FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LEANDRO ULIANA ZOTTELE
LUCAS PONGELUPPE PINHEIRO
ROMARIO ALVARENGA DOS SANTOS

ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL X LIGHT STEEL FRAMING

ARACRUZ
2020

LEANDRO ULIANA ZOTTELE
LUCAS PONGELUPPE PINHEIRO
ROMARIO ALVARENGA DOS SANTOS

ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL X LIGHT STEEL FRAMING

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Aracruz, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Evandro José Pinto de Abreu

ARACRUZ
2020

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ – FAACZ

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Autorização: Portaria MEC nº 1.963 de 23/11/2010

Reconhecimento: Portaria MEC nº 127 de 28/04/2016

LEANDRO ULIANA ZOTTELE
LUCAS PONGELUPPE PINHEIRO
ROMARIO ALVARENGA DOS SANTOS

ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL X LIGHT STEEL FRAMING

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Professor Evandro José Pinto de Abreu (Orientador)

_____

Professor Hipólito G. Meira (Examinador Interno)

Aracruz
2020

RESUMO

Em meio aos avanços tecnológicos, o setor de construção civil tem buscado opções mais eficientes de construção visando a sustentabilidade, rapidez e a redução de desperdícios a fim de atender a demanda da sociedade. Com isso o emprego de técnicas de construção industrializada tem ganhado espaço, como é o caso do Light Steel Framing (LSF), que se apresenta como uma solução industrializada e racionalizada. Uma solução inovadora com alto grau de qualidade, ainda pouco difundido no Brasil, mas que tem despertado grande interesse no setor de construção civil pois todos os insumos necessários para a execução são encontrados facilmente no mercado nacional de aço. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma análise comparativa estre os sistemas construtivos Alvenaria Estrutural e Light Steel Framing na aplicação em edificações residenciais demonstrando as características construtivas de cada método, os materiais utilizados e suas vantagens e desvantagens em relação ao tempo de execução, qualidade, durabilidade e manutenção. Após apresentar as características principais de cada sistema construtivo, realizou-se a análise comparativa, em que foram analisados aspectos como qualidade, manutenção e durabilidade, meio ambiente, prazo e custo de ambos os sistemas, após essa analise apresentou-se um projeto básico a fim de apresentar o custo de execução e comparar a viabilidade do Light Steel Framing frente a Alvenaria Estrutural.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural, Light Steel Framing, análise comparativa

ABSTRACT

In the midst of technological advances, the civil construction sector has been looking for more efficient construction options aimed at sustainability, speed and waste reduction in order to meet society's demand. With this, the use of industrialized construction techniques has gained space, as is the case of Light Steel Framing (LSF), which presents itself as an industrialized and rationalized solution. An innovative solution with a high degree of quality, still not widespread in Brazil, but which has aroused great interest in the civil construction sector because all the necessary inputs for the execution are easily found in the national steel market. In this context, the present work presents a comparative analysis between the Structural Masonry and Light Steel Framing construction systems in application in residential buildings, demonstrating the constructive characteristics of each method, the materials used and their advantages and disadvantages in relation to the execution time, quality, durability and maintenance. After presenting the main characteristics of each construction system, a comparative analysis was carried out, in which aspects such as quality, maintenance and durability, environment, term and cost of both systems were analyzed. After this analysis, a basic project was presented. in order to present the cost of execution and compare the viability of Light Steel Framing against Structural Masonry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho esquemático de uma estrutura em Light Steel Framing.....09
Figura 2 - Corte esquemático de uma laje radier.....13
Figura 3 - Corte detalhado de fundação sapata corrida.....14
Figura 4 – Corte detalhado de uma estrutura ancorada a fundação do tipo radier....15
Figura 5 – Esquema geral de ancoragem química com barra roscada.....16
Figura 6 – Painel típico do sistema LSF.....17
Figura 7 – Esquema de transferência de cargas verticais à Fundação.....17
Figura 8 – Distribuição dos esforços através da verga para ombreiras.....18
Figura 9 – Tipos de Verga.....19
Figura 10 – Painel com contraventamento em X.....20
Figura 11 – Contraventamento em “X” (fig. a) e contraventamento em “K” (fig. b)....21
Figura 12 – Fixação das diagonais nos painéis por placa de Gusset.....21
Figura 13 – Placas de OSB.....22
Figura 14 – Fita metálica para travamento de painel.....23
Figura 15 – Estrutura de laje em Steel Framing.....24
Figura 16 – Desenho esquemático da laje úmida.....25
Figura 17 – Desenho esquemático da laje seca.....26
Figura 18 – Desenho esquemático de uma cobertura inclinada em LSF.....27
Figura 19 – Instalação de telhas shingles sobre placas de OSB.....28
Figura 20 - Disposição das Paredes e Armação das lajes.....38
Figura 21 - Fluxograma da Execução das Paredes Estruturais.....39
Figura 22 - Esquema de Parede com Amarração Direta.....40
Figura 23 - Esquema de Amarração Indireta em Paredes Estruturais e Não Estruturais.....41
Figura 24 - Possibilidades de Revestimento para Paredes Internas e Externas.....45
Figura 25 - Planta arquitetônica.....52
Figura 26 - Planta arquitetônica.....55
Figura 27 – Projeto Alvenaria Estrutural em blocos de concreto 1º fiada.....56
Figura 28 – Projeto Alvenaria Estrutural em blocos de concreto 2º fiada.....56

Figura 29 – Projeto Light Steel Frame.....58
Figura 30 – Projeto Arquitetônico.....62
Figura 31 – Projeto planta de uma estrutura em alvenaria estrutural.....63
Figura 32 – Projeto planta sistema Light Steel Frame.....64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 6

2. OBJETIVOS 7

2.1 OBJETIVO GERAL 7

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8

3. REFERENCIAL TEÓRICO 8

3.1 LIGHT STEEL FRAMING 8

3.1.1 Características e aplicações do sistema 10

3.1.2 Tipos de perfis metálicos utilizados 11

3.1.3 Métodos de Construção 12

3.1.4 Fundações 13

3.1.4.1 Laje Radier 13

3.1.4.2 Sapata Corrida ou Viga Baldrame 14

3.1.4.3 Ancoragem dos Painéis na Fundação 15

3.1.5 Painéis. 16

3.1.5.1 Abertura de vão em um painel estrutural 18

3.1.5.2 Estabilização da estrutura 19

3.1.6 Lajes 23

3.1.7 Coberturas 26

3.1.8 Fechamento vertical 28

3.2 ALVENARIA ESTRUTURAL 30

3.2.1 Classificações 32

3.2.1.1 Alvenaria Estrutural Não Armada 32

3.2.1.2 Alvenaria Estrutural Armada 33

3.2.1.3 Alvenaria Protendida 34

3.2.2 Aplicação 34

3.2.3 Componentes 34

3.2.3.1 Unidades 35

3.2.3.2 Argamassa 36

3.2.3.3 Graute 37

3.2.3.4 Armadura 37

3.2.4 Elementos 37
3.2.4.1 Parede 37
3.2.4.1.1 Levantamento das Paredes 39
3.2.4.1.2 Armação das Paredes 40
3.2.4.1.3 Juntas de Dilatação e Juntas de Controle 41
3.2.4.2 Laje 42
3.2.4.3 Verga, Contra Vergas e Cintas 42
3.2.4.4 Contraventamento 43
3.2.4.5 Instalações 44
3.2.4.6 Revestimentos 45
3.3 ANALISE COMPARATIVA ENTRE LSF X ALVENARIA ESTRURURAL. 46
3.3.1 LIGHT STEEL FRAMING 46
3.3.1.1 Qualidade 46
3.3.1.2 Manutenção e durabilidade. 46
3.3.1.3 Meio ambiente. 47
3.3.1.4 Prazo 47
3.3.2 ALVENARIA ESTRUTURAL 47
3.3.2.1 Qualidade alvenaria estrutural 47
3.3.2.2 Manutenção e durabilidade. 50
3.3.2.3 Meio ambiente. 50
3.3.2.4 Prazo 51
4. ANALISE DE CUSTO 52
4.1 ESTUDO DE CASO 01 52
4.1.1 Etapas do projeto 52
4.1.2 Custos diretos. 54
4.2 ESTUDO DE CASO 02 55
4.2.1 Projetos - Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto 56
4.2.1.1 Projetos - Light Steel Frame 57
4.2.2 Análise dos custos diretos 59
4.3 ESTUDO DE CASO 03 61
4.3.1 Projeto em Alvenaria Estrutural 62
4.3.1.1 Projeto em Light Steel Frame 63

4.3.2 Custo Direto 64
4.3.2.1 Custo Direto em Alvenaria Estrutural 64
4.3.2.2 Custo Direto em Light Steel Frame 65
4.3.3 Análise dos Custos Diretos 65
4.3.4 Análise dos Custos Diretos 66
5. VANTAGENS E DESVANTAGENS 68
6. ANALISE DOS ESTUDOS DE CASO 70
7. CONCLUSÃO 72
8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 73
9. REFERÊNCIAS 74
10. APÊNDICES 78

1. INTRODUÇÃO

“Com os avanços tecnológicos, a indústria da construção civil tem buscado sistemas mais eficientes de construção com a finalidade de aumentar a produtividade, reduzir o desperdício e atender a uma demanda crescente da população” (CRASTRO, 2005).

Comparando a indústria da construção civil brasileira com a de outros países, observa-se uma procura por métodos construtivos mais eficientes e racionalizados, o que incentiva o desenvolvimento de novas técnicas de construção. Apesar de terem à sua disposição métodos construtivos distintos, de aplicação racionalizada, o construtor brasileiro, geralmente, decide pela utilização daqueles métodos tradicionais. Isso ocorre pela facilidade de se encontrar mão de obra barata para execução desses sistemas. Esses trabalhadores na maioria das vezes são caracterizados pela falta de qualificação profissional, acarretando em uma baixa produtividade (CASSAR, 2018).

Segundo Dias (2001) o caminho para mudar este cenário certamente direciona para a construção industrializada, com mão de obra qualificada, custos otimizados visando a redução do desperdício de materiais, construções padronizadas, produção em série e em escala, racionalização e rigorosos cronogramas de planejamento e execução.

Para CRASTO (2005) outro fator importante a ser considerado é a sustentabilidade. O mundo já tem constatado a necessidade de implantação do desenvolvimento sustentável diante da ameaça de escassez dos recursos naturais. A arquitetura vê a necessidade de se enquadrar e adotar construções sustentáveis, mais racionais, econômicas, no que diz respeito a insumos e energia, além de serem produzidas com materiais recicláveis e que causem menos impacto ao meio ambiente.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural é bastante antigo e difundido pelo mundo, ainda nas primeiras civilizações quando as construções se resumiam a empilhar pedras de forma organizada, de forma a construir as paredes da casa, já existia a ideia de o sistema de vedação funcionar como estrutura. A alvenaria

estrutural ganhou espaço na construção mundial, tanto em pequenas quanto em grandes construções devido a facilidade de construção, a modularidade e a racionalização, obtendo um resultado final com qualidade e atendendo as expectativas levantadas (MASO, 2017).

Já o sistema construtivo em Light Steel Framing pode ser considerado uma técnica de construção recente, teve seu surgimento após a Segunda Guerra Mundial quando começou a evolução da indústria de aço nos Estados Unidos da América (EUA), principalmente, quando a utilização dos perfis metálicos passou a ser uma opção vantajosa em comparação a estrutura em madeira que já era muito utilizado no país e conhecido como “Wood Frame”. Essa técnica também se tornou comum no Japão nesta mesma época, visto que, o país necessitava reconstruir quatro milhões de moradias de forma rápida após a guerra (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Segundo MASO (2017) no Brasil, este sistema construtivo ainda é pouco conhecido e utilizado, entretanto vem ganhando espaço no setor da construção civil. A qualidade e a rapidez na construção, a racionalização e a baixa produção de resíduos são algumas das características do sistema Light Steel Framing que mais chamam atenção para quem busca novas tecnologias e métodos mais industrializados para construir.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar uma análise comparativa entre os sistemas construtivos Alvenaria Estrutural e Light Steel Framing. Demonstrando as características construtivas de cada método, bem como suas vantagens e desvantagens, por fim será apresentado um comparativo de custo de uma obra através de um projeto básico de uma edificação residencial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar a definição e as características construtivas de cada método;
- Demonstrar as técnicas construtivas e materiais utilizados na execução dos métodos em análise;
- Apresentar uma análise comparativa demonstrando as características de cada método em relação a qualidade, manutenção e durabilidade, meio ambiente, prazo e custo. Apresentar em forma de tabela as vantagens e desvantagens dos métodos analisados quanto a qualidade, desempenho, manutenção, durabilidade, meio ambiente, prazo e custo. Por fim será apresentado um comparativo de custo de uma obra através de um projeto básico.

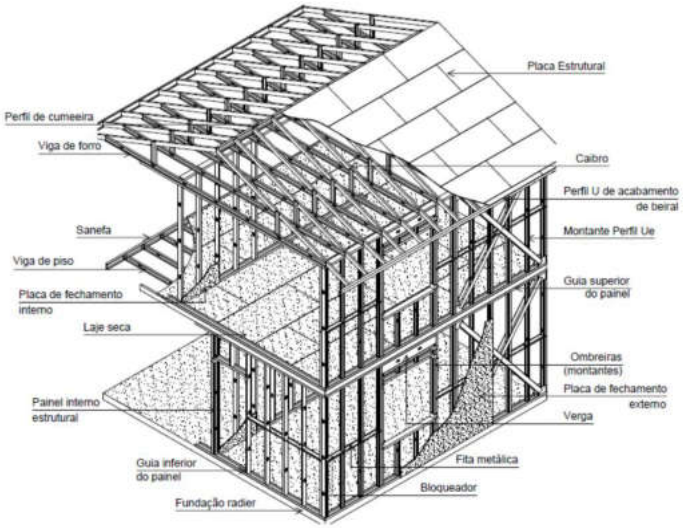
3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LIGHT STEEL FRAMING

Segundo Rodrigues (2016) “existem dois conceitos básicos para o sistema LSF, sendo eles: Frame é a estrutura projetada para dar forma e suportar a edificação, constituída por componentes leves; e Framing é o processo pelo qual se unem e vinculam esses elementos”.

A estrutura do Steel Framing (Figura 1) é constituída basicamente por perfis formados a frio de aço galvanizado utilizados para a composição de painéis estruturais e não-estruturais. Por ser um sistema industrializado, proporciona uma construção com baixo consumo de água e grande rapidez de execução. Devido a essas características, o LSF também pode ser denominado de sistema auto-portante em aço de construção a seco. (CRASTO, 2005).

Figura 1 – Desenho esquemático de uma estrutura em Light Steel Framing.



Fonte: Crasto (2005).

A história do Framing teve seu início nos Estados Unidos por volta de 1860, quando a migração chegou à costa do Oceano Pacífico. Naquela época devido ao alto crescimento populacional recorreu-se à utilização da madeira para solucionar a demanda por habitações empregando os conceitos de praticidade, velocidade e produtividade originados na Revolução Industrial, dando início ao Wood Framing. (RODRIGUES, 2016)

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) em 1933, aconteceu à primeira proposta de substituição da madeira por perfis de aço na estrutura das edificações norte americanas. Após a Segunda Guerra Mundial a utilização deste material passou a ganhar espaço em países como Estados Unidos e Japão. A partir da década de 80 e 90, o custo dos perfis metálicos passou a ser mais acessível para obras residenciais, o que fez com que o sistema LSF ganhasse mais mercado nestes países

No Brasil, apesar de o país possuir uma das maiores indústrias de aço do mundo e já ser capaz de produzir todos os materiais e componentes necessários para uma construção em Steel Framing, o sistema ainda é considerado inovador pois o setor de construção civil brasileiro ainda é bastante conhecido por ser uma construção mais artesanal e não industrializado. (MASO, 2017).

