6,8,10 mm, e assim com o OSB, serão definidas de acordo com sua função. (CRASTO, 2005)

Vale ressaltar que as placas cimentícias não possuem normativa de controle de qualidade no Brasil, portanto é provável a mesma, caso não sejam seguidas recomendações dos fabricantes, apresentem patologias como: fissuras no centro da placa e trincas nas juntas e revestimentos. Dentre as especificações a que merece maior destaque são a do tipo de junta a ser usado, todas devem ter no mínimo 3mm e para escolher a melhor é necessário analisar critérios como: a dilatação da placa devido a temperatura e umidade do ambiente e o tipo de acabamento que irá receber, há dois tipos de juntas: aparente e invisível. A primeira respectivamente é feita através da colocação de perfis ou selantes elásticos que são visíveis e são os mais indicados para placas com alto nível de variação de tamanho, já o segundo consiste em atender as especificações dos fabricantes das placas, que indicam os rejuntas e placas adequadas para o projeto e é aconselhado o reforço da junta com fibra de vidro resistente a alcalinidade. Ainda há um tipo de junta que são indicadas para locais onde a junção da placa com materiais diferentes. (CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) a montagem da vedação com placas cimentícias assemelha-se com a das placas de gesso, tem início com a montagem dos painéis, com a fixação das guias na fundação e no teto e posterior marcação de vãos e encaixe dos perfis. Após esse processo, tem-se a colocação e fixação das placas cimentícias por meio de parafusos auto-atarraxantes próprios das mesmas, vale ressaltar o cuidado para a dimensão e tratamento das juntas e aconselha-se revestir a parte externa com uma demão de Selador de acrílico e em áreas molhadas o cuidado deve ser ainda maior para evitar infiltrações pelas juntas.

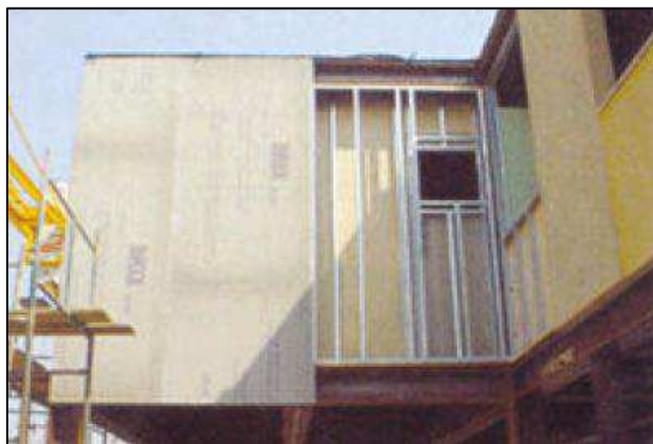


Figura 27 - Vedação com Placas Cimentícias

Fonte: Crasto (2005)

4.6.6.4. Gesso Acartonado

De acordo com Crasto (2005) o gesso acartonado é formado a partir da mistura de gesso, água, aditivos e fechado por laminas de cartão para lhe conceder resistência a tração e flexão, são regulamentados pelas seguintes NBR: 14715:2001;14716:2001; 14717:2001. Compõem um sistema leve, fixo, estruturado em perfis metálicos nos quais são presas as placas de gesso, utilizado na divisão interna de ambientes em vários tipos de construções, e além disso, no caso do *Ligth Steel Framing* vedação interna da construção.

Como sabido, o gesso é utilizado tanto para alvenarias convencionais como o sistema LSF, para ambos sua montagem se dá por meio de perfis U e Ue, com dimensões reduzidas, por não apresentarem propriedade estrutural. (CRASTO, 2005) De acordo com Crasto (2005) apud Krüger (2000) as placas de gesso podem apresentar resistência a fogo e umidade, permite isolamento acústico e formação de grandes vãos.

No mercado encontram-se placas com dimensões de 1,20m de largura e comprimento variável de 1.80m a 3.60m e espessuras de 9,5,12,5 e 15 mm. De acordo com Crasto (2005) apud Abragesso (2004) são oferecidos 3 tipos de placas, são elas: Standard, Resistência a Umidade (RU) e Resistência ao Fogo (RF). A primeira é a mais comum e utilizada para vedação normal, a segunda também chamada de placa verde, com uso em áreas molhadas, contudo por tempo limitado e a terceira também chamada de placa rosa, utilizada em áreas secas e áreas que exigem proteção contrafogo.

Crasto (2005) afirma que o sistema de *Drywall*, sistema onde comumente utiliza-se perfis metálicos para fixação das placas de gesso, é composto por:

“Componentes para fechamento da divisória (placas de gesso, cimentícias);

- Perfis U e Ue galvanizados para estruturação da divisória (montantes e guias);
- Parafusos para a fixação dos perfis galvanizados e das placas à estrutura;
- Materiais para tratamento das juntas (massas e fitas);Materiais para isolamento termo-acústico (lã de vidro ou lã de rocha). ” (CRASTO, 2005)

Segundo Crasto (2005) a montagem desse sistema, inicia-se com a marcação e fixação das guias inferior a fundação (presas com pinos de aço) ou alvenaria (presas com parafusos e buchas) e da guia superior ao teto, ambas são fixadas a estrutura a cada 60cm, cabe ressaltar que antes da fixação das mesmas faz-se necessário a colocação de uma fita de isolamento ou banda acústica. Em seguida marcam-se os vãos de portas e janelas e pontos nos quais serão necessários reforços para fixação de reforços para cargas pesadas.

Logo depois, cortam-se os montantes 5mm menor que o pé direito, para fazer o desconto da espessura do perfil guia superior, e estes são encaixados das extremidades para o centro e aparafusados, seguindo a modulação comum do LSF de 40 ou 60 cm relativo aos esforços aos quais as placas são submetidas. Cabe atenção para disposição da abertura dos perfis sempre para mesma direção e colocação de perfil independente nas extremidades dos painéis para fixação de painéis perpendiculares. E por fim são fixadas as placas de gesso na horizontal ou vertical de acordo com a modulação pré-estabelecida, estas devem receber um corte de 10mm em relação ao pé direito para que não tenham contato com a umidade do solo, caso as placas necessitem de emendas, são necessárias juntas entre os painéis, estas devem ser desalinhadas, niveladas em relação aos painéis, devem receber camada de rejunte próprio e estarem localizadas sempre sobre os montantes. Para fixação das placas utiliza-se parafusos com um distanciamento de 25 a 30cm em camada única e em caso de dupla camada de gesso, a primeira camada pode ter distância de 50 a 60cm e a segunda 25 a 30cm, garantindo assim uma boa fixação.

Crasto (2005) apud Taniguti (1999) ressalta que alguns cuidados devem ser tomados para começar a execução desse sistema, tais como:

- Compatibilização de projetos;
- Finalização de vedação externa e lajes e cobertura;
- Finalização de atividades com água;
- Instalações elétricas e hidráulicas devidamente posicionadas;

4.6.7. Isolamento Termo Acústico

De acordo com Crasto (2005) a qualidade ambiental de uma edificação está relacionada ao desempenho térmico e acústico da mesma, uma série de fatores influenciam para que esse desempenho seja alcançado, como: a localização e posicionamento da edificação e seus ambientes e os materiais de cobertura, vedação, revestimentos e esquadrias, e no caso dessas últimas as dimensões delas. Sabendo disso, é possível a utilização de materiais que facilitem o isolamento termo acústico e ajudem na qualidade ambiental das edificações.

No sistema *Ligth Steel Framing* a aplicação da lei das massas, que de acordo com Crasto (2005) apud Gerges (1992) consiste em uso de matérias com grandes massas ou densidades a fim de serem melhores isolantes, não se torna possível devido a forma cujo ele é executado, contudo para alcançar o desempenho termo acústico, colocam-se elementos isolantes (lã minerais) entre as placas de fechamento.

4.6.7.1. Térmico

Segundo Crasto (2005) o isolamento térmico consiste em regular as perdas de calor do ambiente com o meio externo em períodos frio e o inverso em períodos quentes, portanto para alcançar isso , utiliza-se no sistema *Ligth Steel Framing* mantas de lã mineral entre os painéis, semelhante às quais são colocadas para o isolamento acústico, em alguns casos as mesmas executam os dois papéis, além destas aconselha-se o uso de matérias isolantes revestindo os painéis, como exemplo o poliestireno expandido, devido a formação de pontes térmicas no perfis dos painéis com as placas de fechamento. Vale ainda ressaltar os elementos de vedação que são influenciados pela temperatura e devem receber em suas juntas tratamento com materiais de fechamento que evitem a entrada de água e vento e que permitam a flexibilidade.

“No Brasil não há estudos sobre o comportamento e desempenho térmico de edificações construídas em LSF, portanto ainda não é possível avaliar quais condições de fechamento são melhores para determinadas regiões do país. ” (CRASTO, 2005)

4.6.7.2. Acústica

Crasto (2005) afirma que há 3 formas de os sons afetarem uma edificação: a primeira consiste na entrada através das abertura e esquadrias, já a segunda ocorre dentro das edificações devido a contato entre corpos, como por exemplo pessoas caminhando ou batidas em porta e por fim sons produzidos nas estruturas ou instalações hidráulicas. Sabe-se também que ao atingir uma superfície parte dos sons, é refletida, outra absorvida e outras transmitida pelo material que tende a propagar-se para dentro do ambiente. O isolamento acústico tende a minimizar essa transmissão sonora para dentro do ambiente ou vice-versa a fim de garantir melhor qualidade ao mesmo.

“O isolamento de painéis em LSF segue o princípio massa-mola-massa, onde em lugar de uma parede de massa m, usa-se camadas separadas de massa, cujo espaço entre elas é preenchido com um elemento absorvente, cujo objetivo é reduzir a transmissão de som entre as camadas de massa. ” (CRASTO, 2005)

De acordo Crasto (2005) indica-se para realizar esse isolamento acústico a lã de vidro, que possui um índice de Redução Acústica (RW) com os seguintes valores:

	Parede Simples	Parede Dupla	Parede Simples	Parede Dupla	Parede Simples	Parede Dupla
Espessura da lâ de vidro (mm)	50	50	75	75	100	100
Rw (dB)	43	50	47	55	52	58

Tabela 2 - Índice de Redução Acústica da Lã de Vidro

Fonte: Crasto (2005) apud Isover - Saint Gobain (2005)

4.7. Montagem do Sistema *Ligth Steel Framing*

Como sabido há 3 métodos construtivos adotados para execução de estruturas em *Ligth Steel Framing*, a opção por um dos métodos está relacionada a complexidade do projeto e também da empresa que está executando o projeto. (CRASTO, 2005)

O método Modular é o mais complexo dos três e altamente industrializado, comum a outros sistemas construtivos, a forma de montagem dele varia de acordo com a empresa que está executando. Já o “Stick” era comumente utilizado no Estados Unidos para execução das casas, contudo está sendo substituído pelo de Painéis devido a industrialização e nível de qualidade cujo esse possui (CRASTO, 2005 apud TREBILCOCK, 1994). No Brasil o método dos Painéis foi adotado pela maioria das empresas e por melhor disponibilidade de mão-de-obra. (CRASTO, 2005)

Diante disso, a principal metodologia construtiva utilizada a atualmente no sistema *Light Steel Framing* é a de Painéis, que como já sabido tal método fundamenta-se em uma pré-fabricação dos painéis, lajes e tesouras ou treliças que compõem a construção, estes podem ser fabricados em oficinas ou montados no próprio local das obras, necessitando apenas de uma área específica para isso e mão de obra especializada.

Crasto (2005) afirma que sua montagem tem início após a finalização da fundação, a qual deve estar limpa, nivelada e em esquadro, a partir daí fixa-se um perfil U e uma fita isolante na base formando a guia inferior do sistema, logo após encaixa-se o primeiro painel em um dos cantos externos, coloca-se um escoramento para manter o esquadro e o nível e realiza-se uma ancoragem provisória, tomando cuidado para que essa não coincida com posição da ancoragem final, em seguida é preso o painel perpendicular ao que foi colocado formando um “L”, e realiza-se o mesmo processo que no anterior, logo após continua-se o encaixe dos demais painéis externos e alguns internos que podem servir para estabilização da estrutura, para os demais internos marca-se com fio traçante no contrapiso para posterior colocação. Os painéis são fixados uns aos outros por meio de parafusos auto-atarraxanes estruturais presos nas almas dos perfis, distantes a cada 20cm,

finalizado a montagem dos painéis é feita a ancoragem final e inicia-se a colocação das placas de fechamento externo, que deve iniciar de uma das extremidades e respeitando critérios de acordo com o material. Caso haja pavimento superior a colocação dos painéis é feita de forma semelhante, com destaque para caso sejam autoportantes estes devem ser apoiados uns aos outros diretamente e se não devem ser apoiados diretamente sobre a estrutura principal, entretanto a vedação destes é feita de cima para baixo e é necessária a colocação de uma linha de transição entre os da parte inferior e superior, ressalta-se que o peso e altura dos painéis influenciam na forma pela qual estes serão colocados, ou seja, levantados de maneira manual ou por guindaste.

Após a montagem dos painéis, a autora afirma que é realizada a montagem da laje, que pode ser feita de duas formas:

- Na primeira a laje é montada em seções e depois são posicionadas sobre os painéis estruturais ou sobre as vigas principais;
- Na segunda são colocadas as safenas para posterior encaixe das vigas de piso uma a uma e por fim posiciona-se os enrijecedores de alma que farão a união das vigas com as safenas e evitarão a deformação da alma das vigas;

Independente da forma de montagem, terá sua finalização de acordo com o tipo, caso seja úmida, são colocados a chapa metálica e as cantoneiras na extremidade cujo servirão de forma para receber o concreto que formará o contrapiso, e caso seja seca, aconselha-se a colocação das placas de OSB após a finalização da cobertura, para proteger as mesmas da intempéries. Vale ressaltar que deve ser feito um contraventamento provisório e a colocação de algumas placas, devem ser feitos antes da finalização a laje para que seja possível o trabalho sobre a mesma, além disso deve-se confecciona-la de forma que os painéis sejam internos ou externos, mas que fiquem apoiados diretamente uns aos outros ou sobre as estruturas e não sobre o contrapiso. (CRASTO,2005)

A última parte a ser montada no sistema é a cobertura, que de acordo com Crasto (2005) terá seu método de montagem de acordo com o tipo de cobertura escolhida, para coberturas com estrutura em caibros, a montagem tem início pela colocação da cumeeira e posterior fixação dos caibros, para ligação desses a estrutura sempre se utiliza parafusos estruturais e as vigas de teto, são montadas semelhantes às de piso, contudo devem ser contraventadas à medida que forem sendo colocadas. Caso o tipo escolhido seja o de tesouras ou treliças, há a possibilidade de ser montado de duas formas:

- Na primeira, levanta-se o conjunto de treliças, em seguida as mesmas são colocadas na posição final e fixadas com enrijecedores de alma e parafusos

estruturais aos painéis e tem seus contraventamentos feitos à medida que são colocadas;

- Na segunda, a montagem de toda estrutura de telhado é feita no solo e após finalizada é erguido para a posição final, destacando cuidado para que a estrutura não deforme durante esse processo;

Por fim em ambos os casos, são colocadas as telhas que de acordo com o tipo necessitam de um substrato para ser colocada. (CRASTO, 2005)

CAPÍTULO III

5. Desenvolvimento da Pesquisa

Como já sabido das casas entregues para habitação popular no Brasil atualmente, cerca de 50% apresentam problemas construtivos, fora isso, não é estimulado o uso de técnicas construtivas mais industrializadas e sustentáveis, e que minimizem gastos de materiais e tempo.

Diante desse cenário o presente trabalho apresentou a técnica do *Ligth Steel Framing* como opção para confecção de habitações populares, com intuito de fazer um comparativo de orçamentos de execução entre ambas técnicas construtivas, a fim de avaliar equidade ou a vantagem do mesmo em relação a metodologia convencional de construção.

Para isso realizou-se o orçamento levando em consideração apenas os custos diretos de execução da casa, ou seja, levantando custo de todos os insumos mais a mão de obra de execução necessária para construção de uma casa popular em LSF, para isso foram utilizados valores das tabelas SINAP e pesquisa em lojas locais e de outros estados com o cálculo do frete.

Em virtude das pesquisas feitas durante a produção do trabalho e orçamento, notou-se que os itens: estrutura; superestrutura (paredes e fechamento); cobertura; acabamento (pintura+revestimentos); diferem-se de uma técnica para a outra, portanto apenas estes foram levados em consideração durante o comparativo, contudo vale destacar que o último item respectivamente se difere apenas devido no *Ligth Steel Framing* não haver a necessidade de chapisco, emboço e reboco, fora isso a pintura e aplicação de revestimentos (parede ou piso) apresentam os mesmos materiais.

Instalações hidráulicas e elétricas, fundações, esquadrias, louças e metais não possuem uma diferença significativa entre ambas e suas variações de valores são mínimas, não afetando o orçamento final, portanto não se enquadraram na comparação de custos.

5.1. Projeto

Para a composição de valores para comparação de orçamentos, utilizou-se a seguinte planta (Figura 28) prevista para ser executada em alvenaria convencional, disponibilizada pelo Prof. Me. David Col Debella, de uma casa popular, proposta seguindo as diretrizes exigidas pela Caixa Econômica Federal para o programa Minha Casa Minha Vida. A construção apresenta área útil de 38,79m² e uma área total de 44,71m², a mesma apresenta

2 dormitórios, uma sala de estar/jantar, um banheiro, uma cozinha e área de serviço externa.

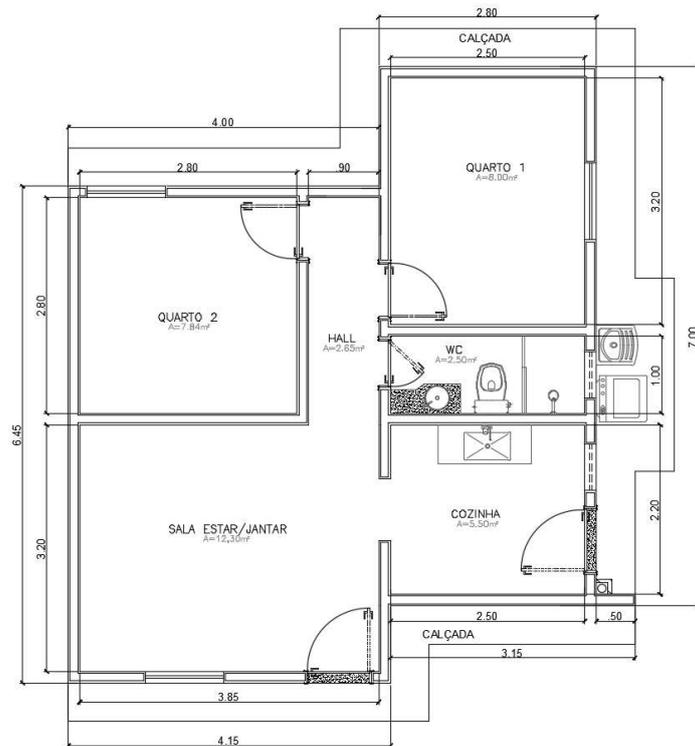


Figura 28 - Planta baixa Casa Popular programa Minha Casa Minha Vida

Fonte: Col Debella (2018)

Com base nas diretrizes especificadas pelo Ministério das Cidades presentes no capítulo I, no tópico 2.2 desse trabalho e seguindo conceitos, diretrizes e projetos encontrados em dissertações de Mestrado e outros trabalhos de Monografia referenciais, foi elaborado um projeto de uma casa popular em *Ligth Steel Framing*, utilizando o mesmo terreno no qual a de alvenaria convencional foi projetada, e com as seguintes características de acordo com os tópicos a seguir:

5.1.1. Superestrutura (Paredes)

Para as paredes, utilizou-se perfis com dimensões e características presentes em lojas do mercado local. Na Tabela 3 tem-se uma descrição dos perfis utilizados e os locais onde os mesmos foram utilizados:

PERFIS		DESCRIÇÃO
TIPO	DIMENSÃO	-
Ue	4" (100x40x15#3mm)	Formação dos montantes dos painéis; Estrutura das treliças da cobertura; Contraventamento da estrutura de cobertura; Vergas de vãos
U	4" (100x40#3mm)	Guias dos painéis; Safena p/ borda da estrutura da cobertura; Guia de borda;
L (Cantoneira)	$2\frac{1}{2}$ " (62,5x62,5#3mm)	Ancoragem de painéis;
Cr (Cartola)	3" (75x40x15#3mm)	Ripas para estrutura de cobertura;

Tabela 3 - Tipos de Perfis de Aço utilizados no Projeto

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

Com base nos trabalhos e projetos referenciais e o estudo realizado sobre a técnica, a composição das paredes se deu por meio do uso de perfis “U” (4” – 100x40x15#2mm) para as guias e perfis “Ue” (4” – 100x40x15#2mm) para os montantes, estes apresentam uma modulação 40 cm entre cada, contudo em alguns pontos houveram algumas alterações de espaço para melhor adequação da modulação ao sistema. Estes são unidos por meios de parafusos autoatarraxantes cabeça lenticilha, fenda Philips e ponta broca de (4,2x19mm)

Tais perfis são ancorados ao Radier por meio de um perfil “L” (62,5x62x5#3mm) onde o mesmo é preso a fundação por meio de parafusos chumbadores parabol (1/2” x 4” – 1.25x10mm) e presos aos montantes por parafusos autoatarraxantes ponta broca (4,2x19mm).

Para a confecção das vergas, colocadas nos vãos utilizou-se os perfis “U”(4” – 100x40x15#2mm) e “Ue”(4” – 100x40x15#2mm) presos por parafusos ponta broca (4,2x19mm) semelhantes ao esquema apresentado na Figura 29:

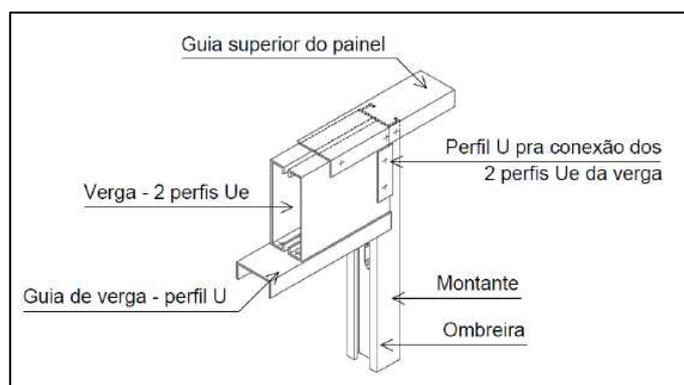


Figura 29 - Desenho Esquemático Verga

Fonte: Maso (2017)

5.1.2. Cobertura

Para a estrutura de cobertura optou-se pelo uso de treliças metálicas dimensionadas e seguindo padrões e dimensões aproximadas das presentes nos projetos referenciais, a quantidade foi definida após análise com o engenheiro e Prof. Me. David Col Debella, onde o mesmo afirmou que por se tratar de uma estrutura leve e de pouco carregamento, somente 3 treliças seriam adequadas para estrutura da cobertura, estas distam entre si 3,52m.

Para montá-las utilizou-se perfis “Ue” (4”-100x40x15#3mm) para formação dos banzos superior e inferior, pendural e contraventamentos horizontais e em “X”, perfis Cartola “Cr” (3” (75x40x15#3mm) que funcionaram como ripas para suporte das telhas cerâmicas e perfis “U” (4”-100x40#3mm) para safenas na bordas da cobertura, como já dito o uso do telhamento cerâmico deve-se a exigência da Caixa Econômica Federal.

5.1.3. Fechamento

Para o fechamento dos painéis de LSF, utilizou-se externamente Placas Cimentícias (1200x2400x10mm), para a fixação das mesmas utilizou-se parafusos com cabeça autoescareante e ponta broca (4,2x32mm), cabe lembrar que antes da colocação das mesmas, foi aplicada a membrana hidrofuga sobre toda a estrutura externa.

Assim como Maso (2017) optou-se pela utilização das placas cimentícias como diafragma rígido, portanto as juntas das placas não poderiam coincidir com o vértice dos vãos e era necessário um tratamento das juntas, utilizando primeiramente primer, em seguida um cordão delimitador de juntas (3mm), posteriormente uma camada de massa de acabamento, a colocação de uma tela de fibra de vidro (102mm) e uma camada de massa de acabamento final, após esse processo as placas já estariam adequadas a receber

o revestimento, tal ponto por ser comum as duas tipologias construtivas não entrará em análise.

Já para o fechamento interno utilizou-se placas de Gesso Acartonado ST (1200x2400x12,5mm), estas fixadas através de parafusos cabeça trombeta, fenda Philips ponta agulha (3,5x25mm), para o tratamento das juntas das placas, utilizou-se fita de fibra de vidro e massa para acabamento, após o tratamento as placas já estão aptas para receber o revestimento e como já dito antes, processo comum a ambos os métodos e não será analisado. Vale ressaltar que antes da realização do fechamento interno são feitas a colocação da lã de vidro (50mm) para um melhor isolamento acústico e térmico.

5.2. Levantamento Unitário de Insumos

Em posse da planta de estrutural, elevação das paredes, estrutura de cobertura e da casa em *Ligth Steel Framing*, que podem ser encontradas no “Apêndice A” foi possível fazer um levantamento unitário dos materiais os quais seriam utilizados para execução.

Vale lembrar que itens como fundações, instalações elétricas, hidráulicas, esquadrias, louças e metais não apresentam grande diferença de uma metodologia construtiva para outra, portanto não foram tomados em consideração para o levantamento de custo e posterior comparação.

Portanto para o levantamento unitário de materiais e custos, montou-se uma tabela de orçamento, a qual pode ser encontrada por completa no “Apêndice B” do presente trabalho, na qual dividiu-se em 4 partes (Tabela 4):

- Projeto;
- Estrutura;
- Vedação (Fechamento);
- Cobertura;

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS - LIGH STEEL FRAMING					
ITEM	DESCRIÇÃO DE INSUMOS	UNID.	QUANT	VALOR UNITÁRIO	TOTAL DO SERVIÇO
1	PROJETO				
1.1	Projeto Arquitetônico, Estrutural e Detalhamentos	vb			
1.2	Projeto de Instalações Hidráulicas e Elétricas	vb			
2	ESTRUTURA				
2.1	Perfil "U" (4"-100x40#3mm)	m			
2.2	Perfil "U" Enrijecido (4"-100x40x15#3mm)	m			
2.3	Perfil "L" (2,5" - 62,5x62,5mm#3mm)	m			
2.4	Parafusos Autoarrastantes - Tipo cabeça lenticular/fenda Phillips/ponta broca	und.			
2.5	Fita Banda Acustica - 90mm	m			
2.6	Parafuso chumbadores p/ concreto - Tipo Parabolit	und.			
2.7	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (3)+ Ajudante (1))	h			
3	VEDAÇÃO (FECHAMENTO)				
3.1	Vedação (externa) em Placa Cimentícia				
3.1.1	Placa Cimentícia (1200x2400x10mm)	m²			
3.1.2	Parafuso p/ Placa Cimentícia - Tipo cabeça Autoescarante/ponta Broca (4,2x32mm)	und.			
3.1.3	Fim de Fíbna de Vidro p/ tratamento de juntas de placas cimentícias (1020mm)	m			
3.1.4	Primer p/ juntas Placas Cimentícias	kg			
3.1.5	Cordão Delimitador de Junta (3mm)	m			
3.1.6	Massa Cimentícia p/ Acabamento de Juntas	kg			
3.1.7	Massa Cimentícia p/ Acabamento Invisível de Juntas	kg			
3.1.8	Lã de Vidro 50mm	m²			
3.1.9	Membrana Hidrofuga (1,05x30m)	m²			
3.1.10	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (3)+ Ajudante (1))	h			
3.2	Vedação (interna) em Placa de Gesso Acartonado				
3.2.1	Placa de Gesso Acartonado ST (1200x240x1,25cm)	m²			
3.2.2	Parafuso p/ Placa de Gesso - Tipo cabeça Trobeta/fenda Phillips/ponta Agulha	und.			
3.2.3	Fim de Fíbna de Vidro p/ tratamento de juntas de placas de gesso (48mm)	m			
3.2.4	Massa p/ junta de acabamento	kg			
3.2.5	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (2)+ Ajudante (1))	h			
4	COBERTURA				
4.1	Estrutura (Treliza + Oitão)				
4.1.1	Perfil "U" (1,5x 5cm# 3cm)	m			
4.1.2	Perfil "U" Enrijecido(1,2, 7x 5x 1,7cm# 3cm)	m			
4.1.3	Perfil Cr (11x7 5x2,5cm# 3cm)	m			
4.1.4	Parafusos Autoarrastantes - Tipo cabeça lenticular/fenda Phillips/ponta broca	und.			
4.1.5	Placa Cimentícia (1200x2400x10mm)	m²			
4.1.6	Parafuso p/ Placa Cimentícia - Tipo cabeça Autoescarante/ponta Broca	ure.			
4.1.7	Fim de Fíbna de Vidro p/ tratamento de juntas (10,2cm)	m²			
4.1.8	Primer p/ juntas Placas Cimentícias	kg			
4.1.9	Cordão Delimitador de Junta (3mm)	m			
4.1.10	Massa Cimentícia p/ Acabamento de Juntas	kg			
4.1.11	Massa Cimentícia p/ Acabamento Invisível de Juntas	kg			
4.1.12	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (2)+ Ajudante (1))	h			
4.2	Telhamento				
4.2.1	Telhamento com 1ªlna Cerâmica Capa-Canal - Tipo Colonial (44cm)	m²			
				TOTAL GERAL	

Tabela 4 - Modelo de tabela de Composição de Custos Unitários p/ casa em Ligth Steel Framing

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

- O primeiro tópico (Projeto) contempla de maneira simbólica valores para projeto arquitetônico, estrutural, detalhamentos e projetos complementares.
- Em seguida, o segundo tópico (Estrutura) abrange o quantitativo de material para cada item que compunha a estrutura dos painéis de *Light Steel Framing*, como perfis, parafusos, fitas e a mão de obras. As unidades de cada item foram semelhantes às de outros projetos e orçamentos referenciais, cabe destacar que para o quantitativo de parafusos a serem utilizados tomou-se como referência uma estimativa proposta por Maso (2017), onde o mesmo utiliza cerca de 8 parafusos por metro quadrado de painel com base em fabricantes. Os custos de cada item,

foram orçados baseados na Tabela SINAP de novembro de 2018 e em pesquisas em lojas locais.