3.1.1 Características e aplicações do sistema

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012) as características principais que definem as construções em Steel Framing quanto sua forma de projetar e construir são: a estrutura, que por utilizar painéis estruturais é conhecida como “estrutura painelizada”; a modulação dos diversos materiais aplicados na edificação, e a estrutura alinhada (in-line framing), onde os elementos estruturais devem estar coincidindo para que a transferência de cargas tenha caráter predominantemente axial.

Para um projeto eficiente em Light Steel Framing, um dos pontos principais a ser levado em consideração é o desenvolvimento de um bom planejamento pois as construções devem seguir uma modulação a fim de otimizar e diminuir os custos e os desperdícios. (MASO, 2017).

“A estrutura em LSF é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura” (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

MASO (2017) afirma que o Light Steel Framing também é conhecido por ser um “sistema de construção a seco”, onde são utilizados elementos estruturais pré-fabricados em industrias, desse modo, a utilização de água no canteiro de obras é dispensada, com exceção das fundações e aplicação de revestimento.

Segundo Crasto (2005) o projeto arquitetônico em Light Steel Framing apresenta grande flexibilidade pois as aplicações do sistema são variadas conforme os exemplos demonstrados a seguir:

a) Residências Unifamiliares;

b) Edifícios residenciais e comerciais até quatro pavimentos;

c) Hoteis;

d) Hospitais, clínicas e estabelecimentos de ensino;

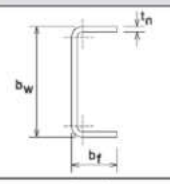
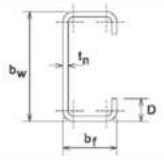
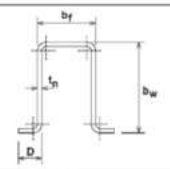
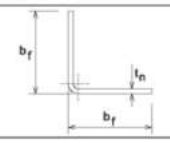
e) Unidades modulares;

3.1.2 Tipos de perfis metálicos utilizados

Conforme Santiago, Freitas e Crasto (2012), as estruturas de aço são compostas por perfis laminados e soldados, e os perfis formados a frio (PFF). Os elementos estruturais das construções em Light Steel Framing são compostos essencialmente por perfis formados a frio. Esses perfis são formados através de bobinas de aço Zincado de Alta Resistencia (ZAR), devem apresentar resistência ao escoamento de 230MPA com espessuras mínima entre 0,8mm e 3mm segundo a norma NBR 15253:2014.

As seções (Quadro 1) mais utilizadas nas estruturas em Light Steel Framing são do tipo: “C” ou “U enrijecido” (Ue) e “U simples”. Os perfis Ue possuem alma com dimensões externas que variam de 90 a 300 mm, no Brasil este é comercializado com as dimensões 90, 140 e 200 mm. As mesas podem variar de 35 a 40mm dependendo do fabricante e o tipo de perfil. Existem outros perfis podem ser utilizados para compor as estruturas como: tiras planas, cantoneiras e perfis do tipo cartola. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Quadro 1 - Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing e suas respectivas aplicações.

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples U b_w x b_f x t_n	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido Ue b_w x b_f x D x t_n	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola Cr b_w x b_f x D x t_n	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L b_{f1} x b_{f2} x t_n	Cantoneira

Fonte: NBR 15253:2005).

3.1.3 Métodos de Construção

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) as construções em Light Steel Framing são divididas em quatro métodos: o método “stick”, método por painéis, construção modular e, “Balloon Framing” e "Platform Framing”.

No método de construção tipo stick o corte dos perfis e a montagem dos painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhado é executado no canteiro de obras. Essa técnica é utilizada em obras onde não há local para a pré-fabricação do sistema, possui facilidade de transporte das peças até o canteiro de obras e as ligações dos elementos são de fácil execução. Já a montagem é muito mais lenta e requer mão de obra mais especializada. (CRASTO, 2005)

Ainda segundo a autora, no método construtivo por painéis os contraventamentos, lajes, tesouras de telhado, painéis estruturais e não estruturais podem ser pré-fabricados fora do canteiro de obras e montados no local. Dependendo do tipo de acabamento, os painéis podem vir de fábrica com esses materiais já aplicados isso faz com que o tempo total da construção seja reduzido. Os painéis e sub-sistemas são conectados utilizando parafusos auto-brocantes e auto-atarrachantes. Essa técnica possui maior velocidade na montagem, redução de trabalho no canteiro de obras, alta precisão nas dimensões e alto controle de qualidade.

As construções modulares são completamente fabricadas nas indústrias e entregues com todos os acabamentos internos como revestimentos, louças sanitárias, bancadas, mobiliários fixos, metais, incluindo as instalações elétricas e hidráulicas. Essas unidades podem ser estocadas lado a lado, ou empilhadas uma sobre as outras. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo os autores, os métodos “Balloom Framing” e “Platform Framing” são meios de montagem utilizados nos métodos de construção tipo stick ou por painéis. Na construção “Balloon”, os painéis são geralmente maiores podendo ultrapassar a altura de um pavimento e a estrutura dos pisos são fixadas nas laterais dos montantes. No método “Platform Framing” as construções são realizadas de forma sequencial, os painéis não são contínuos e pisos e paredes são construídos um

pavimento de cada vez, as lajes dividem os painéis e apoiam suas vigas sobre os montantes dos painéis.

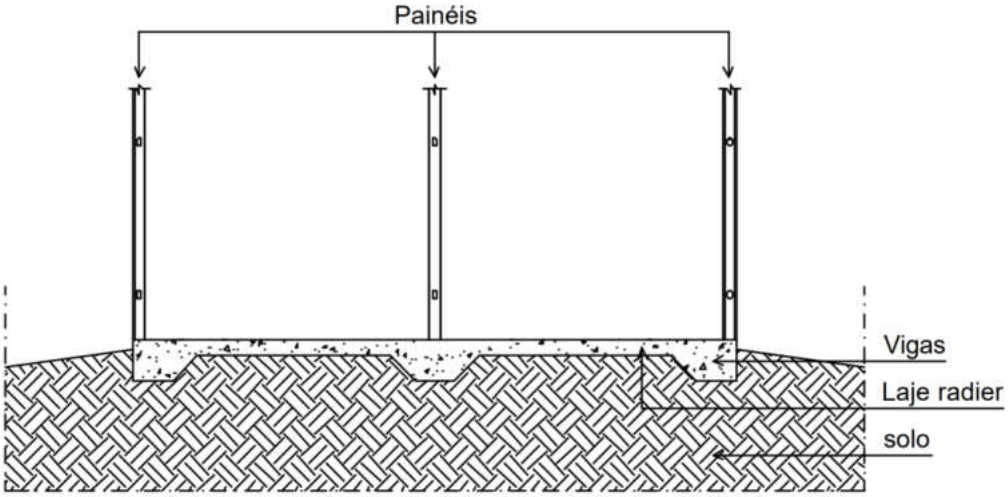
3.1.4 Fundações

As fundações utilizadas no sistema LSF podem ser mais simples, por dispor de uma estrutura constituída basicamente por perfis leves de aço galvanizado permite assim a construção de uma estrutura de baixo peso se comparado as técnicas construtivas mais usuais. Como a estrutura distribui as cargas linearmente ao longo dos painéis estruturais que formam as paredes, as fundações contínuas são as mais apropriadas para receberem estes carregamentos. As melhores opções de fundação para este sistema construtivos destacam-se o radier e a sapata corrida. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

3.1.4.1 Laje Radier

A laje radier (Figura 2) é o tipo de fundação mais utilizada para as construções em Steel Framing. O radier funciona como uma laje e tem a função de transmitir as cargas da estrutura para o terreno. A laje contínua de concreto e as vigas no perímetro da laje são os componentes estruturais fundamentais do radier. (CRASTO, 2005)

Figura 2 – Corte esquemático de uma laje radier.

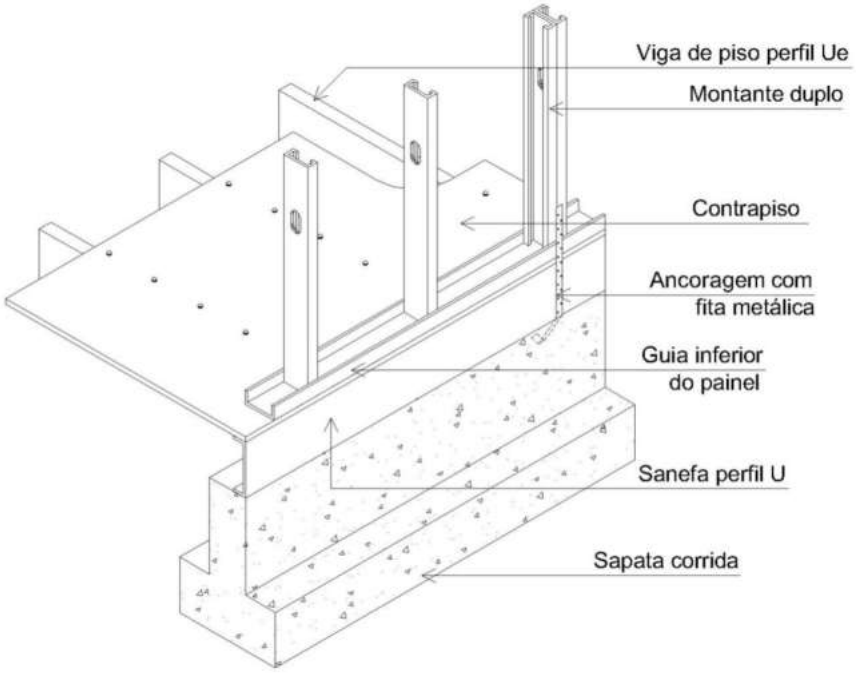


Fonte: CRASTO (2005).

3.1.4.2 Sapata Corrida ou Viga Baldrame

Segundo Crasto (2005) a sapata corrida (Figura 3) é um tipo de fundação constituída por vigas de concreto armado ou blocos de concreto alocados sob os painéis estruturais. Este tipo de fundação é recomendado para construções com paredes portantes, onde a distribuição da carga é contínua ao longo das paredes. O contrapiso desse tipo de fundação é obtido por meio de perfis galvanizados que apoiados sobre a fundação constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contrapiso.

Figura 3 – Corte detalhado de fundação sapata corrida.



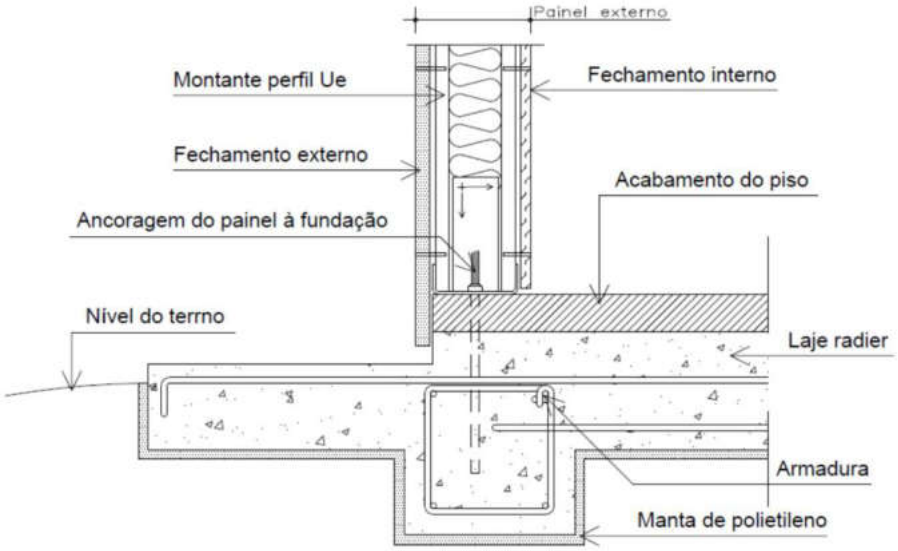
Fonte: Crasto (2005).

Para se obter o tipo adequado de fundação é necessário fazer o estudo do solo através de sondagens. As fundações são executadas exatamente como nos sistemas construtivos convencionais e para evitar futuras infiltrações e presença de umidade na estrutura deve-se fazer a impermeabilização das fundações. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

3.1.4.3 Ancoragem dos Painéis na Fundação

Os esforços causados pela ação dos ventos geram movimentos na estrutura das construções em LSF. Esses movimentos podem ser de translação e tombamento com rotação da edificação. Translação é quando a edificação se desloca lateralmente e tombamento é a elevação da estrutura em que a rotação é causada pela ação dos ventos. Para evitar que isso aconteça, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação (Figura 4). Crasto (2005 apud Scharff, 1996).

Figura 4 – Corte detalhado de uma estrutura ancorada a fundação do tipo radier.

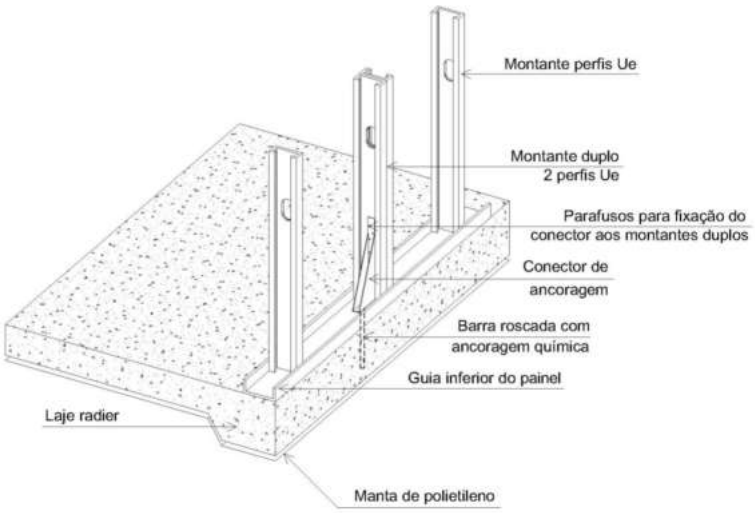


Fonte: Crasto (2005).

Na execução da montagem dos painéis do térreo é comum a utilização de uma ancoragem provisória, essa ancoragem é feita através de pinos que são fixados na fundação com o auxílio de uma pistola a pólvora. A ancoragem provisória tem o objetivo de facilitar a montagem sustentando os painéis no prumo, também é utilizada para evitar deslocamentos indesejados em painéis não estruturais. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

A alternativa mais eficiente de ancoragem vai depender do tipo de fundação, das cargas na estrutura, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos. Os tipos mais usuais são: a química com barra roscada (figura 5) e a expansível com parabolt. Através do cálculo estrutural são definidos o tipo de ancoragem, suas dimensões e espaçamentos. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 5 – Esquema geral de ancoragem química com barra roscada.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

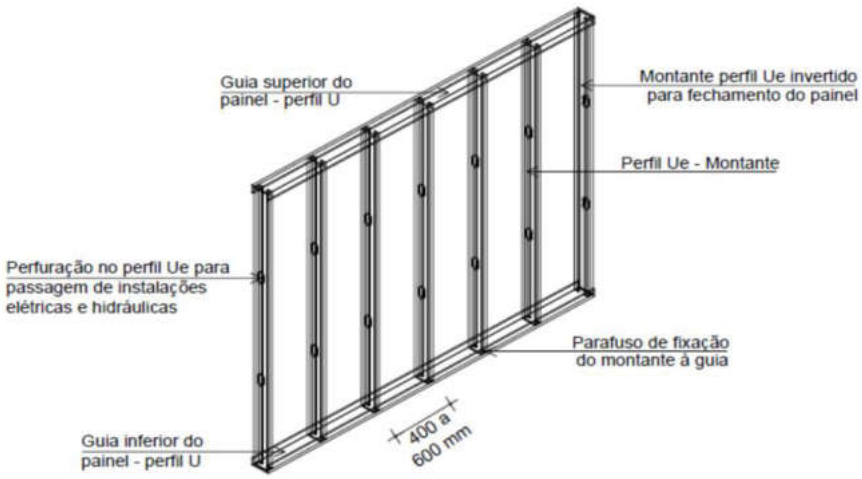
3.1.5 Painéis.

Os painéis no sistema Light Steel Framing podem não só compor as paredes de uma edificação, exercendo a função de elementos de vedação, como também podem atuar como o sistema estrutural da mesma. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Segundo Crasto (2005) nem todos os painéis precisam ser estruturais. Os painéis estruturais ou autoportantes fazem parte da estrutura e tem a finalidade de suportar as cargas da edificação, e podem ser tanto internos quanto externos. Os painéis não-estruturais não possuem função estrutural e têm a finalidade apenas de vedação externa ou divisória interna.

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), os painéis estruturais (Figura 6) são constituídos por perfis Ue dispostos na vertical chamados de montantes e por perfis U simples dispostos horizontalmente na parte inferior e superior dos montantes denominados guias inferiores e superiores, respectivamente. A modulação corresponde a distância em que são espaçados os montantes, podendo variar de 400 a 600 mm ou, quando houver cargas atuantes muito elevadas, como caixas d'água, espaçados em 200 mm.

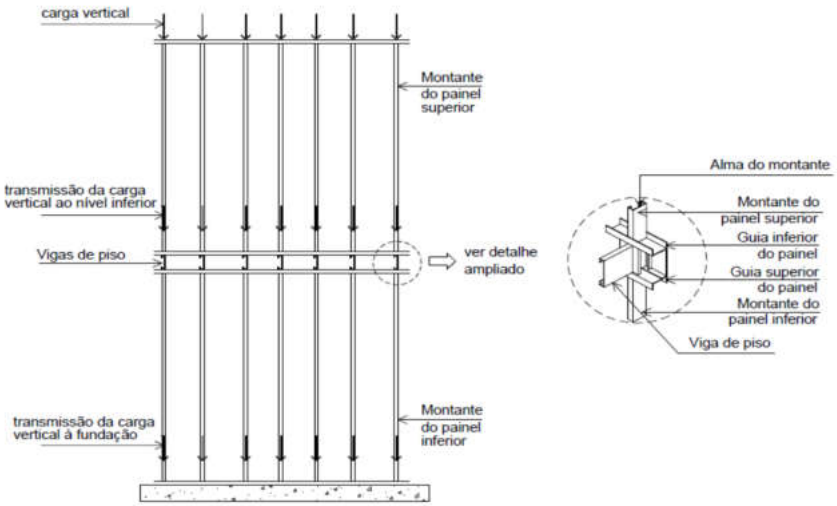
Figura 6 – Painel típico do sistema LSF.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

Os montantes que compõem os painéis têm a função de transferir as cargas verticais (Figura 7) através de suas almas. Para uma boa distribuição das cargas é necessário que as seções dos montantes estejam alinhadas de um nível ao outro da edificação. As vigas de piso, treliças ou tesouras de telhado devem seguir o mesmo procedimento. Quando não houver possibilidade de alinhar as estruturas, deverá ser utilizado sob o painel, uma viga que seja capaz de distribuir de maneira uniforme as cargas excêntricas. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 7 – Esquema de transferência de cargas verticais à Fundação.



Fonte: Crasto (2005).

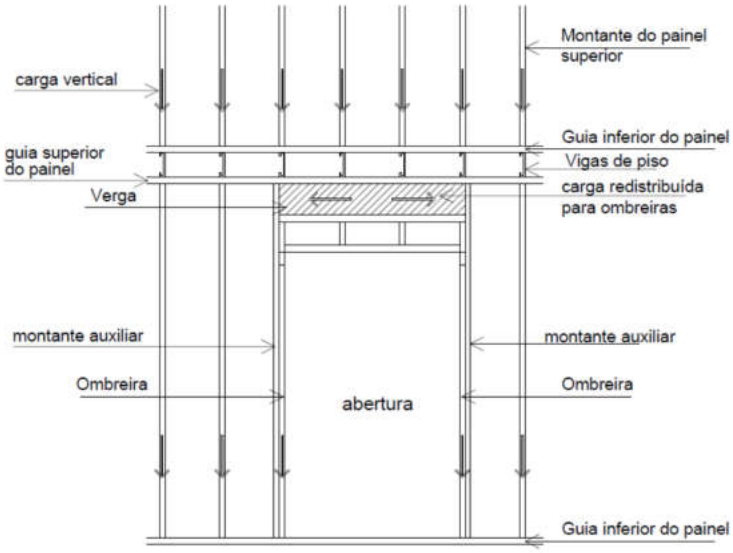
Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), As guias tem a função de fazer a união dos montantes tanto na extremidade superior como na inferior a fim de construir o quadro estrutural ou painel, são formadas por perfil de seção transversal U simples, essa ligação entre perfis é realizada com parafusos auto perfurantes e auto atarraxantes dimensionados conforme projeto.

Os painéis não estruturais são utilizados como divisórias internas ou fechamento de alguma área externa, não possuem função estrutural, mas devem resistir apenas ao peso próprio. Quando se trata de ambientes internos é possível utilizar paredes de gesso acartonado ou “Drywall”, são painéis formados por perfis metálicos onde as seções utilizadas nos montantes e guias possuem espessuras e dimensões menores, tornando um painel mais leve. Já para áreas externas é recomendado utilizar os perfis de painel estrutural devido ao peso dos revestimentos e dos componentes de fechamento. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

3.1.5.1 Abertura de vão em um painel estrutural

De acordo com Crasto (2005), as aberturas em um painel estrutural, para portas e janelas, necessitam de elementos estruturais para redistribuir o carregamento dos montantes interrompidos, esses elementos estruturais são denominados de vergas e ombreiras (Figura 8).

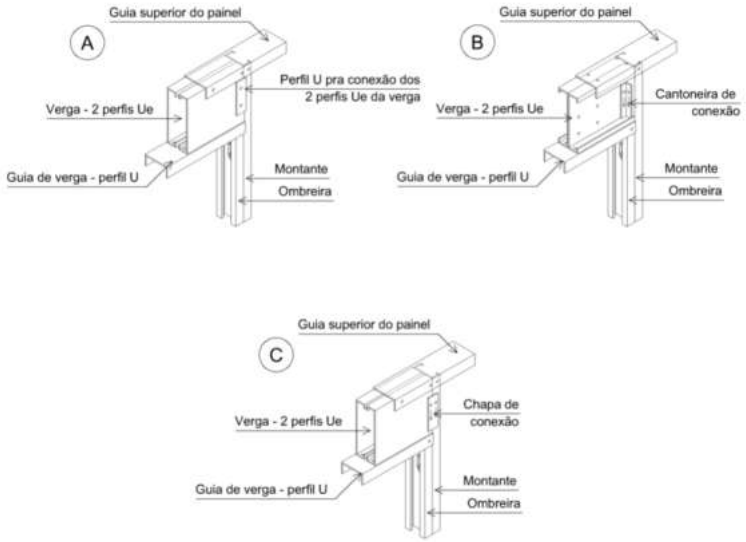
Figura 8 – Distribuição dos esforços através da verga para ombreiras.



Fonte: Crasto (2005).

Dependendo do projeto, a verga pode ter várias composições (Figura 9), mas basicamente é composta de dois perfis Ue conectados por uma peça aparafusada nas extremidades, geralmente um perfil U simples, e por uma peça chamada guia da verga que é fixada nas mesas inferiores das vergas (perfis Ue). As ombreiras servem de apoio para a guia da verga e vão desde a guia inferior do painel até a base inferior da guia da verga, tem a função de evitar a rotação da verga e permitir a fixação dos montantes de composição (cripples), que não possuem função estrutural e ficam localizados entre a verga e a abertura, servem para facilitar a fixação das placas de fechamento. A quantidade de necessárias de ombreiras para o apoio é definida pelo cálculo estrutural e depende do tamanho da abertura. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 9 – Tipos de Verga



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

3.1.5.2 Estabilização da estrutura

Os carregamentos horizontais que atuam na edificação podem causar perda de estabilidade da estrutura ocasionando deslocamentos e até mesmo levá-la ao colapso. Para que isso não ocorra deve ser empregado ligações rígidas na estrutura ou elementos que sejam capazes de transferir essas cargas para as fundações. (CRASTO, 2005)

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), “as combinações mais comuns utilizadas nas estruturas em LSF para resistir aos esforços horizontais são: uso de contraventamentos nos painéis e fechamento da estrutura com placas que funcionem como diafragmas rígidos”.

O método mais comum de contraventamento utilizado nas estruturas em LSF é o tipo em “X” (Figura 10), esse método consiste em utilizar fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel, cuja largura, espessura e localização são determinados através do cálculo estrutural. Conforme Consul Steel (2002 apud SANTIAGO, FREITAS e CRASTO, 2012) “Preferencialmente, para o melhor desempenho, a inclinação das diagonais deverá estar compreendida entre 30° e 60°.”

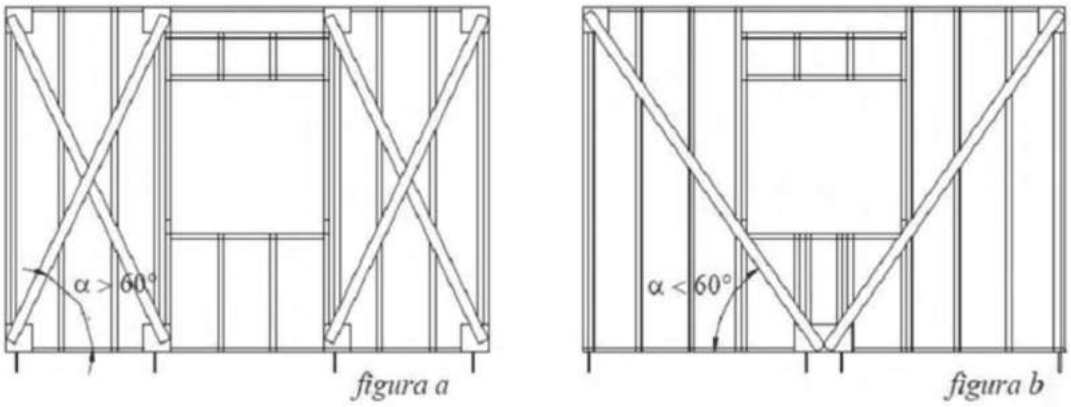
Figura 10 – Painel com contraventamento em X.

Fonte: Crasto (2005).

Segundo Maso (2017) o uso do contraventamento em X fica limitado em projetos com muitas aberturas ou vãos muito grandes, onde há limitação do espaço livre para colocação das fitas e a única solução para instalação seja aumentar o ângulo do posicionamento das fitas, se tornando impossível a utilização deste modelo de contraventamento. Uma alternativa adotada para esses casos é a utilização de contraventamento em “K” (Figura 11), esse sistema utiliza, no lugar de fitas

metálicas, perfis Ue fixados entre os montantes formando uma espécie de treliça na vertical.

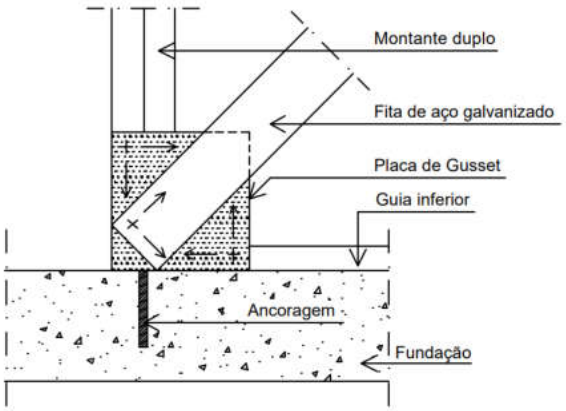
Figura 11 – Contraventamento em “X” (fig. a) e contraventamento em “K” (fig. b).



Fonte: Consul Steel (2002).

As diagonais são fixadas ao painel (Figura 12) através de uma placa de aço galvanizado denominada placa de Gusset, essa placa é aparafusada aos montantes duplos. Para evitar que ocorra a rotação dos montantes duplos devido a fixação das diagonais, deve-se prever a colocação de contraventamentos em ambas as faces do painel. O Painel deverá estar ancorado junto à fundação a fim de que os esforços transmitidos pelo contraventamento sejam absorvidos pela mesma. Esse procedimento também é realizado nos painéis superiores onde os esforços são transmitidos para o painel imediatamente abaixo. (CRASTO, 2005)

Figura 12 – Fixação das diagonais nos painéis por placa de Gusset.



Fonte: Crasto (2005).

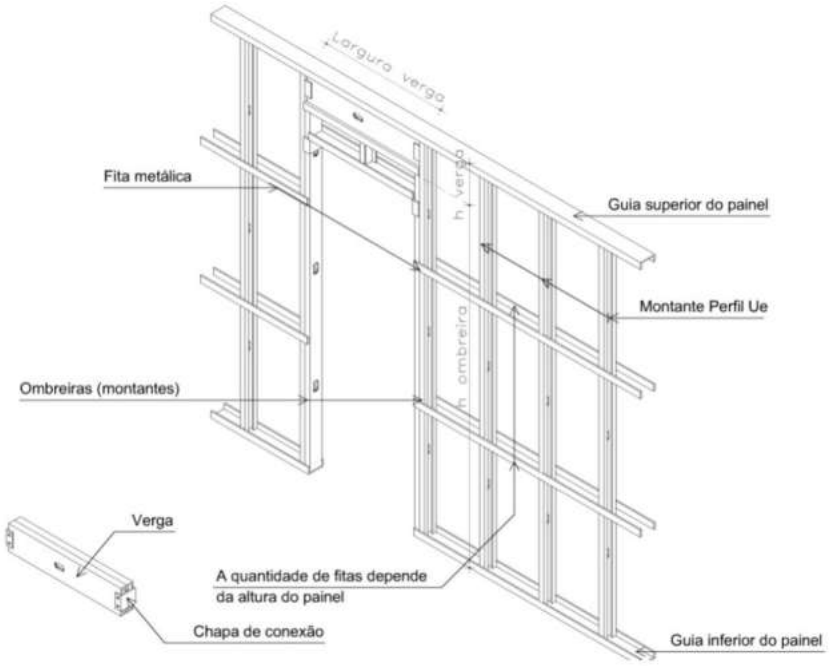
O método de estabilização do tipo diafragma rígido consiste em utilizar o próprio material de fechamento para proporcionar rigidez na estrutura. Esses materiais são placas estruturais que tem a função de absorver as cargas laterais atuantes na estrutura. Um dos materiais. Um dos materiais que podem ser utilizados para esta finalidade são as placas de OSB (Oriented Strand Board) (Figura 13), um painel estrutural formado de tiras de madeira unidas com resina e prensada em camadas perpendiculares, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez. Este Painel recebe um tratamento para resistir a intempéries e ataques de insetos como por exemplo os cupins. (MASO, 2017)

Figura 13 – Placas de OSB.