- O terceiro tópico (Vedação (Fechamento)) compreende os materiais de fechamento dos painéis de *Ligth Steel Framing*, englobando as placas cimentíticas (parte externa), placas de gesso acartonado (interna), os parafusos, itens para tratamento das juntas, isolamento e mão de obra, assim como nos perfis, foram tomados como valores quantitativos de parafusos para fixação das placas, estimativas propostas por Maso (2017) sendo 15 unidades por metro quadrado de placa cimentícia e 12,5 unidades por metro quadrado de placa de gesso acartonado, com base em especificações do fabricantes. Para os itens que compõem o tratamento da juntas e isolamento as quantidades foram tomadas com base em especificações dos próprios fabricantes. Assim como no tópico anterior, tais itens foram orçados baseados na Tabela SINAP de novembro de 2018 e em pesquisas em lojas locais.
- Por fim, o quarto tópico (Cobertura) consiste as matérias utilizados para confecção da estrutura de cobertura: perfis; parafusos; fechamento lateral das treliças; e o processo de telhamento, assim como os demais itens dos outros tópicos utilizou-se para o orçamento a Tabela SINAP de novembro de 2018 e em pesquisas em lojas locais.

5.3. Orçamentos

Como visto no tópico anterior foi montada uma tabela, cuja a mesma contém de maneira detalhada, uma descrição de cada parte exclusiva do projeto e os demais itens (material + mão de obra) utilizados, as unidades para mensurar a quantidade de cada material, a quantidade de insumos usada no projeto e o custo unitário de cada um, levantados através da tabela SINAP de novembro de 2018 e de lojas de materiais especializados na cidade de São Luís.

Cabe ressaltar que todos os valores de mão de obra não contemplam encargos sociais e taxas e que os valores encontrados, desconsideram Benefícios e Despesas Indiretas (BDI). Para definição de horas de serviço utilizou-se como base um histograma (Tabela 5) elaborado por Penna (2009), no qual o autor apresenta a quantidade de operários para um período de tempo de 8 horas diários e quantos dias seriam dedicados a cada atividade. Todos os valores de custo de mão de obra foram retirados da tabela SINAP.

HISTOGRAMA DE MÃO DE OBRA DIRETA (MOD)																												
ATIVIDADE	SERVIÇO		PRODUTIVIDADE		MÃO DE OBRA DIRETA			NÚMERO DE DIAS ÚTEIS DE TRABALHO (8 h/dia)																				
	QUANT.	UNID.	ÍNDICE	UNID.	EQUIPE	Hh EQUIPE	DIAS (8h) EQUIPE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
RADIER	50	m²	0,50	Hh/m²	OFICIAIS AJUDANTES	2 1	25,0 3,1	2	2	2																		
ESTRUTURA DE AÇO	600	kg	0,04	Hh/kg	OFICIAIS AJUDANTES	3 1	24,0 3,0				3	3	3															
COBERTURA	50	m²	0,25	Hh/m²	OFICIAIS AJUDANTES	2 1	12,5 1,6							2	2													
FECHAMENTO EXTERNO	60	m²	0,40	Hh/m²	OFICIAIS AJUDANTES	3 1	24,0 3,0									3	3	3										
FECHAMENTO INTERNO /FORRO / ISOLAMENTO	120	m²	0,20	Hh/m²	OFICIAIS AJUDANTES	2 1	24,0 3,0											2	2	2								
INSTALAÇÕES					OFICIAIS AJUDANTES	1 1	6,0									1	1	1	1						1	1		
PINTURA	180	m²	0,30	Hh/m²	OFICIAIS AJUDANTES	1 1	54,0 6,8														1	1	1	1	1	1	1	
LOUÇAS E CERÂMICA					OFICIAIS AJUDANTES	2 1	4,0																					
ESQUADRIAS					OFICIAIS AJUDANTES	1 1	2,0												1			1						
TOTAL								OFICIAIS AJUDANTES																				
								2	2	2	3	3	3	2	2	4	4	4	4	2	3	2	1	1	1	1	2	2
								1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	1	2	2	1	1	1	2	2

Tabela 5 - Histograma de Mão de Obra p/ casa em Ligth Steel Framing

Fonte: Penna (2009)

Reafirma-se que a análise é feita apenas sobre os custos diretos dos itens que se diferenciam entre as técnicas (Estrutura, Superestrutura e Cobertura) acrescidos de valores referenciais para os itens que não se diferem entre as técnicas (Esquadrias, Louças, Metais, Instalações Elétricas e Hidráulicas e Acabamento (Pintura e Revestimentos)), estes valores foram retirados da tabela encontrada no “Anexo B”, a presente tabela irá apresentar um orçamento de uma casa em alvenaria convencional na cidade de São Luís.

Tal acréscimo se deve ao fato de que o valores utilizados para o comparativo entre ambas as casas, se deram a partir de valores da tabela do SINDUSCON-MA, a qual não a detalhamento no que diz respeito aos materiais, portanto faz-se necessária o acréscimo de tais insumos ao orçamento, cabe ressaltar que devido a semelhanças desde entre ambas metodologias construtivas, tais valores não interferem no valor final de maneira significativa. Destaca-se que foi retirado os valores dos itens 01.012.001 e 01.012.003 da Tabela do “Anexo B”, devido a técnica do *Ligth Steel Framing* não necessitar de chapisco, emboço ou reboco em suas paredes no processo de acabamento.

A Tabela 6 apresenta de maneira sintética os valores encontrados para o orçamento da casa em *Ligth Steel Framing*, ele completo e detalhado pode ser encontrado no “Apêndice B”. Utilizou-se uma diferença de cores nas linhas para indicar os itens quais foram feitos os levantamentos de custos (COR CINZA) e os que foram acrescentados (COR BRANCA).

COMPISIÇÃO DE CUSTOS DIRETOS – LIGTH STEEL FRAMING		
ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL
1	Projeto	R\$ 250,00
2	Estrutura	R\$ 13.274,67
3	Vedação (Fechamento)	R\$ 15.241,78
4	Cobertura	R\$ 10.579,82
5	Esquadrias	R\$ 2.276,72
6	Louças e Metais	R\$ 412,78
7	Instalações Hidrossanitárias	R\$ 2533,72
8	Instalações Elétricas	R\$ 1023,04
9	Acabamento (Pintura+Revestimento)	R\$ 3965,42
Total Geral		
	-	R\$ 49.557,96
Custo \$/m²		
	-	R\$ 1.014,07

Tabela 6 - Composição De Custos Diretos – Ligth Steel Framing

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

Para poder ser feito uma comparação entre ambas as técnicas se utilizou valores do CUB divulgados pelo SINDUSCON – MA em novembro de 2018, presentes na Tabela 7 que indicam custo diretos para execução de uma casa de Padrão de Interesse Social, aplicando as dimensões do projeto apresentado no tópico 3.1.

CUB/m²		Relatório 5 - Composição CUB/m² (Valores em R\$/m²)		
		Novembro/2018		
		M.Obra com Encargos Sociais		
				
Projetos-Padrão Residenciais - Baixo				
Item	R1-B	PP-4-B	R8-B	PIS
Materialis	727,88	768,13	735,32	536,31
Mão de Obra	501,10	421,10	395,89	341,38
Despesas Administrativas	105,82	28,14	25,32	26,24
Equipamentos	12,44	12,03	12,61	6,29
Total	1.347,24	1.229,40	1.169,14	910,22

Tabela 7- Composição Unitária do CUB/m² para Estado do Maranhão de Nov. 2018

Fonte: SINDUSCON-MA (2018)

5.4. Análises de Orçamentos

Em posse do orçamento constatou-se que o preço estimado da casa em *Ligth Steel Framing* é de R\$ 49.557,96, ao aplicar o valor do CUB sobre o projeto apresentado no tópico 3.1, que possui área construída de 44,71m², obtém-se uma construção com valor de R\$ 40.695,94, assim encontra-se uma diferença de R\$ 8862,02, notando um valor superior da casa em LSF em relação a convencional.

Contudo alguns pontos devem ser analisados, primeiramente ao comparar-se o valor do metro quadrado (m²) da casa de *Ligth Steel Framing* que ficou em torno de R\$ 1.014,07 frente aos R\$ 910,22 apresentado na tabela do SINDUSCON-MA, pode-se inferir que há uma equidade entre as duas técnicas, visto que o Custo Total da Obra ainda é composto por Despesas Indiretas e itens do BDI, e devido industrialização e racionalização da técnica, há uma redução de gastos nesses quesitos, equiparando as duas.

Além disso, cabe destacar a necessidade de itens específicos para a montagem do sistema *Ligth Steel Framing* como por exemplo, membranas hidrofugas, lã de vidro e bandas acústicas, que tendem a elevar o valor da construção.

Fora isso, ainda é possível constatar como afirma Penna (2009) que ~75% do valor que compõem o orçamento de custos diretos de um projeto de *Ligth Steel Framing* correspondem a matérias da estrutura, enquanto ~25% correspondem a mão de obra, em vista disso, ao analisar o orçamento e verificar os valores de custo para a mão de obra de execução e matérias tem-se cerca de (~18%) R\$ 8929,56 para mão de obra e (~82%) R\$ 40.628,40 para os materiais, demonstrando assim um menor dependência da mão de obra do que na alvenaria convencional que apresenta um percentual 37,5% (R\$ 15.263,09). Segundo o autor isso é uma característica comum a técnicas construtivas industrializadas e que em períodos de aquecimento do mercado não sofrem tanto impacto quanto técnicas mais convencionais.