Fonte: Crasto (2005).

Uma outra forma de aumentar a resistência e dar mais rigidez a estrutura é a utilização de travamentos horizontais através de fitas metálicas (Figura 14) ou bloqueadores compostos por perfis U e Ue, esses elementos estruturais são dispostos na direção horizontal entre os montantes dos painéis, dessa forma evita-se a rotação dos montantes, além de diminuir o comprimento de flambagem dos mesmos. (CRASTO, 2005)

Figura 14 – Fita metálica para travamento de painel



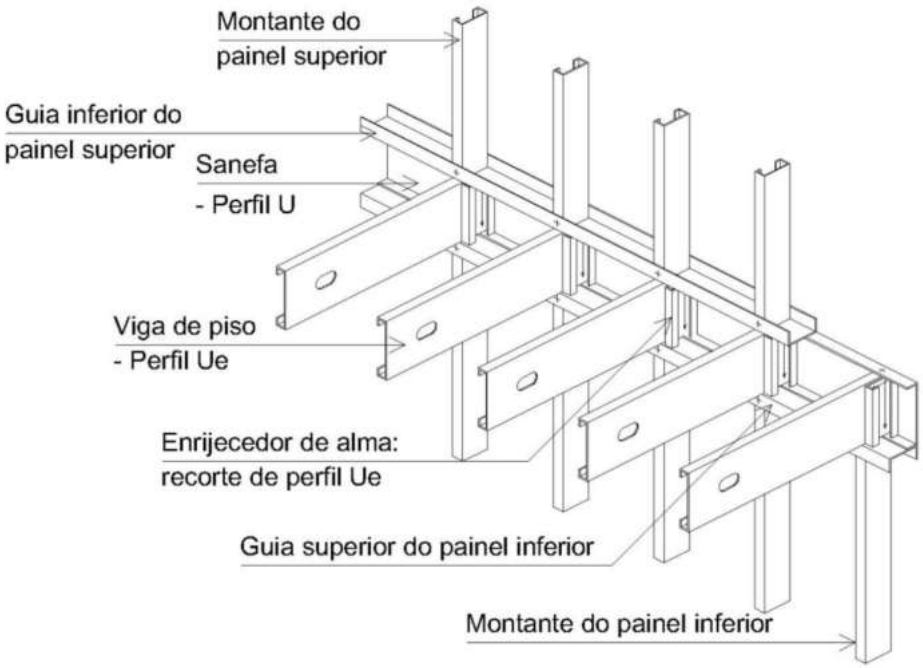
Fonte: Crasto (2005).

3.1.6 Lajes

Segundo Crasto (2005) a estrutura das lajes em Steel Framing é muito semelhante a estrutura utilizada nos painéis, ou seja, são formadas por perfis de seção Ue, de aço galvanizado, cujo espaçamento dos elementos estruturais ou modulação é definido pelo projeto de acordo com as cargas a que cada perfil está submetido. Essa modulação geralmente é a mesma para toda a estrutura: painéis, lajes e telhados.

Os elementos estruturais denominados vigas de piso (Figura 15) são compostos de perfis de aço de seção Ue, dispostos na horizontal, cuja dimensão das mesas geralmente são iguais as mesas dos montantes, entretanto a altura da alma pode variar. A determinação desta altura se dá através do cálculo estrutural por meio de vários fatores, entre eles, a modulação da estrutura e o vão entre os apoios. A distância entre os apoios das vigas de piso não pode ser muito grande pois necessitaria de perfis com alma de maior altura. (CRASTO, 2005)

Figura 15 – Estrutura de laje em Steel Framing



Fonte: Crasto (2005).

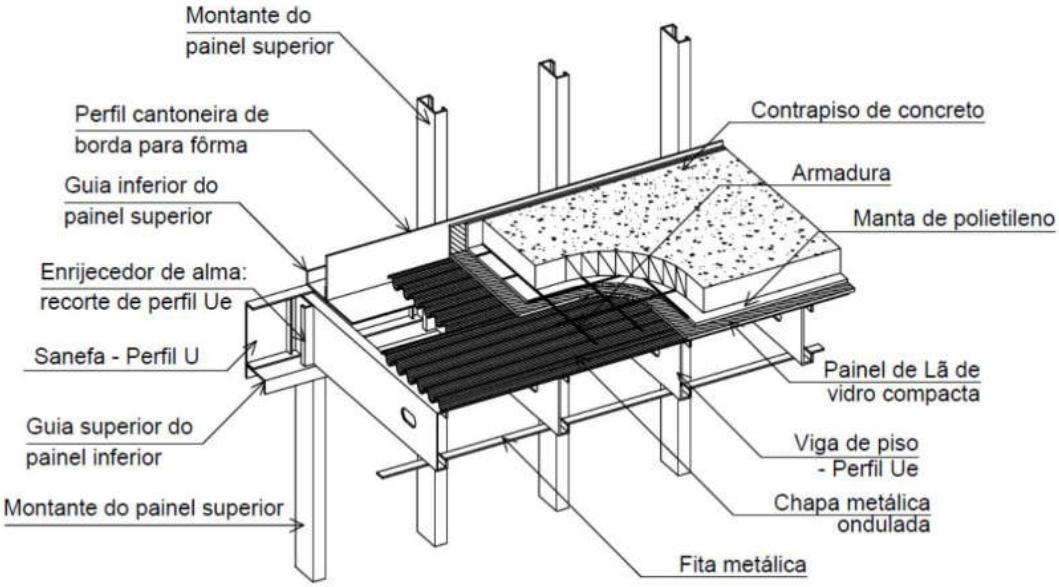
As vigas de piso devem ser resistentes e enrijecidas o bastante a fim de suportar as cargas a e evitar possíveis deslocamentos na residência. A função das vigas de piso é transmitir as cargas de utilização para os painéis estruturais, e também servem de estrutura de apoio para o contrapiso (CRASTO, 2005).

De acordo com Maso (2017) “sobre as vigas de piso é realizado o contrapiso da edificação. A forma de construção do contrapiso é que irá definir a tipologia da laje entre laje úmida ou laje seca”.

A laje úmida (Figura 16) é composta por uma chapa metálica ondulada, aparafusada as vigas de piso, que serve como fôrma para receber o concreto, uma camada de 4 a 6 cm de concreto simples que formará a superfície do contrapiso. O contrapiso de concreto serve como base para a aplicação do revestimento de piso que pode ser cerâmico, de madeira, laminado, etc. Para evitar fissuras no concreto é necessário a utilização de uma armadura de distribuição colocada antes da concretagem. Como forma de obter um conforto acústico adequado deve-se utilizar, entre a chapa metálica e o concreto, painéis de lã de vidro protegida por uma manta de polietileno

para evitar que a umidade do concreto passe para a lã de vidro durante a concretagem (CRASTO, 2005).

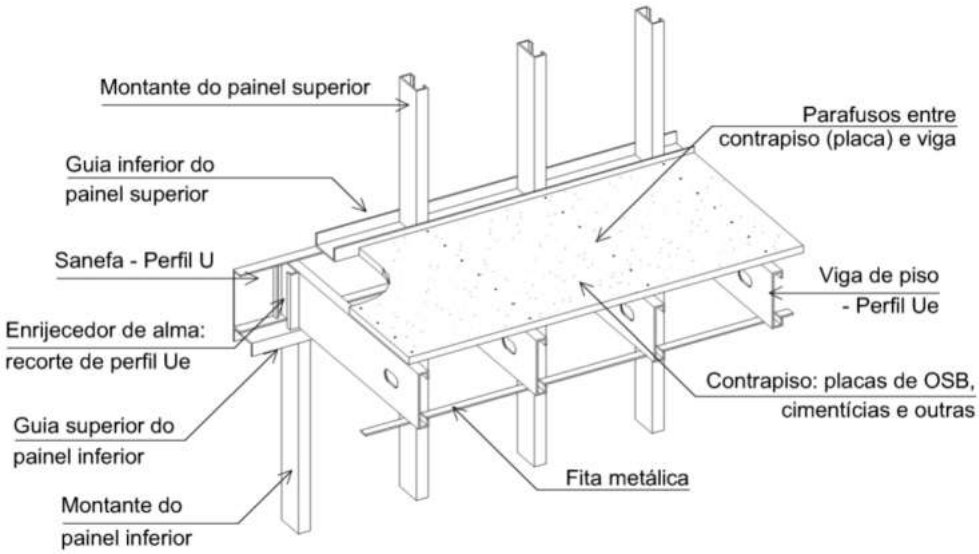
Figura 16 – Desenho esquemático da laje úmida.



Fonte: Crasto (2005).

A laje seca (Figura 17) consiste no uso de placas rígidas, como contrapiso, aparafusadas às vigas de piso, estas placas podem desempenhar a função de diafragma horizontal, desde que possuem função estrutural, geralmente são utilizadas placas cimenticias ou placas de OSB. A escolha da placa e a espessura está relacionado com o carregamento e com o tipo de revestimento que será utilizado. Dentre as placas, a mais utilizada é o OSB com espessura de 18 mm, pois apresenta propriedades estruturais que favorecem o uso como diafragma horizontal, são leves e de facil instalação. Em áreas molhadas como banheiros, cozinhas e áreas de serviço é indicado o uso da placa cimenticia pois possui maior resistência a umidade. Como diafragma horizontal a placa cimentícia não aprenta resultados satisfatórios (CRASTO, 2005).

Figura 17 – Desenho esquemático da laje seca.



Fonte: Crasto (2005).

3.1.7 Coberturas

Os telhados ou cobertura são destinados a proteger a edificação das intempéries e também desempenhar funções estéticas. O sistema Light Steel Framing possui enorme versatilidade possibilitando a realização dos mais variados projetos de cobertura variando desde coberturas planas a telhados com várias inclinações e intersecção de água. (CRASTO, 2005)

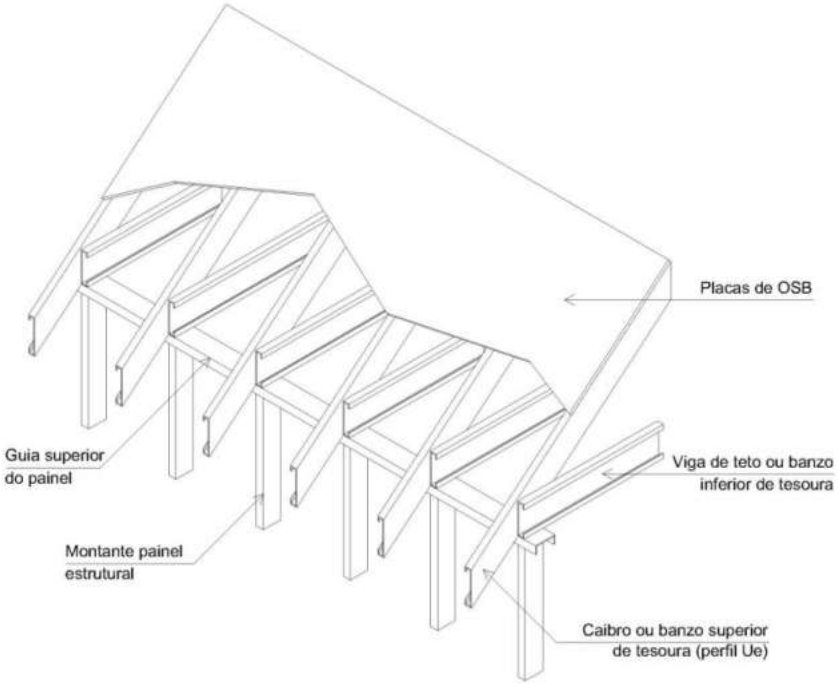
Conforme Crasto (2005) “a escolha depende de diversos fatores como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas, econômicas, etc. As soluções mais comuns são coberturas planas e coberturas inclinadas”.

As coberturas planas são menos utilizadas, sua execução é semelhante as lajes úmidas, a única diferença é que na cobertura deve-se fazer a montagem da laje deixando uma inclinação mínima para o escoamento da água. O tamanho ou composição dos perfis tipo U e Ue é definido conforme a distância entre os apoios, caso os vãos sejam muito grandes as vigas podem ser substituídas por treliças constituídas também por estes perfis. (MASO, 2017).

Ainda segundo o autor as coberturas inclinadas (Figura 18) possuem a estrutura semelhante a um telhado convencional, utilizam vigas, terças, caibros e tesouras,

porém, no lugar da madeira é utilizado os perfis de aço galvanizado. Para garantir que somente os esforços axiais sejam transferidos para as estruturas, é necessário que as almas dos perfis que compõem as tesouras ou os caibros estejam alinhados com a dos montantes dos painéis de apoio.

Figura 18 – Desenho esquemático de uma cobertura inclinada em LSF



Fonte: Crasto (2005).

As tesouras são muito utilizadas como estruturas para telhados inclinados em LSF, podem ser aplicadas de diversos formatos, montadas no local ou adquiridas pré-moldadas, o que facilita muito na etapa de execução. Elas são compostas por perfis U e Ue interligados formando os banzos superior e inferior, montantes, diagonais, enrijecedores e contraventamentos. (MASO, 2017)

Os telhados inclinados em Steel Framing aceitam diversos tipos de coberturas ou telhas. As telhas mais usuais são as cerâmicas, shingle (Figura 19) e a metálica. Para as telhas cerâmicas e shingle é indispensável a utilização de um substrato de apoio, que pode ser uma placa de OSB protegido com uma manta de impermeabilização. (CRASTO, 2005)

Figura 19 – Instalação de telhas shingles sobre placas de OSB.

Fonte: Crasto (2005)

3.1.8 Fechamento vertical

Para Santiago, Freitas e Crasto (2012), o fechamento vertical de uma edificação é composto pelas paredes internas e externas. No sistema LSF, os componentes de fechamento são formados por materiais leves, esses componentes são posicionados na face externa da estrutura e juntamente com os perfis galvanizados vão formar as vedações internas e externas da edificação.

Segundo os autores “os materiais de fechamento e acabamento mais adequados são aqueles que propiciam uma obra “seca”, com redução ou eliminação das etapas de execução que utilizam argamassas e similares.”

No Brasil os produtos comercializados para o fechamento de construções em LSF são fornecidos em placas ou chapas, com várias espessuras, e os mais utilizados

são o OSB, a placa cimentícia e o gesso acartonado, sendo este último, somente indicado para aplicações em áreas internas. (CRASTO, 2005)

As placas de OSB podem ser aplicadas de diversas maneiras no LSF como em pisos, forros, substrato para a cobertura do telhado e também como fechamento de paredes externas e internas. Porém, devido as suas características, não é indicado que se utilize em locais exposto a intempéries, neste caso, em áreas externas o recomendado é utilizar um acabamento impermeável. (SANTIAGO; FREITAS e CRASTO, 2012).

De acordo com Crasto (2005) as placas cimentícias são utilizadas como fechamento externo ou interno dos painéis, devido a sua capacidade de resistência a unidade são recomendadas para uso em áreas molhas e expostas a intempéries. Sua composição consiste basicamente em cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Para a utilização em pisos é imprescindível um substrato de apoio para proporcionar resistência à flexão.

No sistema LSF, as placas de gesso acartonado, ou Drywall, são utilizadas para fazer o fechamento vertical e o fechamento das divisórias das áreas internas da edificação. A estrutura do Drywall, também é constituído de perfis U e Ue de aço galvanizado, porém de menores dimensões, pois suportam apenas o peso dos fechamentos e revestimentos, e de peças suspensas fixadas em sua estrutura com armários, bancadas, quadros, etc. (CRASTO, 2005)

Segundo Maso (2017) “o revestimento final é aplicado após a colocação das placas de fechamento e membrana impermeabilizante, sendo que as possibilidades de revestimento no Light Steel Frame são praticamente as mesmas da construção convencional ou em Alvenaria Estrutural.”

3.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo tradicional, (NETO; PELUSO; CARVALHO, 2015), utilizada pelo homem desde a antiguidade. Sendo o principal elemento de alvenaria a rocha. No entanto, a partir de 4.000 a.C., a argila foi inserida, incluída à composição, sendo possível a produção de tijolos. Com o decorrer dos anos e o procedente aumento do conhecimento empírico, os métodos de construção foram otimizados. Nos dias de hoje é possível localizar-se uma grande variação de blocos, de diferentes tamanhos e resistências. Possibilitando dinamizar as construções em alvenaria estrutural.

As primeiras construções de edifícios que surgiram, no Brasil, foi no ano de 1966, com 4 pavimentos em alvenaria armada de blocos de concreto. Entre 1964 a 1966, foi estimado ter sido executados cerca de dois milhões de unidades habitacionais de alvenaria estrutural no Brasil. Chegou ao auge na década de 80 no, Brasil.

Segundo SILVA, a alvenaria antes era somente uma forma de vedação agora tem a capacidade de com a alvenaria estrutural ser a própria estrutura da edificação.

A alvenaria estrutural trata-se, de um método construtivo, de modo que as paredes têm como função ser estrutural, assim seja, são autoportantes. Dessa forma, passa ser encarregada da transmissão das cargas até a fundação. Diferencialmente da alvenaria convencional, na tal como está é utilizada como elemento de vedação. A alvenaria estrutural pode ser composta por: blocos de concreto, blocos cerâmicos ou, ainda, de tijolos cerâmicos maciços. Todos com grande capacidade resistente à compressão. (Esses itens devem agir para resistir aos esforços de compressão, conforme descrito em projeto, e podendo ser utilizado barras de aço. Sendo ligadas na alvenaria por meio do grauteamento, assim resistindo os de tração e proporcionando uma melhor homogeneidade. NETO; PELUSO; CARVALHO, 2015).

Contudo, este processo não tem muita resistência à força cortante, também não à grandes esforços de tração. Conforme os argumentos é aconselham a utilização da alvenaria estrutural predominantemente nas localidades mais estáveis, no qual não

tenha a possibilidade de episódio de abalos sísmicos, conforme é o caso do Brasil (NASCIMENTO NETO, 1999).

Este sistema, geralmente, é muito utilizado em prédios nos quais existam pavimentos tipo modularizados e repetições de layout. Sempre que bem planejado e gerenciado, é a melhor opção para se reduzir o tempo e o custo da obra, por ser um sistema de simples execução. No entanto, diversos cuidados necessitam ser tomados no que se refere ao projeto e à execução da obra. Certa vez que as correções de erros podem onerar, e enorme, a obra. (NETO; PELUSO; CARVALHO, 2015).

Segundo SABATINNI (2006), não podendo ser considerada a alvenaria estrutural pelo seu comportamento, modulação e racionalização de projeto. É a presença da integração entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico das edificações que resultam na economia em torno de 25% a 30% no custo total da obra.

Em alvenaria estrutural quando é feita as construções de edifícios não pode ocorrer falhas e erros na hora da execução das paredes. Logo a união entre as paredes estruturais deve ser feita, por meio de interpenetração, jamais sendo possível, aceita a união por apoio metálico, a partir de que seja eficiente para prevenir fissuras e concorde a distribuição de esforços entre as paredes. A operação de grauteamento dos pilares verticais é uma operação de importância essencial para o desempenho estrutural esperado nos PCAE-PA, tanto para as alvenarias cerâmicas, quanto para as de blocos vazados de concreto.

As maiores vantagens da alvenaria estrutural em relação aos processos tradicionais são:

• Economia no uso de madeira para formas;

• Redução no uso de concreto e ferragens;

• Redução na mão-de-obra em carpintaria e ferraria;

• Facilidade de treinar mão-de-obra qualificada;

• Projetos são mais fáceis de detalhar;

• Maior rapidez e facilidade de construção;

• Menor número de equipes ou subcontratados de trabalho;

• Ótima resistência ao fogo;

• Ótimas características de isolamento termo acústico;

• Flexibilidade arquitetônica pelas pequenas dimensões do bloco;

As maiores desvantagens da alvenaria estrutural são:

• As paredes portantes não podem ser removidas sem substituição por outro elemento de equivalente função;

• Impossibilidade de efetuar modificações na disposição arquitetônica original;

• O projeto arquitetônico fica mais restrito;

• Vãos livres são limitados;

• Juntas de controle e dilatação a cada 15m.

Este tipo de estrutura pode ser dividido em 2 (dois) tipos:

-Alvenaria Estrutural Não Armada

-Alvenaria Estrutural Armada.

3.2.1 Classificações

3.2.1.1 Alvenaria Estrutural Não Armada

Este método vem sendo historicamente utilizado em edificações de pequeno porte, como residências e edifícios com até 8 (oito) pavimentos.

> “aquela construída com blocos vazados de concreto, assentados com argamassa, e que contém armaduras com função construtiva ou de amarração, não acontecendo esta última considerada na absorção dos esforços calculados”.

Encontram-se normas apropriadas a cálculo estrutural (NBR 10837 – “Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto”) tal como para a NBR 8798 – “Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto”.

O tamanho do bloco a ser utilizado é determinado na fase de projeto, por isso é fundamental a paginação de cada uma das paredes da edificação.

Já na alvenaria estrutural não armada não deve acusar esforços de tração na hora da analise estrutural.

3.2.1.2 Alvenaria Estrutural Armada

Podendo ser exercida em edificações com ainda mais de 20 pavimentos. São feitos geralmente através de blocos cerâmicos ou de blocos vazados de concreto, tendo a execução e o projeto regido pelas mesmas normas citadas anteriormente.

> “construída através de blocos vazados de concreto, colocadas com argamassa, na qual certas cavidades são preenchidas continuadamente com graute, compondo-se armaduras envolvidas o suficiente capaz a absorver os esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração”.

O tamanho do bloco a ser utilizado, como na alvenaria não armada, é determinado na fase de projeto, por isso é necessária a paginação de cada uma das paredes da edificação.

A utilização dos aços na alvenaria estrutural, em geral, os mesmos utilizados em concreto armado, devendo-se seguir as recomendações do projetista e da (NBR 7480/2007– Barras e Fios de Aço para Armaduras para Concreto), envolvendo-se essa armadura com o processo de grauteamento, que consiste em um concreto com

agregados apresentam granulometria inferior, a dimensão dos agregados não deve ultrapassar 1/3 da menor dimensão dos furos a preencher, tem apresenta boa trabalhabilidade e preenche completamente todos os vazios. (ROMAN et al., 1999).

3.2.1.3 Alvenaria Protendida

Neste caso, a estrutura é submetida a um esforço de compressão aplicado pela utilização de armadura ativa pré-tensionada, é o processo mais caro dentre os apresentados.

3.2.2 Aplicação

A alvenaria estrutural é um método construtivo que é permissível construir inúmeros tipos de obras, no entanto, o sistema precisa de arranjos arquitetônicos que possibilitam e viabilizam sua utilização.

Com destino a ter uma maior eficiência e custo benefício, é aconselhável a aplicação da alvenaria estrutural em obras de padrão baixo ou médio, onde os ambientes e os vãos são menores. A altura dos edifícios pode impossibilitar a construção neste sistema.

Entretanto, a alvenaria estrutural não é apenas uma opção de construção de baixo padrão e de conjuntos habitacionais, e sim uma solução mais barata e rápida quando comparada a construção convencional, podendo também ser utilizada em edificações de alto padrão.

3.2.3 Componentes

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003), a alvenaria estrutural é seguida por dois conceitos principais: componentes e elementos. A NBR 10837 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989) aponta o significado destes conceitos compondo-se “ente que compões os elementos da obra, formados por material natural ou de fabricação industrial”, atualmente, os principais itens utilizados são os blocos ou tijolos (unidades), a argamassa, o graute e a armadura (construtiva ou de cálculo). Logo os elementos, conforme as normas são, “parte da obra suficientemente exercida, constituída da reunião de um ou mais componentes”,

conforme elementos podem ser considerados as vergas, vigas, pilares, cintas e paredes.

3.2.3.1 Unidades

De acordo com Camacho (2006, p.9), “os itens [blocos e tijolos] são os componentes principais que compõe a alvenaria estrutural, uma vez sendo eles que regem a resistência à compressão e apontaram os recursos para aplicação da técnica da coordenação modular nos projetos”.

As principais unidades mais utilizadas no Brasil são as de concreto, de cerâmicas e as de sílico-calcáreas. Blocos de concreto são produzidos por uma mistura de cimento Portland, agregado, e com a utilização ou não de aditivos, sendo moldados em prensa vibratória. Segundo a NBR 6136 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), para definir a resistência dos blocos de concreto depende da classe, portanto a resistência mínima a compressão (fbk) é de 3,0 MPa em relação a blocos da classe “C” com função não estrutural e estrutural com limitações, e para os restantes tipos de blocos estruturais sem limitações de uso é de 4,0 MPa.

Já os blocos cerâmicos são produzidos, segundo a NBR 15270-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014) “por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado em elevada temperatura”, para a norma, a resistência característica à compressão (fbk) dos blocos cerâmicos estruturais deve ser maior que 3 MPa.

Na opinião de Ramalho e Corrêa (2003), a resistência dos blocos é o fator principal de influência da resistência à compressão das paredes estruturais, e conforme os autores, quanto maior a resistência do bloco, maior será a resistência da alvenaria. Para a escolha do tipo de bloco que será utilizado na edificação vai depender de fatores como de disponibilidade no comércio local e custo, mão de obra especializada e tipo de projeto e edificação.

3.2.3.2 Argamassa

A argamassa é um dos itens muito importante do sistema, pois tem a responsabilidade de fazer a distribuições de toda carga para os blocos que estão ligados nela, ou seja, podendo ser assimilada a uma solda de estrutura metálica, pois tem um componente estrutural (bloco) embaixo e outro em cima. Estando assim, a argamassa se torna a emenda entre os componentes, precisando, que seja suportada a carga solicitada e juntar os componentes do prisma.

Para Ramalho e Corrêa (2003), a resistência à compressão e a espessura da junta horizontal da argamassa são fatores que influenciam a resistência à compressão da parede como um todo, quanto maior a espessura da junta menor resultará a resistência da parede, já a resistência à compressão da argamassa não tem intervenção importante, a menos que obtenham porcentagens inferiores a 30% ou 40% da resistência do bloco. De acordo com Gomes (1983 apud RAMALHO; CORRÊA, 2003, p.77), "a argamassa de assentamento deve ter como resistência um valor entre 70% e 100% da própria resistência do bloco".

São classificados 4 tipos de argamassa mista conforme a norma americana, que são, M, S, N e O:

• Argamassa tipo M: utilizada em alvenaria em contato com o solo, como muro de arrimo, etc. Possuindo alta resistência à compressão e uma boa durabilidade.

• Argamassa tipo S: utilizada em alvenaria sujeita a esforços de flexão. Com boa resistência à compressão e à tração quando confinada entre as unidades.

• Argamassa tipo N: utilizada no uso geral em alvenarias expostas, sem contato com o solo. Tem uma boa durabilidade e média resistência à compressão.

• Argamassa tipo O: pode ser empregada em alvenaria de unidades maciças de que modo a sua tensão a compressão não passe de 0.70 MPa e não encontre-se exposta em meio agressivo. Expressa uma baixa resistência à compressão e conveniente para o uso em paredes de interior em geral.

3.2.3.3 Graute

O graute é um concreto com agregados miúdos e alta plasticidade e com o slump relevante para complementar os vazios e se acomodar nos vãos. Segundo Sabbatini (2003, p.17) relata as funções do graute tal como: “permitir que a armadura trabalhe juntamente com a alvenaria, quando demandada; aumentar localizadamente a resistência à compressão da parede e impedir a corrosão da armadura”.

3.2.3.4 Armadura

A armadura utilizada na alvenaria estrutural é a mesma utilizada do concreto armado. Pode ter aplicação de cálculo, com finalidade de reforço e distribuição das tensões, ou também função somente construtiva.

Para Ramalho e Corrêa (2003), a armadura é utilizada para aumentar a ductibilidade da estrutura, aumentar o limite normalizado da esbeltez das paredes ou para reforço em um local que necessite maiores resistências.

3.2.4 Elementos

De acordo com Cavalheiro (s.d.), os elementos essenciais da alvenaria estrutural são: os pilares, as paredes, vergas, contravergas, cintas, enrijecedores e lajes. A seguir será apresentados alguns conceitos e classificações destes elementos.

3.2.4.1 Parede

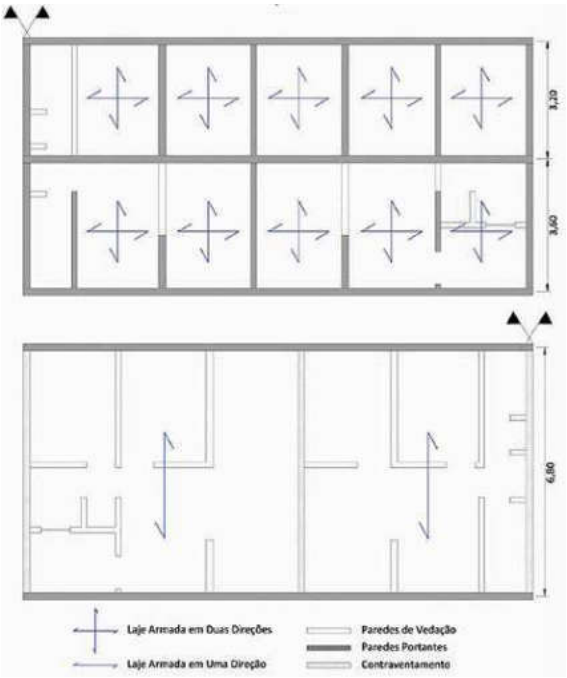
A NBR 15961-1: 2011 classifica o elemento parede em dois tipos: estrutural ou não estrutural. Parede estrutural é a que participa da estrutura, trabalhando como apoio às lajes e a demais elementos direcionando as forças atuantes. Já a parede não estrutural é aquela que não participa da estrutura, transmitindo seu carregamento para às lajes ou para outros elementos da estrutura.