COMPARATIVOS DE CUSTOS DE MÃO DE OBRA E MATERIAIS (LSFxAC)		
Item/Técnica	<i>Ligth Steel Framing</i> (LSF)	Alvenaria Convencional (AC)
Material	R\$ 40.628,40 (~82%)	R\$ 23.978,42 (58,92%)
Mão de Obra	R\$ 8.929,56 (~18%)	R\$ 15.263,09 (37,5%)

Tabela 8 - Comparativos de Custos de Mão De Obra e Materiais (LSF x AC)

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

5.5. Análises secundárias

Fora as análises de custos, podem ser feitas outras análises no que tange as duas metodologias construtivas.

5.5.1. Desperdício de Material

De acordo com Penna (2009) o percentual de perda do sistema *Ligth Steel Framing* é de cerca de 3%, comparando com o de 8% da alvenaria convencional (MOBUS CONSTRUÇÃO, 2018), primeiramente devido as peças aço serem cortadas no tamanho preciso especificado em projeto, além disso para evitar desperdício das placas cimentícias e de gesso acartonado, alinha-se a trama estrutural as dimensões das mesmas, para proporcionar mínimo de cortes e quando necessário em dimensões encaixáveis, outro exemplo é a lã de vidro que pode ser adquirida em tamanhos exatos para utilização no projeto. (PENNA, 2009)

Para o projeto elaborado, notou-se que os perfis encontrados no mercado apresentam dimensão de 6m de comprimento, mas é possível encomendá-los em dimensões as quais serão mais adequadas para o projeto, quanto as placas, estabeleceu-se a modulação mais adequada para encaixa-las de maneira a evitar o mínimo de perda.

“Também cabe ressaltar que, com a utilização do sistema LSF, evitam-se todas as perdas mais significativas das construções convencionais, principalmente:

- Quebra dos tijolos cerâmicos ou de concreto;
- Perda de argamassa no revestimento das paredes externas;
- Perda de gesso no revestimento das paredes internas em “gesso liso”;
- Perda de aço comprado em vergalhões para as armações. ” (PENNA, 2009)

5.5.2. Otimização de Obra

De acordo com Domarascki e Fagiani (2009) o sistema *Ligth Steel Framing* apresenta uma produtividade de cerca de 1,38 homem hora/m² e o sistema convencional uma de 5,16 homem hora/m², tais valores são atribuídos para o processo de montagem ou fabricação dos painéis, fechamento e acabamento dos mesmos, onde estes representam 44% de todo processo construtivo de acordo com os autores. Para comprovar uma maior otimização e rapidez de construção do sistema LSF, os autores apresentam o seguinte cálculo (Figuras 30 e 31) para produção de 200m² de fechamento:

$$200 \text{ m}^2 \cdot 1,38 \frac{\text{hh}}{\text{m}^2} = 276 \text{ hh}$$

$$2 \text{ equipes com } 4 \text{ operários} = 8 \text{ operários} \cdot 8 \text{ horas por dia} = 64 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}$$

$$276 \text{ hh} / 64 \frac{\text{hh}}{\text{dia}} = 4,31 \text{ dias}$$

Figura 30 - Cálculo de produtividade Sistema Ligth Steel Framing

Fonte: Domarascki e Fagiani (2009)

$$200 \text{ m}^2 \cdot 5,16 \frac{\text{hh}}{\text{m}^2} = 1.032 \text{ hh}$$

$$2 \text{ equipes com } 4 \text{ operários} = 8 \text{ operários} \cdot 8 \text{ horas por dia} = 64 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}$$

$$1.032 \text{ hh} / 64 \frac{\text{hh}}{\text{dia}} = 16,13 \text{ dias}$$

Figura 31 - Cálculo de produtividade Sistema Alvenaria Convencional

Fonte: Domarascki e Fagiani (2009)

Comparando esses dois valores de tempo de produção, afirma-se que a técnica do *Ligth Steel Framing* é 4 vezes mais rápida que a alvenaria convencional, portanto cabe afirmar de que além de uma entrega mais rápida do produto final, os custos com a mão de obra também serão menores.

Diante disso, pode-se afirmar que a cada 4 casas em *Ligth Steel Framing* são produzidas 1 em Alvenaria Convencional, considerando a produção de casas iguais a presente no projeto encontrado no “ANEXO A” para ambas as técnicas, onde no projeto possui-se uma área de 271,59m² de fechamento, seriam preciso 5,85 dias para as casas em *Light Steel Framing* frente a 22,41 dias das de Alvenaria Convencional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada acima, foi possível compor os orçamentos para ambas as técnicas construtivas, permitindo assim que fossem feitas comparações a nível de estado do Maranhão.

Ao comparar ambos os orçamentos se constatou que o preço da construção em *Ligth Steel Framing* é superior ao da de alvenaria convencional, contudo ao analisar o custo por metro quadrado entre as técnicas, verificou-se que as técnicas se tornam equiparadas, em virtude do LSF apresentar despesas indiretas e alguns itens do BDI inferiores ao da alvenaria convencional, devido seu nível de industrialização, tornando-as ainda mais equivalente.

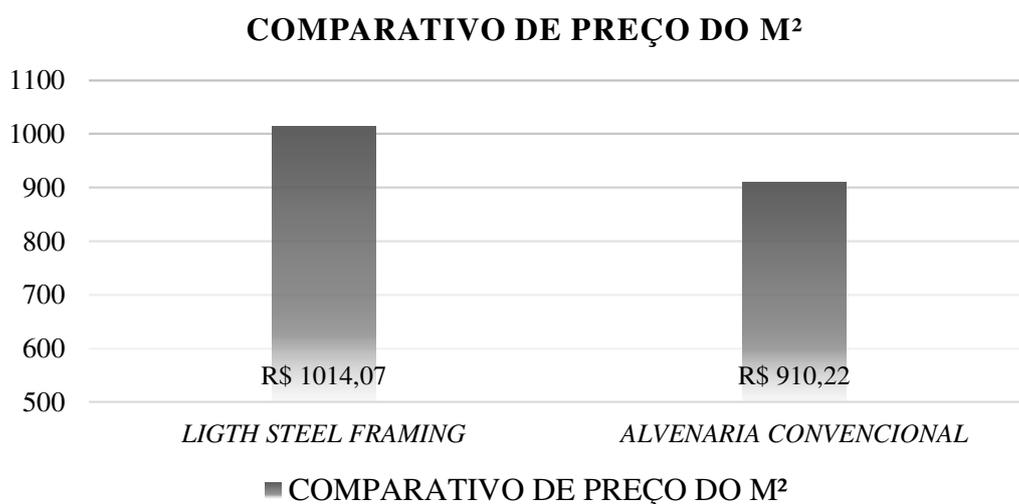
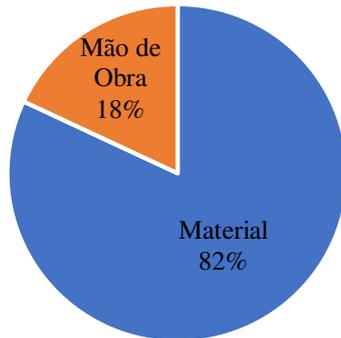


Figura 32 - Gráfico de Comparativo de Preços do m²

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

Ainda foi possível examinar uma menor dependência da mão de obra por parte da metodologia do *Ligth Steel Framing*, onde durante a composição de seus custos, dectotou-se um gasto de cerca de 82% com materiais e apenas 18% com mão de obra de execução para o projeto elaborado, sem levar em consideração impostos, assim percebendo que é uma técnica que em períodos de aquecimento do mercado não sofreria tanta variação de valor do que a alvenaria convencional que possui um gasto de cerca de 37,5% com mão de obra de execução.

**Composição de Custos
*Ligth Steel Framing***



**Composição de Custos
Alvenaria Convencional**

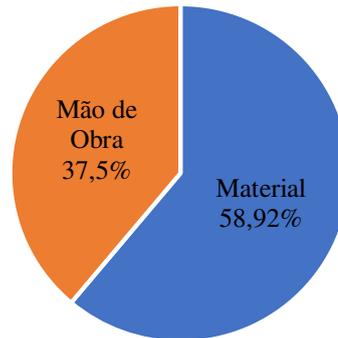


Figura 33 - Gráficos de Composição de Custos das Técnicas Construtivas

Fonte: Elaboração do Autor (2019)

Outra avaliação que se teve após a conclusão da pesquisa foi as diferentes taxas de desperdício de material entre as técnicas, onde o *Ligth Steel Framing* leva vantagem novamente, pois devido a racionalização e industrialização da técnica permitem que os materiais a serem utilizados possam ser orçados de maneira mais precisa e inclusive a estimativa de tempo de execução também, tomando isso a nível de orçamento percebe-se que o percentual de acréscimo no valor final destinado a perdas (Despesas indiretas) será menor, fazendo assim com que a obra fique mais barata. Fora os ganhos financeiros que podem ser obtidos, com a redução do desperdício a geração de resíduos é menor, conseqüentemente menos lixo no final da obra, além disso seu processo de montagem não demanda grandes volumes de água para confecção, logo há uma redução do consumo de água e por fim o método do *Ligth Steel Framing* permite a desmontagem da construção, visto que sua confecção é apenas o encaixe de peças pré-fabricadas que permitem o processo inverso.

Assim como dito anteriormente, é possível mensurar de forma mais precisa o tempo de gasto para execução da obra em *Ligth Steel Framing* e constatou-se uma maior velocidade de execução da mesma em relação a convencional, nota-se então que em uma produção em grande escala as casas em LSF, assim como são produzidas as em Alvenaria Convencional para o programa Minha Casa Minha Vida, ter-se-ia um produto final entregue mais rápido e devido ao nível de industrialização da técnica com melhor qualidade, do que em relação a alvenaria convencional que de acordo com o estudo apresentado no tópico 1.6.2, apresentam em 50% do produto entregue, problemas de ordem construtiva.