De acordo com Santos (1998, p.17), parede pode ser conhecida como um “elemento lamiar vertical, apoiado de forma constante em toda a sua base, com comprimento maior do que cinco vezes a espessura”.

Roman10 apud Razente (2004) classifica as paredes conforme a função estrutural que exercem da seguinte maneira:

a) Paredes de vedação: resistem unicamente o seu peso próprio, e adota como papel de separação de ambientes internos ou de fechamento externo. Não tem alguma obrigação estrutural;
b) Paredes estruturais: têm o trabalho de resistir a todas as cargas verticais do seu devido peso, as de ocupação e as acidentais colocadas sobre elas. São dimensionadas por meio de processos racionais de cálculo;
c) Paredes de contraventamento: são as paredes estruturais projetadas para sustentarem também as cargas horizontais – originadas especialmente pela ação dos ventos – paralela ao seu plano;
d) Paredes enrijecedoras: têm como a sua função de enrijecer as paredes estruturais contra a flambagem.

Figura 20 - Disposição das Paredes e Armação das lajes.



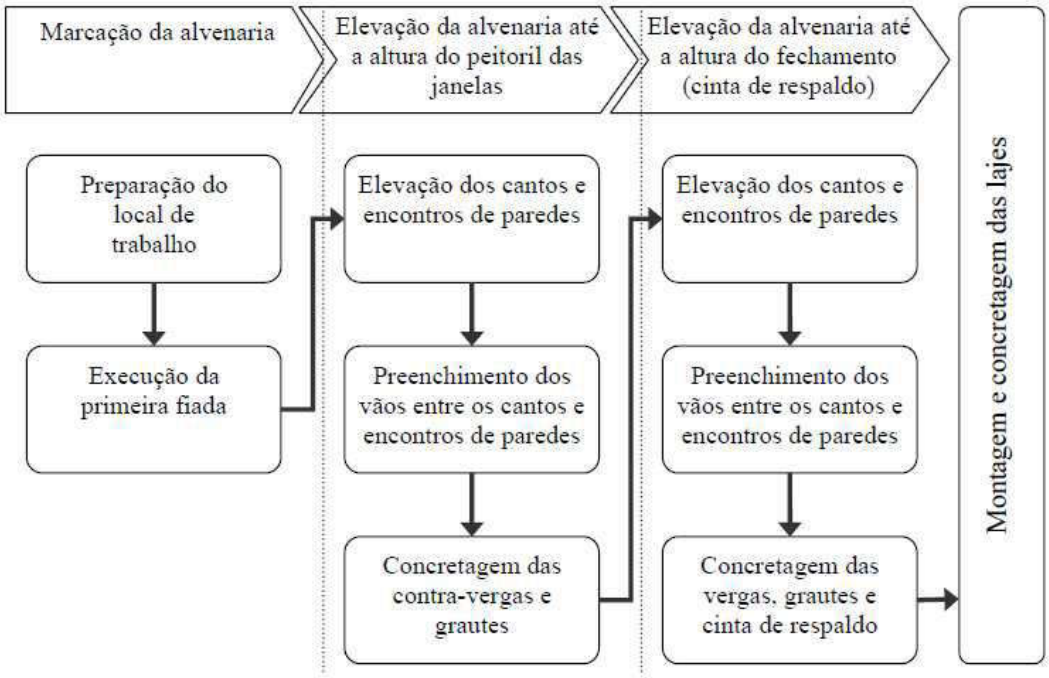
Fonte: TAUIL E NESSE (2010, p. 44).

3.2.4.1.1 Levantamento das Paredes

A execução de uma parede estrutural em blocos de concreto ou cerâmico deve considerar alguns cuidados a tomar durante a construção. A NBR 15812-2:2010 e NBR 15961-2:2011 tem como parâmetros definidos a execução e controle de obras em blocos cerâmicos e blocos em concreto, respectivamente.

Para iniciar o serviço é importante que o local esteja limpo e a base nivelada, é necessário também a locação correta dos blocos e instalações conforme definido em projeto, a primeira fiada demanda uma atenção maior do que a marcação e alinhamento para conter propagação de erros. O assentamento dos blocos deve ocorrer durante o tempo que a argamassa apresentar propriedades de trabalhabilidade e plasticidade. Na Figura 21, é mostrado um fluxograma com as etapas de levantamento das paredes conforme Richter (2007) descreveu.

Figura 21 - Fluxograma da Execução das Paredes Estruturais.

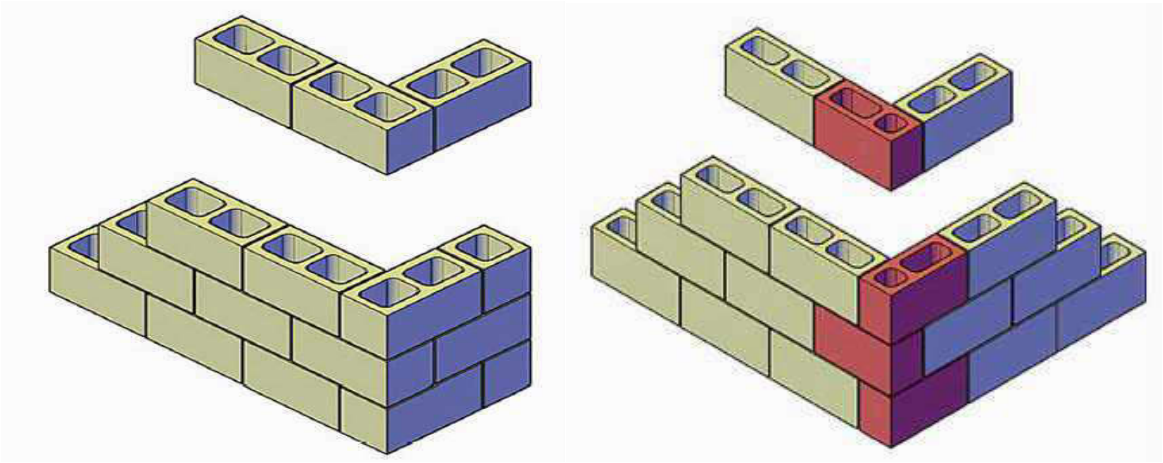


Fonte: RICHTER (2007, p.46).

3.2.4.1.2 Armação das Paredes

Segundo a NBR 15961-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), a amarração das paredes pode ser realizada de duas maneiras: a direta e a indireta. A amarração direta, como mostra a Figura 22, é feita pelo intertravamento dos blocos com interpenetração alternada de 50% das fiadas. De acordo com Parsekian (2012, p.57), "a utilidade da amarração direta melhora a distribuição de cargas verticais e possibilita a consideração das abas na determinação do momento de inércia das paredes de contraventamento, aumentando altamente a rigidez do edifício".

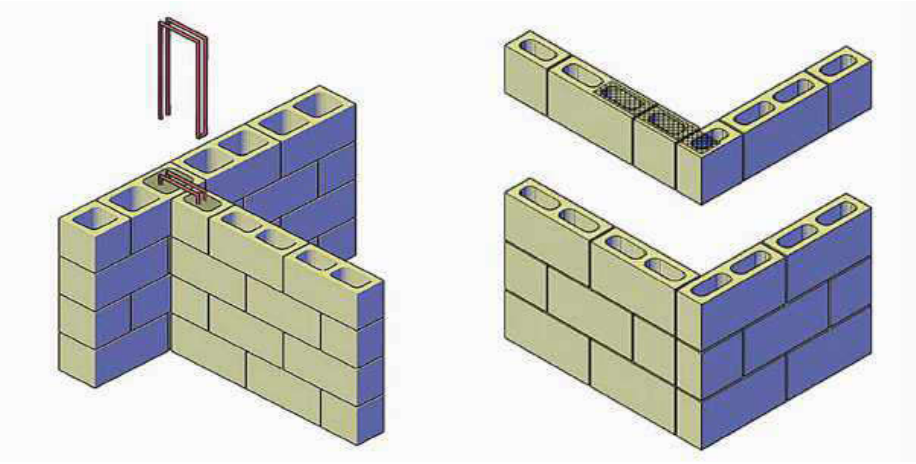
Figura 22 - Esquema de Parede com Amarração Direta.



Fonte: TAUIL E NESE (2010, p. 95 e 96).

Outra possibilidade é da utilização de amarração indireta, conforme demonstrado na Figura 23, com junta vertical a prumo. Neste caso é utilizada uma armadura como reforço para permitir a melhor distribuição dos esforços e evitar a formação de fissuras, também pode ser utilizada tela metálica capaz de executar amarração das paredes não estruturais e utilizar grampos em formato de "U" nos blocos grauteados das paredes estruturais.

Figura 23 - Esquema de Amarração Indireta em Paredes Estruturais e Não Estruturais.



Fonte: TAUIL E NESSE (2010, p. 98 e 99).

3.2.4.1.3 Juntas de Dilatação e Juntas de Controle

Juntas de dilatação e controle são de extrema importância uma vez permitindo que a movimentação dos elementos estruturais evitando a formação de fissuras e trincas. De acordo com Tauil e Nese (2010), juntas necessitam ser previstas nas situações decorrentes: mudança da altura, mudanças bruscas de direção ou espessura da parede, encontra com a laje de cobertura, intersecção de pilares e aberturas de portas e janelas.

Juntas de controle divergem das juntas de dilatação por acontecerem efetuadas exclusivamente nas paredes da estrutura, sendo assim, juntas verticais. Segundo Vilató e Franco (1998 apud RICHTER, 2007, p.34), “As juntas de controle tem como função controlar as dimensões dos painéis de alvenaria com o real objetivo de eliminar grandiosas concentrações de tensões devido às deformações intrínsecas do mesmo”. A NBR 15961 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011) define os limites em relação a a utilização de juntas de controle de 7 a 12 metros para paredes externas e internas, respectivamente, sem armadura horizontal; e de 9 a 15 metros para paredes externas e internas com armadura horizontal, respectivamente.

3.2.4.2 Laje

Dentro de alvenaria estrutural as lajes assumem com grande responsabilidade por resistir às cargas permanentes como: peso próprio, revestimento, peso das paredes e o contrapiso, e também resistir às cargas acidentais. Podendo ser de concreto armado, pré-moldadas como laje alveolar ou executadas in loco, treliçada ou steel deck. Conforme cada tipo de parede elas podem ser armadas em uma direção ou em duas direções.

A laje do último pavimento requer uma atenção maior que as demais devido a maior exposição as variações térmicas, podendo resultar em danos à alvenaria. Neste processo é aconselhado colocar juntas horizontais para liberar a movimentação da laje sobre as paredes, ou fazer uma proteção térmica na laje. As juntas podem ser feitas com manta asfáltica, PVC, fórmica ou perfil de borracha, logo a proteção térmica é feita com a aplicação de argila expandida sobre a laje de outro modo que ainda possa ser feito o assentamento de blocos celulares sobre a mesma.

Segundo Helena Jr. (2012), as lajes maciças armadas nas duas direções são as mais indicadas pela rigidez e estabilidade que proporcionam a edificação por distribuir as forças horizontais e cargas verticais. Por se apoiam em mais de duas paredes estruturais conferem um benefício adicional à construção pelo fato de oferecer maior resistência no caso de uma parede estrutural ser retirada, de forma indevida, pelo usuário da edificação.

3.2.4.3 Verga, Contra Vergas e Cintas

Segundo a NBR 15961-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), tanto as vergas como as contravergas e cintas podem ser executadas in loco com um bloco do tipo canaleta preenchido com concreto do tipo graute e com armadura calculada em projeto, entretanto, até então existe a chance de se aplicar vergas e contravergas pré-fabricadas.

As vergas são elementos estruturais lineares que são utilizadas na parte superior dos vãos de aberturas com a função de resistir aos esforços verticais causados pela interrupção da parede e também os esforços gerados nos cantos das aberturas

onde ocorre um ponto de concentração de tensões, elas devem ser capazes também de transmitir estes esforços para as paredes adjacentes à abertura.

As contra vergas, assim como as vergas, são responsáveis por absorver os esforços dos cantos das aberturas na sua base, evitando a formação de fissuras e distribuindo melhor os esforços das paredes.

A cinta é um componente estrutural apoiado sobre as paredes da qual função é fazer a amarração destas. Conforme Ramalho e Corrêa (2003, p.31), "Cintas podem ser realizadas com diversas alturas e armadas com barras de vários diâmetros". Para a NBR 15961-2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011), a cinta deve ser executada de forma contínua em cada pavimento da edificação, preferencialmente na fiada de respaldo que forma a ligação das paredes juntamente a laje, para unir-se todas as paredes da estrutura. É necessário tomar cuidado durante a aplicação da cinta para permitir passagem às instalações da edificação.

3.2.4.4 Contraventamento

Estruturas de contraventamento são os autores pela distribuição dos esforços horizontais predominantemente de vento e sismos. De acordo com Ramalho e Corrêa (2003, p.45), "se presume que as ações horizontais sejam distribuídas aos painéis de contraventamento pelas lajes dos pavimentos". Nesta direção a laje funcionaria como diafragma rígido, e embora para os autores, as lajes moldadas in loco são as que melhor apresentam um desempenham papel de diafragma devido ao maior travamento adequado aos painéis.

Outro fator determinante no dimensionamento é a simetria do projeto. Plantas assimétricas causam um esforço adicional na estrutura devido à torção nas lajes tornando mais difícil a distribuição dos esforços tanto na etapa do projeto como para a estrutura em si.

Além das lajes que trabalham como diafragma rígido, além disso, são dimensionadas paredes aptas a distribuir estes esforços trabalhando como travamento da estrutura.

3.2.4.5 Instalações

Projetos elétricos e hidrosanitários devem estar alinhados junto com o projeto arquitetônico e estrutural de forma que a instalação destes subsistemas não necessite de rasgos nas paredes, caso necessitar de rasgos na parede o que pode acontecer é comprometer a resistência dos elementos e ainda causar desperdício de material e de tempo contrariando o aspecto racionalizado do sistema. De acordo com Tauil e Nesse (2010, p.57), "Rasgos de paredes equivalem re-trabalho, maior consumo de material e de mão de obra e desperdício, e em especial, insegurança de acordo com o ponto de vista estrutural devido a redução da seção resistente".

Instalações elétricas devem ser feitas de acordo com o projeto elaborado, na alvenaria estrutural pode ser realizada em paredes ou shafts. Nas paredes as passagens dos dutos verticais são realizadas entre os vazios dos blocos e os dutos horizontais devem ter o caminhamento previsto pela laje ou piso da edificação. As caixas elétricas são instaladas usando blocos especiais já presentes no mercado conhecidos de blocos elétricos ou ainda pelo recorte dos blocos in loco para chumbamento das caixas. Sempre que a instalação é realizada em shafts é necessário tomar cuidado para que este possa possibilitar manutenções futuras caso necessário. Posteriormente, devem ser adicionados os dispositivos e seus respectivos acabamentos nas caixas de interruptores, tomadas e nos quadros.

Instalações hidráulicas, o método de instalação da tubulação é parecido com às de instalações elétricas. Necessitam ser instaladas sempre que possível em shafts ou dentro de paredes não estruturais, uma vez que não sendo permitida a passagem deste tipo de tubulação em paredes com função estrutural correspondente a problemas que possam vir a aparecer no futuro precisando de manutenção. Com o intuito de melhor eficiência do projeto, conforme Manzione (2004 apud NONATO,2013, p. 39), "é recomendado que as áreas molhadas como (cozinha, área de serviço e banheiro) sejam feitas em uma mesma localidade na edificação, podendo assim ter um melhor uso dos shafts e um melhor desenvolvimento das prumadas".

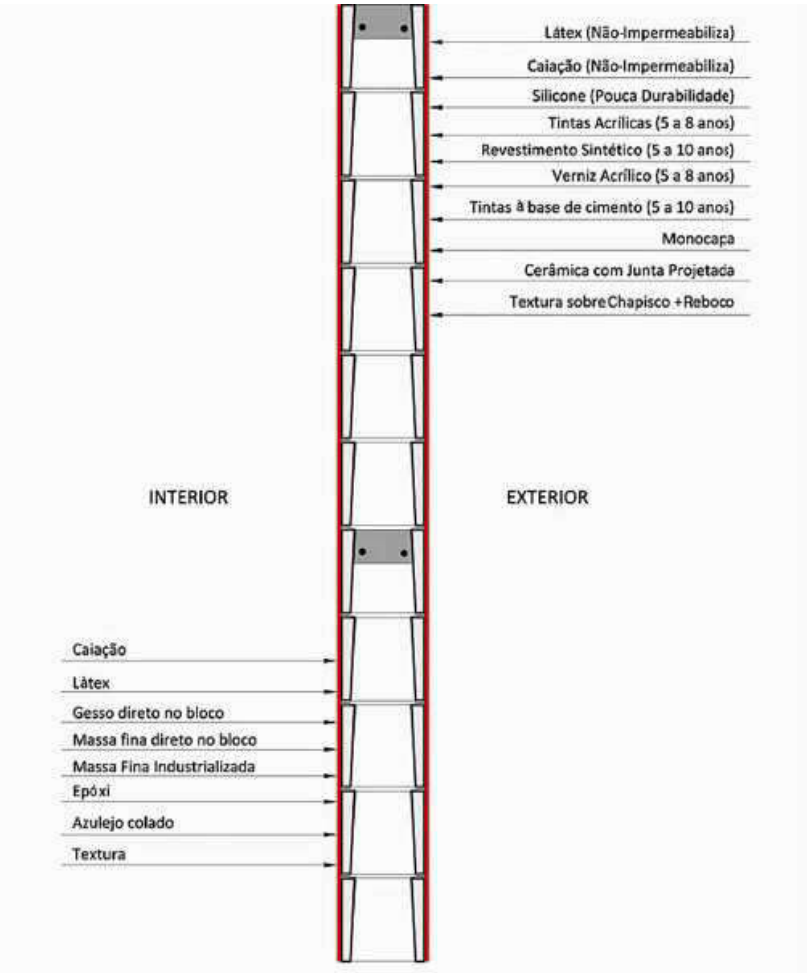
Conforme descreve Azevedo (2004), as instalações hidrosanitárias abrangem vários tipos de sistemas da edificação: águas cloacais, água fria, águas pluviais, água

quente e incêndio. Precisam ser realizadas de maneira a facilitar futuras manutenções.

3.2.4.6 Revestimentos

De acordo com Cavalheiro (s.d., p.7), “a elevada precisão dimensional das unidades de alvenaria estrutural resulta em economia de revestimento”. Os blocos estruturais possuem aderência suficiente para permitir que as mais diversas possibilidades de revestimento do mercado sejam colocadas, tanto para paredes internas como externas, a Figura 24 esquematiza aplicando exemplos de alguns revestimentos possíveis e mais usados nestas estruturas.

Figura 24 - Possibilidades de Revestimento para Paredes Internas e Externas.



Fonte: TAUIL E NESE (2010, p. 112).

3.3 ANALISE COMPARATIVA ENTRE LSF X ALVENARIA ESTRURURAL.

3.3.1 LIGHT STEEL FRAMING

3.3.1.1 Qualidade

Segundo Milan, Novello e Reis (2011), a toda cadeia de produção dos insumos do LSF ser de forma industrializada, ter maior rigor nas etapas de qualidade em sua fabricação em paralelo com mão de obra especializada e qualificada, facilitando o gerenciamento da produção e do controle na qualidade em toda suas fases.

Na verificação da qualidade do LSF usa-se um método similar que é usado para qualquer outro tipo de obra convencional. Seguindo orientações de projeto, a gestão de qualidade verifica as estruturas durante a sua execução baseando-se em normas pertinentes assim como recebimento e estocagem de material.

Hass e Martins (2011), uma edificação construída pelo sistema LSF pode ser comparada a uma caixa metálica, apresentando ótima estabilidade até em abalos sísmicos. Isso ocorre devido as paredes com função estrutural dividem todo o peso das lajes e demais pavimentos.

Segundo Crasto (2005), o sistema LSF atende os critérios de qualidade e desempenho, segue rigorosamente Norma de Desempenho em Edificações Habitacionais – ABNT NBR 15575:2013 atualmente em vigor finalmente busca fixar critérios mínimos de durabilidade, qualidade, segurança e desempenho para as edificações habitacionais brasileiras. SINAT-Sistema de Avaliações Técnicas cumprindo com exigências de desempenho termo acústico. Gerando assim uma economia de energia e consequentemente reduzindo gastos.

3.3.1.2 Manutenção e durabilidade.

A manutenção de edificações construída pelo sistema LSF é considerada simples, rápida, sem geração de resíduo pelo fato de ser executado pela parte interna da casa, tendo a praticidade de não danificar a estrutura das paredes, por requerer apenas a retirada dos parafusos das placas. Necessitando pouca manutenção, adquirindo altíssima durabilidade, se mantendo a integridade dos revestimentos.

Mantendo uma proteção efetiva da umidade pode atingir adequadamente uma vida útil de projeto de pelo menos 200 anos (Hass e Martins 2011).

3.3.1.3 Meio ambiente.

O sistema LSF, por ser constituído unicamente por materiais industrializados seguindo normas rigorosas é considerado uma forma de construção a seco, assim não utiliza água em sua montagem, ressalvando na fundação. Sendo realizado com planejamento e projetado o sistema LSF a quantidade de sobras e entulho gerados é significantemente reduzida desde a construção até manutenções futuras, além da possibilidade de reciclagem. (Alves, 2015).

3.3.1.4 Prazo

Segundo Alves (2015) Pelo motivo de ser um método pré-fabricado, o tempo de obra é consideravelmente reduzido, possibilitando que após montagem várias equipes realizem trabalhos ao mesmo tempo etapas mais importantes para a construção de uma edificação em LSF são de fechamento, revestimento e a estrutura.

3.3.2 ALVENARIA ESTRUTURAL

3.3.2.1 Qualidade alvenaria estrutural

A alvenaria estrutural possui menos etapas que em relação a outros métodos utilizados, pelo motivo de ser um processo construtivo industrializado. Com e realização de menos passos, podemos nos atentar mais aos mínimos detalhes de controle da produção e qualidade, fazendo com que a edificação tenha parâmetros superiores de qualidade.

Para manter a qualidade deve-se vistoriar a o produto entregue visualmente de forma preliminar. Segundo a NBR 6136/2007 e a NBR 15812-2/2010, deve-se fazer um controle tecnológico com separação de amostra para verificações futuras, marcando e identificando por lote, data de coleta.

Segundo Sabbatini (2003), para a aceitação de alvenaria e à produção de alvenaria estrutural, deve-se haver controles do processo devem ser referentes ao

recebimento de materiais e componentes. Entretanto, esses materiais necessitam ser ensaiados para verificação da análise de taxa de absorção de água, dimensional, área líquida e resistência à compressão e de retração por secagem.

Segundo a ABNT NBR 15812-2:2; para ser executada alvenaria estrutural, o executor deve estabelecer e seguir um plano de controle da qualidade conforme figuras abaixo, onde devem estar explícitos:

- Os responsáveis pela execução do controle e circulação das informações;
- Os responsáveis pelo tratamento e resolução das não-conformidades;
- A forma de registro e arquivamento das informações.

Quadro 2 - Modelo de plano de controle para qualidade de material da alvenaria estrutural.

Ele.	Proc.	Inspeção		Analise	Amostra	Tolerância aceitação	Excepcionalidades / Ação	Status	Observações
1. Bloco	1.1 Recebimento	1.1.1 Inspeção Visual		Imperfeição	Anexo A.2	≤ 10,0 %	Com substituição.		
				Identificação	----------	≤ 10,0 %	Com substituição.		
		1.1.2 Insp.Geométrica	1.1.2.1 Largura	Anexo A.1	Anexo A.2	± 2mm	Contraprova		
			1.1.2.2 Altura e Comp.	Anexo A.1	Anexo A.2	± 3mm	Contraprova		
			1.1.2.3 Esquadro	Conferência	Anexo A.2	≤ 3,0 mm	Contraprova		
			1.1.2.4 Planeza	Conferência	Anexo A.2	≤ 3,0 mm	Contraprova		
		1.1.3 Inspeção Mecânica		f_{bk}	Anexo A.2	f_{bk} ≤ Resit. Projeto	Contraprova		
		1.1.4 Absorção de água		Conferência	Anexo A.2	≤ 10,0 %			
	1.2 Armazem.	1.2.1Verificação e controle visual.		Local	Superfície plana e nivelada				
					Fora de contacto direto com solo (umidade)				
				Disposição	Ordem de Recebimento				
					Identificação: Resistência, destino e lote				
2. Argamassa e Graute	2.1 Recebimento	Inspeção Visual		Imperfeição	Fora validade, integridade da embalagem.				
		2.1.1 Insp.Mecânica	2.1.1.2 Graute	f_{ij}	----------	f_{ij} ≤ Resit. Projeto	≥ 9 Mpa		
			2.1.1.3 Argamassa	f_{ij}	----------	f_{ij} ≤ Resit. Projeto	≥ 14 Mpa		
		2.1.2 Consistência	2.1.1.4 Graute	Exigência	20 ± 3mm		----------		
			2.1.1.5 Argamassa	Exigência	231 ±10mm		----------		
	2.2 Armazen	2.2.1 Verificação e controle visual.		Local	Fora de contacto direto com solo (umidade)				
					Agregados superfície dura, separados fora contacto c/ solo.				
				Disposição	Pilhas de no Maximo 10sacos				
3. Armadura	3.1 Armazen	3.1.1 Verificação e controle visual.		Local	Evitar contacto com solo (umidade)				
					Evitar contacto com solo (sujeira/pó)				
					Evitar danos que impossibilitem seu uso, como dobra ou qualquer tipo de deformação.				
4. Estrutura	4.1 Ensaios	4.1.2 Prisma - Resistência a compressão de 02 blocos com argamassa similar a usada na obra em laboratório		Resistência Caracteristica	A -12	Resistência caracteristica ≥ Resistência de Projeto			

Fonte: Robson de almeida santos (2010)

Quadro 3 - Modelo de roteiro com parâmetros para controle da qualidade da execução da alvenaria estrutural.

ETAPA	Detalhe	Equipamentos / Processo	Tolerâncias	Excepcionalidades	Status	Obs.
1.Aspectos iniciais	1.1 Limpeza do plano de assentamento	Todos que ajudem no processo	----------	----------		
	1.2 Disposição de equipamentos no local	De transporte vertical/horizontal	----------	----------		
	1.3 Disposição de materiais no local	De transporte vertical/horizontal	----------	----------		
	1.4 Equipamentos de segurança	Guarda corpo e todos que ajudem.	----------	----------		
	1.5 Projetos e materiais técnicos de apoio	----------	----------	----------		
2.Locação	2.1 Verificação nível do plano assentado	Nível laser, mangueira de nível, etc.	± 10mm	----------		
	2.2 Esquadro inicial	Esquadro	----------	----------		
	2.3 Junta inicial (J.)	De medição (trenas)	(5≤ J. ≤20)mm	Em 50 cm pode 30mm		
	2.4 Locação de eixos.	Projeto, equipamentos	----------	----------		
	2.5 Verificação locação de Instalações.	Projetos	----------	----------		
3.Levante	3.1 Verificar condições de argamassa	Tronco de cone	230 ± 10mm	----------		
	3.2 Execução das juntas	Colher, Desempenadeira, Bisnaga ou Meia-cana	10 ± 3mm	----------		
	3.3 Verificar condições de graute	Tronco de cone	20 ± 3mm	----------		
	3.4 Lançamento do graute	Desobstrução e visita de conferência.	$H_{máx}$ = 1,60m			
	3.5 Verificação do prumo pavimento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m		
	3.6 Verificação do prumo fachada.	Lazer ou manual	2mm/m	Maximo de 25mm		
	3.7 Descontinuidade de parede entre Pav.	Lazer ou manual	10mm	Paredes vedação 20mm		
	3.8 Verificação do alinhamento.	Lazer ou manual	13mm	5mm a cada 3m ou 10mm a cada 6m		
	3.9 Locação dos Vãos (portas/Janelas)	Gabaritos metálicos ou de madeira	----------	----------		
	3.10 Execução de Vergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas. 30 cm alem do vão				
	3.11 Execução de Contravergas	Pré-moldadas, executados in loco ou em blocos canaletas.				
	3.12 Execução das Cintas	Ser executada antes da inserção da laje em blocos tipo canaleta.				
	3.13 Colocação das Armaduras	Projetos e Espaçadores	Fixado de modo não mover grauteados			

Fonte: Robson de almeida santos (2010).

Procedimentos específicos para os seguintes itens devem ser incluídos no plano de controle da obra.

a) bloco cerâmico;

b) argamassa de assentamento;

c) grauteamento;

d) prisma;

e) recebimento e estocagem dos materiais;

f) controle de produção da argamassa de assentamento e do graute;

g) controle da resistência do bloco, da argamassa e graute;

h) controle dos materiais;

i) controle da locação das paredes;

j) controle do levante das paredes;

k) controle de execução dos grauteamentos;

l) controle do aceite da alvenaria.

Segundo Bianco 2015, deve-se ter atenção com mão de obra no mercado, pois apesar de não ser um sistema novo no Brasil, ainda não possui muita mão de obra qualificada no mercado. Deve-se ter o cuidado de treinar a mão-de-obra disponível para que entendam as especificidades do sistema construtivo, bem como fornece as ferramentas apropriadas para o trabalho.

3.3.2.2 Manutenção e durabilidade.

Segundo Rauber (2005) a elaboração de um mal projeto implicará em problemas danosos em todas as etapas da edificação, execução, custos, manutenção e na vida útil da edificação.

> "A alvenaria pode ser definida como um componente constituído por blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. Além das funções de alvenaria de vedação – conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo, durabilidade -, a alvenaria estrutural tem a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa ser submetido" (PARSEKIAN e SOARES, 2010)

A durabilidade está ligada na qualidade de materiais utilizados em obra, juntamente com o tipo de mão de obra utilizada. A qualidade da mão-de-obra empregada no levante da alvenaria tem grande influência na sua resistência final. Para uma facilitação na manutenção na parte hidráulica, cria-se chafts por onde passa toda parte hidráulica. Reboredo (2013).

3.3.2.3 Meio ambiente.

Através desse sistema, o projetista consegue calcular a quantidade exata de blocos que serão utilizados e extinguir as etapas de rasgos nas paredes para colocação de instalações elétricas e hidráulicas, que produz desperdício e retrabalho.

A Alvenaria Estrutural com o tempo deixou de ser apenas uma solução para construções habitacionais populares e passa a ser modelo nas construções

sustentáveis, devido à sua economia nos recursos naturais e diminuição de resíduos e entulhos no processo de construção.