A partir desse cenário encontrado, conclui-se que de a técnica já apresenta potencial para competitividade com a alvenaria convencional, contudo sua limitação de uso se deve ainda assim por questões culturais e desconhecimento por parte da população das suas vantagens, fora isso as grandes empresas da construção civil ainda se mostram fechadas para a entrada de tal metodologia, devido o investimento inicial o qual terão de fazer para alcançar o mesmo lucro que obtém com a alvenaria convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANACONI, Gregório Luiz. **Reflexão: 6 milhões de famílias sem casa; 6 milhões de imóveis vazios no Brasil.** [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<http://44arquitetura.com.br/2018/05/deficit-habitacional-brasil/>>. Acesso em: Ago. 2018.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida.** 2018. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: Out. 2018

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **ARQUITETURA E TECNOLOGIA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS: LIGHT STEEL FRAMING.** 2005. 231 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2005. v. 1.

DOMARASCKI, Conrado Sanches; FAGIANI, Lucas Sato. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional.** 2009. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB, Barretos - SP, 2009. v.1.

LIMA, Julyana da Silva. **ANÁLISE DA VIABILIDADE CONSTRUTIVA E ECONÔMICA NA APLICAÇÃO DE TIJOLO DE SOLO-CIMENTO EM HABITAÇÕES POPULARES NA ILHA DE SÃO LUÍS.** 2016. 147 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís - MA, 2016. v.1.

MASO, Júlio Berton. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING E ALVENARIA ESTRUTURAL.** 2017. 156 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça - SC, 2017. v. 1.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (BR). **Anexo II – Especificações mínimas das unidades habitacionais**. Portaria nº 269, de 22 de março de 2017. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e aprova as especificações mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Desperdícios na construção civil e seus impactos**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/desperdicios-na-construcao-civil/>>. Acesso em: Jan. 2019.

NORUITI, F. **Conheça as 4 faixas de renda do programa minha casa minha vida 2018 e saiba qual você está**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.jornalcontabil.com.br/conheca-as-4-faixas-de-renda-do-programa-minha-casa-minha-vida-2018-e-saiba-qual-voce-esta/#.XDPw71xKhPa>>. Acesso em: Out. 2018.

OLIVEIRA, F. **Atenção à saúde: das caixas de Aposentadoria e Pensões ao SUS**. [S.l.: s.n.], 2012. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/opini%C3%A3o/f%C3%A1tima-oliveira/aten%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-sa%C3%BAde-das-caixas-de-aposentadoria-e-pens%C3%B5es-ao-sus-1.207270>>. Acesso em: Out. 2018.

PENNA, Fernando Cesar Firpe. **ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING NA EXECUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: UMA ABORDAGEM PRAGMÁTICA**. 2009. 92 p. Dissertação (Mestre em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte - MG, 2009. v. 1.

RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria - RS, mai-ago. 2014. Ciência e Natura, p. 201–213.

SINDUSCON-MA. **Relatório 5 - Composição CUB/m² (Valores em R\$/m²)**. São Luís (MA): SINDUSCON-MA. Novembro/2018. SINDUSCON-MA

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Custos de Composição Analítico**. Maranhão (MA): SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. Novembro/2018. Caixa Econômica Federal.

SOUZA, João Augusto Carneiro de. **Problemas em obras do Programa Minha Casa Minha Vida**. *Revista Especialize On-line IPOG*. Goiânia (GO). v. 1. nº 14. 2017

VILLAS BOAS, Bruno; CONCEIÇÃO, Ana. **Déficit de moradias no país já chega a 7,7 milhões**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/brasil/5498629/deficit-de-moradias-no-pais-ja-chega-77-milhoes>>. Acesso em: Ago. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Projeto de Casa Popular em *Ligth Steel Framing*

**APÊNDICE B: Tabela de Orçamento de Custos Diretos de Execução de Casa
em *Ligth Steel Framing***

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS - LIGTH STEEL FRAMING					
ITEM	DESCRIÇÃO DE INSUMOS	UNID.	QUANT	VALOR UNITÁRIO	TOTAL DO SERVIÇO
1	PROJETO				250,00
1.1	Projeto Arquitetônico, Estrutural e Detalhamentos	vb	1,00	200,00	200,00
1.2	Projeto de Instalações Hidráulicas e Elétricas	vb	1,00	50,00	50,00
2	ESTRUTURA				13.274,67
2.1	Perfil "U" (4"-100x40#3mm)	m	115,49	20,81	2.403,35
2.2	Perfil "U" Enrijecido (4"-100x40x15#3mm)	m	387,85	23,57	9.141,62
2.3	Perfil "L" (2,5" - 62,5x62,5mm#3mm)	m	1,50	22,54	33,81
2.4	Parafusos Autoarraxantes - Tipo cabeça lenticilha/fenda Philips/ponta broca	und.	850,00	0,38	323,00
2.5	Fita Banda Acustica - 90mm	m	39,04	3,66	142,89
2.6	Parafuso chumbadores p/ concreto - Tipo Parabol	und.	15,00	13,91	208,65
2.7	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (3)+ Ajudante (1))	h	24,00	48,51	1.164,24
3	VEDAÇÃO (FECHAMENTO)				15.241,78
3.1	Vedação (externa) em Placa Cimentícia				12.841,97
3.1.1	Placa Cimentícia (1200x2400x10mm)	m²	89,65	106,90	9.583,59
3.1.2	Parafuso p/ Placa Cimentícia - Tipo cabeça Autoescareante/ponta Broca (4,2x32mm)	und.	1.400,00	0,28	392,00
3.1.3	Fita de Fibra de Vidro p/ tratamento de juntas de placas cimentícias (102mm)	m	62,95	0,67	42,18
3.1.4	Primer p/ juntas Placas Cimentícias	kg	2,66	22,13	58,87
3.1.5	Cordão Delimitador de Junta (3mm)	m	62,95	1,05	66,10
3.1.6	Massa Cimentícia p/ Acabamento de Juntas	kg	56,00	17,38	973,28
3.1.7	Massa Cimentícia p/ Acabamento Invisível de Juntas	kg	28,01	23,80	666,64
3.1.8	Lã de Vidro 50mm	m²	50,16	8,13	407,80
3.1.9	Membrana Hidrófuga (1,05x50m)	m²	50,16	5,56	278,89
3.1.10	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (3)+ Ajudante (1))	h	24,00	48,51	1.164,24
3.2	Vedação (interna) em Placa de Gesso Acartonado				2.399,81
3.2.1	Placa de Gesso Acartonado ST (120x240x1,25cm)	m²	84,33	16,90	1.425,18
3.2.2	Parafuso p/ Placa de Gesso - Tipo cabeça Trobeta/fenda Philips/ponta Agulha	und.	1.150,00	0,04	46,00
3.2.3	Fita de Fibra de Vidro p/ tratamento de juntas de placas de gesso (48mm)	m	81,20	0,17	13,80
3.2.4	Massa p/ junta de acabamento	kg	17,00	2,99	50,83
3.2.5	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (2)+ Ajudante (1))	h	24,00	36,00	864,00
4	COBERTURA				10.579,82
4.1	Estrutura (Treliças + Oitões)				8.925,24
4.1.1	Perfil "U" (15x,5cm#,3cm)	m	14,32	20,81	298,00
4.1.2	Perfil "U" Enrijecido(12,7x,5x,1,7cm#,3cm)	m	90,35	23,57	2.129,55
4.1.3	Perfil Cr (11x7,5x2,5cm#,3cm)	m	143,20	33,66	4.820,11
4.1.4	Parafusos Autoarraxantes - Tipo cabeça lenticilha/fenda Philips/ponta broca	und.	310,00	0,38	117,80
4.1.5	Placa Cimentícia (1200x2400x10mm)	m²	8,96	106,90	957,82
4.1.6	Parafuso p/ Placa Cimentícia - Tipo cabeça Autoescareante/ponta Broca	ure.	75,00	0,28	21,00
4.1.7	Fita de Fibra de Vidro p/ tratamento de juntas (10,2cm)	m²	7,40	0,67	4,96
4.1.8	Primer p/ juntas Placas Cimentícias	kg	0,72	22,13	15,93
4.1.9	Cordão Delimitador de Junta (3mm)	m	7,40	1,05	7,77
4.1.10	Massa Cimentícia p/ Acabamento de Juntas	kg	5,60	17,38	97,33
4.1.11	Massa Cimentícia p/ Acabamento Invisível de Juntas	kg	2,80	23,80	66,64
4.1.12	Mão de Obra p/ Montagem (Montador (2)+ Ajudante (1))	h	16,00	36,00	576,00
4.2	Telhamento				1.654,58
4.2.1	Telhamento com Telha Cerâmica Capa-Canal - Tipo Colonial (44cm)	m²	61,44	26,93	1.654,58

5	ESQUADRIAS	-	-	-	2.276,72
6	LOUÇAS E METAIS	-	-	-	412,78
7	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS	-	-	-	2533,72
8	INSTALAÇÕES ELETRICAS	-	-	-	1023,04
9	ACABAMENTO (PINTURA+REVESTIMENTO)	-	-	-	3965,42
				TOTAL GERAL	49.557,96

ANEXOS

**ANEXO A: Diretrizes mínimas para elaboração de projetos para o Programa
Minha Casa Minha Vida**

EDIFICAÇÕES

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. 15 mm. Assegurar a área para transferência ao vaso sanitário e ao box.
Área de Serviço	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. Nos banheiros, deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 360° (D= 1,50 m). Nos demais cômodos, deve ser possível inscrever módulo de manobra sem deslocamento que permita rotação de 180° (1,20 m x 1,50 m), livre de obstáculos, conforme definido pela NBR 9050.
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	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 a área de serviço externa, ou 38,00 m ² , se a área de serviços for interna.
--	--------------	---

paredes)	Apartamentos / Casas Sobrepostas	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 39,00 m².
Pé direito mínimo		Conforme NBR 15.575. 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	Conforme NBR 15.575. Sobre laje, em telha com estrutura de madeira ou metálica. No caso de opção por beiral, este deverá ter no mínimo 0,60m e calçada com largura que ultrapasse a largura do beiral em pelo menos 0,10 m., 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, facultado o uso de laje. Em caso de emprego de telhas cerâmicas esmaltadas, de concreto ou de fibrocimento, utilizar telhas de cor clara
	Apartamentos / Casas Sobrepostas	Conforme NBR 15.575. Sobre laje, em telha com estrutura de madeira ou metálica. No caso de opção por beiral, este deverá ter no mínimo 0,60m e calçada com largura que ultrapasse a largura do beiral em pelo menos 0,10 m., 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. Em caso de emprego de telhas cerâmicas esmaltadas, de concreto ou de fibrocimento, utilizar telhas de cor clara
Paredes		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. 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.
Parede de geminação		Espessura mínima de 14 cm, desconsiderando os revestimentos, ou solução equivalente que comprove desempenho mínimo, conforme NBR 15.575.
Revestimento interno e áreas comuns (exceto áreas molhadas)		Em gesso ou 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.
Revestimento externo		Em concreto regularizado e plano, ou 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.
Revestimento áreas molhadas		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).

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 a 1,10 m em relação ao piso acabado e que sejam consideradas "conformes" pela certificação no PSQ/PBQP-H.</p> <p>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. 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 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.</p> <p>Em regiões litorâneas ou meio agressivo, admitem-se janelas em aço ou alumínio, desde que consideradas "conformes" pela certificação no PSQ/PBQP-H.</p> <p>É obrigatório o uso de vergas e contravergas com transpasse mínimo de 0,30m, além de peitoril com pingadeira e transpasse de 20m 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.</p> <p>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 da janela para a entrada de luz natural quando desejado.</p> <p>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	<p>Obrigatório piso e rodapé em toda a unidade, incluindo o hall e as áreas de circulação interna. 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.</p>
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 (absorvância 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.
Pontos de iluminação nas áreas comuns	Piafôn 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) quando em edificação com mais de dois pavimentos.
Interfone	instalar sistema de porteiro eletrônico para edificações com mais de dois pavimentos.
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 02 (dois) 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 estacionamento 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 1,20 m e comprimento mínimo de 2,00 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 projetada e 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 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.
ACESSIBILIDADE E ADAPTAÇÃO	
Unidades adaptadas	Disponibilizar unidades adaptadas ao uso por pessoas com deficiência, de acordo com a demanda, com kits de adaptação, especificados com alguns dos itens seguintes : a) Puxador horizontal na porta do banheiro, conforme ABNT NBR 9050; b) Barras de apoio junto à bacia sanitária, conforme ABNT NBR 9050; c) Barras de apoio no boxe do chuveiro, conforme ABNT NBR 9050; d) Banco articulado para banho, conforme ABNT NBR 9050; e) Torneiras de banheiro, cozinha e tanque com acionamento por alavanca ou por sensor; f) Bancada de cozinha instalada a 85 cm com altura livre inferior de 73 cm; g) Plataforma elevatória de percurso fechado; h) Chuveiro com barra deslizante para ajuste de altura; i) Lavatório e bancada de cozinha instalados a 70 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); j) Registro do chuveiro instalado a 80 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); k) Registro do banheiro instalado a 80 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); l) Acessórios de banheiro instalados a 80 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); m) Quadro de distribuição de energia instalado a 80 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); n) Interruptores, campainha e interfone (quando na parede), instalados 80 cm do piso acabado (ou outra altura indicada pela pessoa com nanismo); o) Sinalização luminosa intermitente em todos os cômodos, instalada junto ao sistema de iluminação do ambiente e acionada em conjunto com a campainha e com o interfone; p) Interfone; q) Fita contrastante para sinalização de degraus ou escadas internas, conforme ABNT NBR 9050; r) Contraste visual entre piso e paredes e entre paredes e portas, conforme ABNT NBR 9050; s) Contraste visual para tomadas, interruptores, quadros de distribuição de energia, campainha e interfone; t) Adesivos em braile junto a interruptores indicando sua posição (ligado/desligado) e no quadro de distribuição indicando os circuitos relacionados a cada disjuntor; u) Fixador de portas para mantê-las abertas quando necessário;

**ANEXO B: Tabela de Orçamento de Casa Popular em Alvenaria Convencional
(LIMA, 2016)**

Orçamento - CASA 01

Obra	93 - INC - RESIDENCIAL LUIS BACELAR		
Unidade construtiva	2 - HABITACAO		
Tipo de obra	1 - Construção Civil		
Endereço da obra	ESTRADA DO MARACANA, PROX. AO MURO DA RESERVA DA VALE, VILA MARANHÃO, SÃO LUIS - MA		
BDI	0,00 %	Encargos sociais	não aplicado
Preços expressos em	R\$ (REAL)		

Código	Descrição	Un.	Quantidade orçada	Preço unitário	Preço total	
01	RESIDENCIAL LUIS BACELAR - HABITACAO				24.538,10	
01.001	PROJETOS				104,00	0,42%
01.001.000.001	PROJETOS E APROVAÇÕES	vb	0,0020	52.000,0000	104,00	
01.002	INSTALACAO DA OBRA				572,00	2,33%
01.002.001	MAQUINAS E EQUIPAMENTOS				282,00	
01.002.001.001	MAQUINAS E EQUIPAMENTOS - LOCAÇÃO	vb	0,0020	50.000,0000	100,00	
01.002.001.002	MAQUINAS E EQUIPAMENTOS - AQUISIÇÃO	vb	0,0020	85.000,0000	170,00	
01.002.001.003	MANUTENCAO DE MAQUINAS E EQUIPAMENTOS	vb	0,0020	6.000,0000	12,00	
01.002.002	EQUIPAMENTOS DE SEGURANCA				166,00	
01.002.002.001	EPI E EPC	vb	0,0020	83.000,0000	166,00	
01.002.003	INSTALACOES PROVISORIAS				124,00	
01.002.003.001	LIGAÇÃO PROVISORIA DE ENERGIA	vb	0,0020	10.000,0000	20,00	
01.002.003.002	CANTEIRO DE OBRA	un	0,0020	52.000,0000	104,00	
01.003	SERVICOS GERAIS				2.392,90	9,75%
01.003.001	SERVICOS TECNICOS				1.456,90	
01.003.001.001	ENGENHEIRO	mes	15,0000	27,2719	409,08	
01.003.001.002	AUXILIAR DE ENGENHEIRO = TÉCNICO EDIFICAÇÕES(2X)	mes	30,0000	6,6035	198,11	
01.003.001.003	ENCARREGADO GERAL(1X)	mes	15,0000	14,0662	210,99	
01.003.001.004	ENCARREGADO DE CAMPO(2X)	mes	30,0000	8,9186	267,56	
01.003.001.005	ALMOXARIFE(1X)	mes	15,0000	4,7473	71,21	
01.003.001.006	AUX. ALMOXARIFE(2X)	mes	30,0000	3,0530	91,59	
01.003.001.007	TÉCNICO DE SEGURANÇA(1X)	mes	15,0000	5,6968	85,45	
01.003.001.008	APONTADOR DE OBRA (2X)	mes	30,0000	4,0972	122,92	
1.003.002	DESPESAS ADMINISTRATIVAS				936,00	
01.002.004.001	CONTRATO DE PRESTACAO DE SERVIÇOS - SEGURANCA	mes	15,0000	12,0000	180,00	
01.002.004.002	ALIMENTACAO DE FUNCIONARIOS	mes	15,0000	36,3000	544,50	
01.002.004.003	MATERIAL DE EXPEDIENTE / ESCRITORIO	vb	1,0000	10,0000	10,00	
01.002.004.004	MOVEIS E EQUIPAMENTO DE ESCRITORIO	vb	1,0000	16,0000	16,00	
01.002.004.005	TRANSPORTE DE FUNCIONARIOS	mes	15,0000	5,5000	82,50	
01.002.005.002	CONSUMO MENSAL DE ENERGIA ELETRICA	mes	15,0000	6,0000	90,00	
01.002.005.004	MATERIAIS ADM / LIMPEZA	vb	1,0000	13,0000	13,00	
01.004	TRABALHOS EM TERRA				257,43	1,05%
1.004.000.001	ATERRO APOILOADO COM MATERIAL ARENOSO	m3	21,5320	11,6500	250,85	
1.004.000.002	ESCAVACAO DA CONTENCAO	m3	2,1720	3,0300	6,58	
01.005	FUNDAÇÃO				1.980,91	8,07%
01.005.000.002	CONCRETO FCK = 25 MPA RADIER	m3	3,7681	329,7100	1.242,38	
01.005.000.003	TELA PRE SOLDADA Q -81	m2	66,1500	5,1600	341,33	
01.005.000.004	FORMA METALICA PARA FUNDAÇÃO	un	0,0160	1.400,0000	22,40	
01.005.000.005	MONTAGEM DE FORMA PARA CONCRETAGEM DE RADIER	un	1,0000	13,1600	13,16	
01.005.000.006	ALVENARIA TIJOLOS CERAMICOS (01 FIADA DE UMA VEZ, E 01 FIADA DE 1/2 VEZ)	m2	10,8600	33,3000	361,64	
01.006	ESTRUTURA				805,04	3,28%
01.006.000.001	ARMAÇÃO PARA CINTA SUPERIOR E PILARES	un	1,0000	224,6400	224,64	
01.006.000.002	CONCRETO FCK = 25 MPA PARA PILARES E CITA SUPERIOR	m3	0,3295	281,7200	92,84	
01.006.000.003	LAJE PRE-FABRICADA PARA APOIO CAIXA DÁGUA E = 8 CM EM FORMA DE LOSANGO DE 2,70 X 1,70 m	un	1,0000	50,1000	50,10	
01.005.000.008	GRAUTEAMENTO DA FERRAGEM	un	1,0000	20,8400	20,84	
01.008.000.004	VERGA E CONTRA-VERGA EM CONCRETO ARMADO	m	39,2300	10,6200	416,62	
01.007	INSTALACOES				3.556,76	14,49%
01.007.001	HIDRAULICAS				1.810,92	
01.007.001.002	KIT HIDRAULICA - TUBOS	un	1,0000	147,6400	147,64	
01.007.001.003	KIT HIDRAULICA - REGISTROS	un	1,0000	102,3300	102,33	
01.007.001.004	KIT HIDRAULICA - CONEXOES	un	1,0000	321,0000	321,00	
01.007.001.005	KIT HIDRAULICA - RESERVATORIO	un	1,0000	177,5000	177,50	
01.007.001.006	ACESSORIOS PARA MONTAGEM DOS KIT DE AQUECIMENTO	un	1,0000	37,2500	37,25	
01.007.001.007	EQUIPAMENTOS DE AQUECIMENTO SOLAR - ATE 200 L INCLUSO A INSTALAÇÃO - CERTIFICADO PELO INMETRO	un	1,0000	1025,2000	1.025,20	

01.007.002	SANITARIAS					722,80	
01.007.002.001	KIT SANITARIO - CASA	un	1,0000	176,3500		176,35	
01.007.002.007	CAIXA DE INSPECAO EM CONCRETO PRE-MOLDADO Ø40 CM C/ TAMPA DE CA	un	3,0000	161,0300		483,09	
01.007.002.008	CAIXA DE GORDURA EM CONCRETO PRE-MOLDADO Ø30 CM C/ TAMPA DE CA	un	1,0000	63,3600		63,36	
01.007.003	DRENAGEM					0,00	
01.007.004	ELETRICA/TELEFONICA					1.023,04	
01.007.004.002	KIT ELETRICA - FUNDAÇÃO CASA	un	1,0000	39,4700		39,47	
01.007.004.003	KIT ELETRICA - CAIXAS E ELETRODUTOS	un	1,0000	184,4200		184,42	
01.007.004.004	KIT ELETRICO FIAÇÃO - CASA	un	1,0000	385,6400		385,64	
01.007.004.005	KIT ELETRICO - LUMINAIRAS	un	1,0000	58,1500		58,15	
01.007.004.006	KIT ELETRICOS - DISJUNTORES, INTERRUPTORES E TOMADAS	un	1,0000	185,6500		185,65	
01.007.004.007	ATERRAMENTO COMPLETO COM HASTE DE COBRE COM ALMA DE AÇO E CONECTOR	un	1,0000	21,9800		21,98	
01.007.004.008	QUADRO DE MEDIÇÃO MONOFASICO EM PVC E FRENTE ACRILICA PADRÃO CEMAR	un	1,0000	67,1300		67,13	
01.007.004.010	PADRÃO DE LIGAÇÃO DE ENERGIA CEMAR	un	0,5000	165,1900		82,60	
01.008	ALVENARIA					2.577,95	10,51%
01.008.000.002	ELEMENTO VAZADO 40X40CM	m2	0,6400	40,8900		26,17	
01.008.000.003	ALVENARIA TUJOS CERAMICOS 9x19x19 cm COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA NO TRAÇO 1:4	m2	83,8300	30,4400		2.551,79	
01.009	COBERTURA					2.053,22	8,37%
01.009.000.002	ESTRUTURA DE MADEIRA PARA TELHADO	un	1,0000	1040,3900		1.040,39	
01.009.000.003	TELHAS CERAMICA CANAL OU COLONIAL	m2	52,6400	16,5300		870,14	
01.009.000.004	EMBOÇAMENTO CUMEEIRA	m	17,1500	8,3200		142,69	
01.010	IMPERMEABILIZAÇÕES					28,15	0,11%
01.010.000.001	LONA PRETA SOB RADIER	m2	53,8300	0,5230		28,15	
01.011	ESQUADRIAS					2.097,84	8,55%
01.011.000.002	JANELA DE ALUMINIO DE 120x120 cm	un	3,0000	178,8800		536,64	
01.011.000.003	PORTA EM ALUMINIO COM CAIXILHO E BASCULANTE - EXTERNA - 0,80X2,10 M	un	2,0000	298,9200		597,84	
01.011.000.004	PORTA DE MADEIRA KIT COMPLETO COM GUARNICOES, FECHADURA E PORTA EM COMPENSADO 0,80x2,10 M	un	3,0000	321,1200		963,36	
01.012	REVESTIMENTOS					4.029,35	16,42%
01.012.001	REVESTIMENTOS INTERNOS					1.335,60	
01.012.001.002	CHAPISCO INT. PAREDES TRAÇO 1:3 CIM. E AREIA	m2	42,8020	3,0600		130,97	
01.012.001.003	EMBOCO INTERNO TRAÇO 1:8 CIMENTO E AREIA	m2	42,8020	15,1800		649,73	
01.012.001.004	REVESTIMENTO DE GESSO EM PAREDES INTERNAS	m2	78,9320	7,0300		554,89	
01.012.002	REVESTIMENTO CERAMICO					769,14	
01.012.002.001	REVESTIMENTO CERAMICA 30X30 - PEI IV	m2	27,8775	25,2200		703,07	
01.012.002.002	REJUNTAMENTO	m2	27,8775	2,3700		66,07	
01.012.003	REVESTIMENTO EXTERNO					1.148,24	
01.012.003.001	CHAPISCO EXTERNO FACHADA E CONTENÇÃO 1:3	m2	55,6320	4,5800		254,79	
01.012.003.002	EMBOCO EXTERNO FACHADA E CONTENÇÃO TRAÇO 1:4 CIM. E AREIA	m2	55,6320	16,0600		893,45	
01.012.004	FORRO					776,36	
01.012.004.002	FORRO PVC REGUAS DE 20 CM (36,89 m2)	un	1,0000	776,3600		776,36	
01.013	PAVIMENTACAO					2.005,00	8,17%
01.013.001	CERAMICA					1.485,17	
1.013.001.003	PISO CERAMICA 30X30 - PEI IV	m2	53,8300	25,2200		1.357,59	
1.013.001.004	REJUNTAMENTO PARA PISO CERAMICO	m2	53,8300	2,3700		127,58	
01.013.002	CIMENTADO					519,83	
1.013.002.001	REGULARIZACAO DE BASE P/ PISOS TRAÇO1:4 CIM/AREIA	m2	38,0600	10,5300		400,77	
1.013.002.002	REGULARIZAÇÃO DO PISO DA CALÇADO COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:3 e=3cm	m2	10,2200	11,6500		119,06	
01.014	SOLEIRAS, PEITORIS E RODAPES					308,43	1,26%
01.014.000.002	SOLEIRA EM MARMORE BRANCO / (15X85X2 CM) SALA E COZINHA	un	2,0000	21,2700		42,54	
01.014.000.003	PEITORIL EM MARMORE BRANCO (18X125X2 CM)	un	3,0000	39,0700		117,21	
01.014.000.004	RODAPE	m	35,4000	4,2000		148,68	
01.015	PINTURAS					1.191,28	4,85%
1.015.000.001	APLICAÇÃO DE SELADOR PAREDES INTERNAS E EXTERNAS 1 DEMÃO	m2	59,6965	4,8100		287,14	
1.015.000.002	APLICAÇÃO DE SELAGESSO NAS PAREDES INTERNAS SOBRE REBOCO DE GESSO	m2	78,9320	6,5300		515,43	
1.015.000.003	PINTURA EXTERNA ACRILICA SOBRE REBOCO 2 DEMAOS	m2	40,9470	7,0100		287,04	
1.015.000.004	PINTURA ACRILICA PAREDES DA COZINHA E BANHEIRO	m2	18,7495	5,1800		97,12	
1.015.000.005	NUMERAÇÃO DAS UNIDADES	un	1,0000	4,5500		4,55	

01.016	VIDROS					0,00	0,00%
01.017	LOUCAS E METAIS					412,78	1,68%
01.017.000.002	VASO SANITARIO C/CAIXA DESCARGA ACOPLADA	un	1,0000	168,5100		168,51	
01.017.000.003	LAVATORIO LOUÇA S/ SOLUNA	un	1,0000	66,4200		66,42	
01.017.000.004	TANQUE MARMORE SINTETICO 18 LITROS	un	1,0000	49,0800		49,08	
01.017.000.005	PIA COZINHA MARMORE SINTETICO 1,20 X 0,55 M	un	1,0000	62,4700		62,47	
01.017.000.006	TORNEIRA PARA LAVATORIO CROMADA 1/2	un	1,0000	18,5800		18,58	
01.017.000.007	TORNEIRA PARA TANQUE CROMADA	un	1,0000	16,5800		16,58	
01.017.000.008	TORNEIRA PARA PIA DE COZINHA CROMADA	un	1,0000	19,0300		19,03	
01.017.000.009	CHUVEIRO EM PVC 1/2"	un	1,0000	12,1100		12,11	
01.018	DIVERSOS					21,87	0,09%
01.018.000.002	IMPLANTAÇÃO DOS MARCOS DOS LOTES	un	1,0000	5,2100		5,21	
01.018.000.003	PLANTIO DE ARVORES	un	1,2000	9,5800		11,50	
01.018.000.004	RAMPA DE ACESSO EM CONCRETO DESEMPENADO PARA PNE (1,20 X 3,00M X 0,06 = 0,216M ³) 3% DAS UNIDADES HABITACIONAIS	m3	0,0065	281,9800		1,83	
01.018.000.005	PISO CIMENTADO - PARA PNE - AREA DE SERVIÇO (2,46 X 0,8 X 0,06 X 3%) = 0,00354 M ³	m3	0,0001	348,5300		0,04	
01.018.000.006	KIT PNE (INSTALADO EM 3% DAS UNIDADES HABITACIONAIS)	un	0,0220	150,0000		3,30	
01.019	LIMPEZA					143,19	0,58%
01.019.000.002	SERVIÇO DE CALAFATE E LIMPEZA	m2	53,8300	2,6600		143,19	
Total da unidade construtiva						24.538,10	100,00%