A ausência de cortes nas paredes para passagem de instalações elétricas e hidráulicas, acarreta na redução do desperdício de material e quantidade de entulho, uma vez que são utilizados blocos modulares padronizados, predefinidas e representadas em projetos, mais resistentes consequentemente diminuindo a quebra em obra (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

3.3.2.4 Prazo

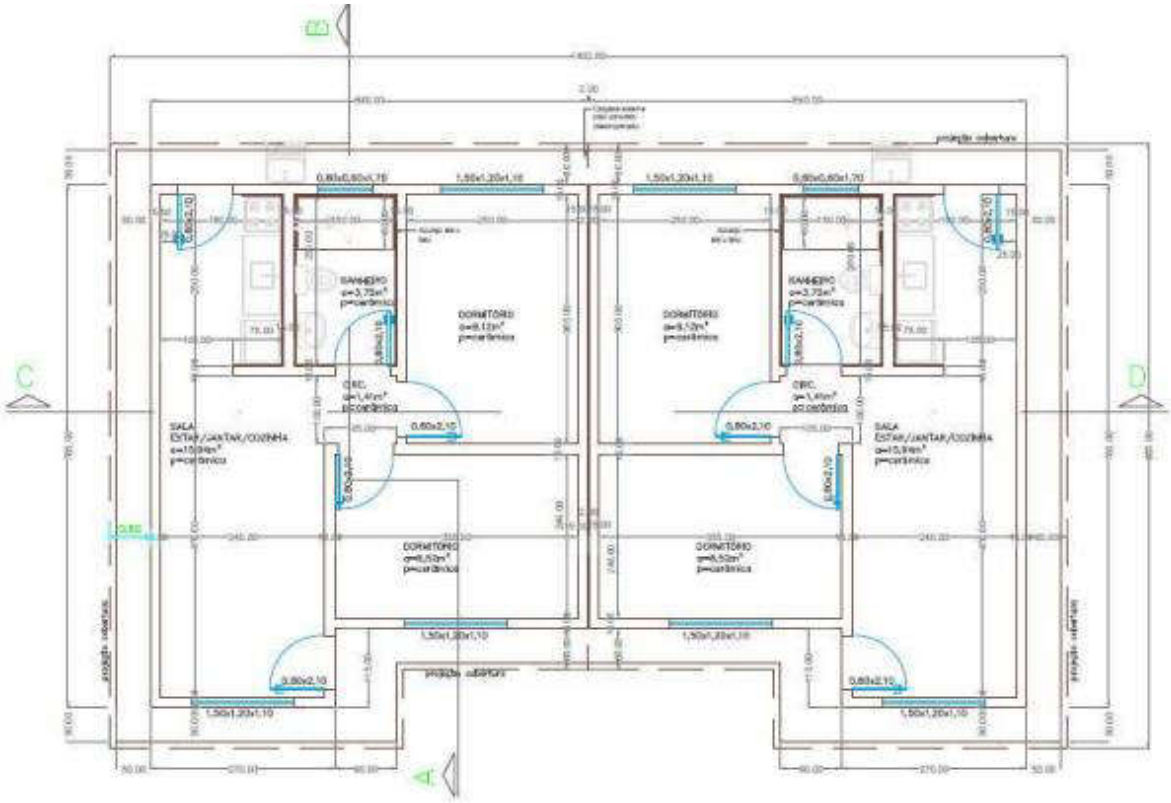
Tempo de execução menor e maior produtividade em função da simultaneidade de atividades sendo executadas, visto que a passagem dos dutos elétricos e a colocação de armadura, por exemplo, é feita juntamente quando a parede é levantada (CAVALHEIRO, s.d.).

4. ANALISE DE CUSTO

4.1 ESTUDO DE CASO 01

Maso (2017) realizou um estudo comparativo de custo entre o sistema LSF e alvenaria estrutural. Para o estudo, foi desenvolvido na construção de uma residência geminada com 2 unidades individuais, cada uma com área útil igual a 38,74 m² e área total igual a 44,71 m². Conforme figura abaixo:

Figura 25 - Planta arquitetônica.



Fonte: Julio Berton Maso (2017)

4.1.1 Etapas do projeto

Etapas dos projetos em LSF.

1. Serviços Preliminares: limpeza e fechamento do terreno, execução das instalações provisórias, movimentação de solo (caso necessário) e, além disso, mesa de trabalho de dimensões adequadas para a montagem de todos os painéis necessários a obra.

2. Fundação: radier.
3. Estrutura das paredes: No LSF, a estrutura é formada por perfis leves de aço galvanizado, com resistência ao escoamento mínimo de 230 MPa e um revestimento de zinco como proteção à corrosão de 350 g/m² para obras em atmosfera marinha ou 275 g/m² para atmosferas rurais e urbanas.
4. Cobertura: perfis montantes e guias formando treliça com somente dois painéis, obedecendo o modelo in-line o espaçamento entre as treliças foi de 40 cm permitindo realizar o apoio sobre os montantes das paredes.
5. Fechamento dos painéis: utilizados placas cimentícias e de gesso acartonado ST, no interior da estrutura foi utilizado isolantes térmico-acústicos.
6. Isolamento: aplicação de lã de vidro em todas as paredes externas da edificação com espessura de 5cm e densidade de 12 kg/m3.

Etapas dos projetos em alvenaria estrutural.

1. Serviços Preliminares: limpeza e fechamento do terreno, instalações provisórias, movimentação de solo (caso seja necessário) e, além disso, execução de serviços de locação da obra através de gabaritos.
2. Fundação: radier.
3. Paredes: blocos de concreto vazado com largura de 11,5cm da família ‘12,5’ de classe C. Conforme NBR 6136:2007.
4. Cobertura: fechamento feito com telhas de concreto com inclinação de 50%, 60 cm de beiral. Com posta por: treliças metálicas, que recebe as cargas dos caibros, ripas e telhas e transfere para a estrutura.
5. Acabamento das Paredes: aplicação de chapisco, emboço, reboco e o emassamento da superfície para a pintura acrílica em todas as paredes.

4.1.2 Custos diretos.

Na Tabela 01 são apresentados os custos diretos globais obtidos por Maso (2017), divididos por etapa construtiva.

Tabela 01 - Custos diretos globais.

ETAPA	ALVENARIA ESTRUTURAL		LIGHT STEEL FRAMING	
	R$	%	R$	%
SUPERESTRUTURA	R$ 6.982,44	26,63	R$ 15.546,93	51,25
COBERTURA	R$ 7.254,15	27,67	R$ 8.576,70	28,27
REVESTIMENTO	R$ 6.692,51	25,53	R$ 1.641,70	5,41
FORROS	R$ 1.784,46	6,81	R$ 2.499,84	8,24
PINTURA	R$ 3.502,84	13,36	R$ 2.068,23	6,82
TOTAL	R$ 26.216,40		R$ 30.333,40	

Fonte: Maso (2017).

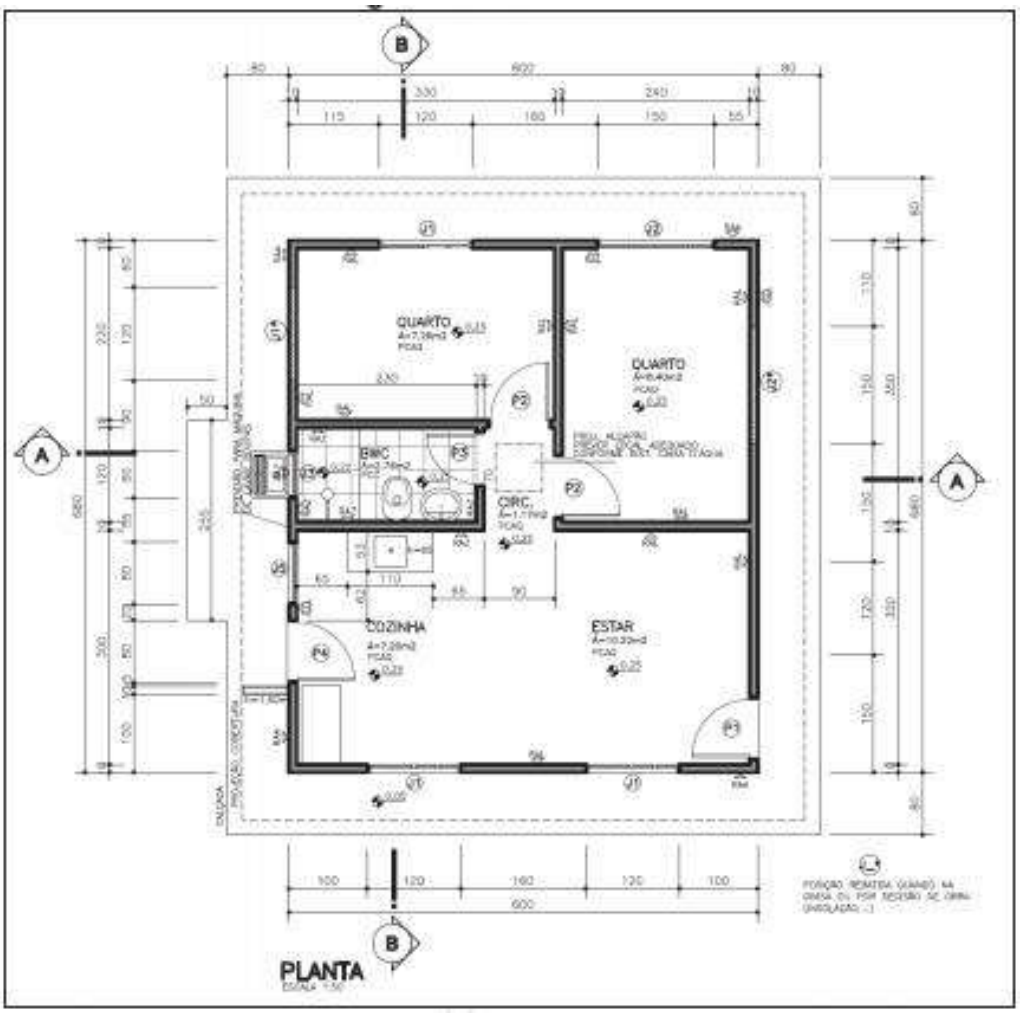
Mediante analise pode-se observar as estruturas se diferenciam no item superestrutura, basicamente pelo motivo de ser maior emprego de materiais no sistema LSF, e o elevado custo dos perfis metálicos.

Segundo Maso (2017), o sistema LSF apresentou um percentual de 15,70% de custo mais elevado do que na alvenaria estrutural. Uma diferença em torno de R$4.117,00, isso se deve ao custo dos materiais essenciais empregados no LSF. Entretanto, os custos indiretos são menores, levando em conta que o número de etapas mais onerosas está concentrado nos serviços de montagem da estrutura e colocação das placas de fechamento, não sendo necessária a aplicação de chapisco, emboço e reboco além da exclusão do emassamento das paredes para receber a pintura.

4.2 ESTUDO DE CASO 02

Ronezi e Klein, 2013 realizou uma análise para construção de conjuntos habitacionais baseando-se em uma planta baixa base é composta por dois quartos, um banheiro, uma cozinha, uma sala de estar e uma lavanderia localizada na parte externa da residência. São 40,80m² de área construída e 36,99m² de área útil nos parâmetros construtivos de alvenaria convencional. Podemos analisar a planta baixa e os detalhes dos sistema na Figura 26.

Figura 26- Planta arquitetônica



Fonte COHAPAR (2013)

Optou-se pela fundação em micro-estacas. Esse tipo de fundação foi utilizado para os dois sistemas com o intuído de que não houvesse diferença de tempo de

execução e de custo para esta etapa. Da mesma maneira que a fundação utilizou-se para os demais sistemas o mesmo projeto hidros sanitário e elétrico.

4.2.1 Projetos - Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto

Os projetos da alvenaria estrutural em blocos de concreto se dividem por "fiadas", esses projetos devem ser elaborados devido à amarração. Conforme plantas 27 e 28 a seguir.

Figura 27 Projetos Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto 1°fiada.

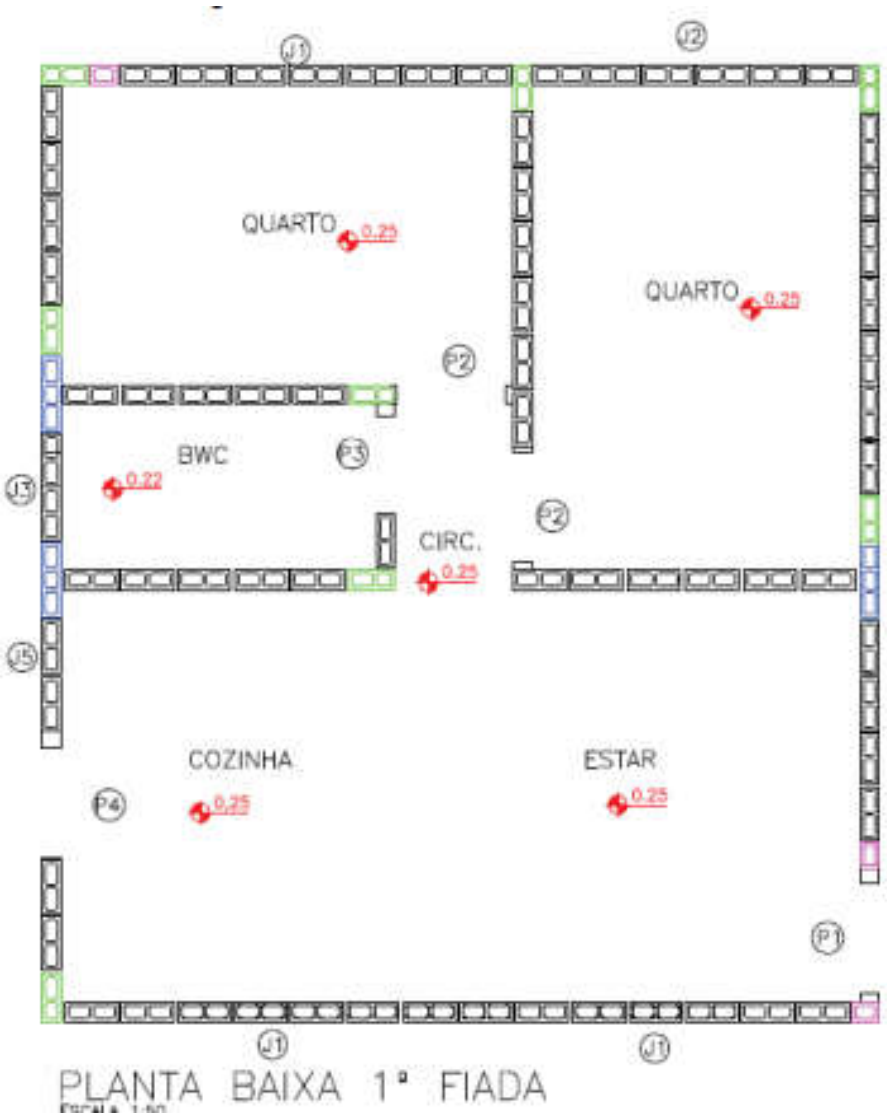


Figura 17: Fonte: (MARONEZI E KLEIN, 2013)

Figura 28 Projetos Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto 2°fiada.

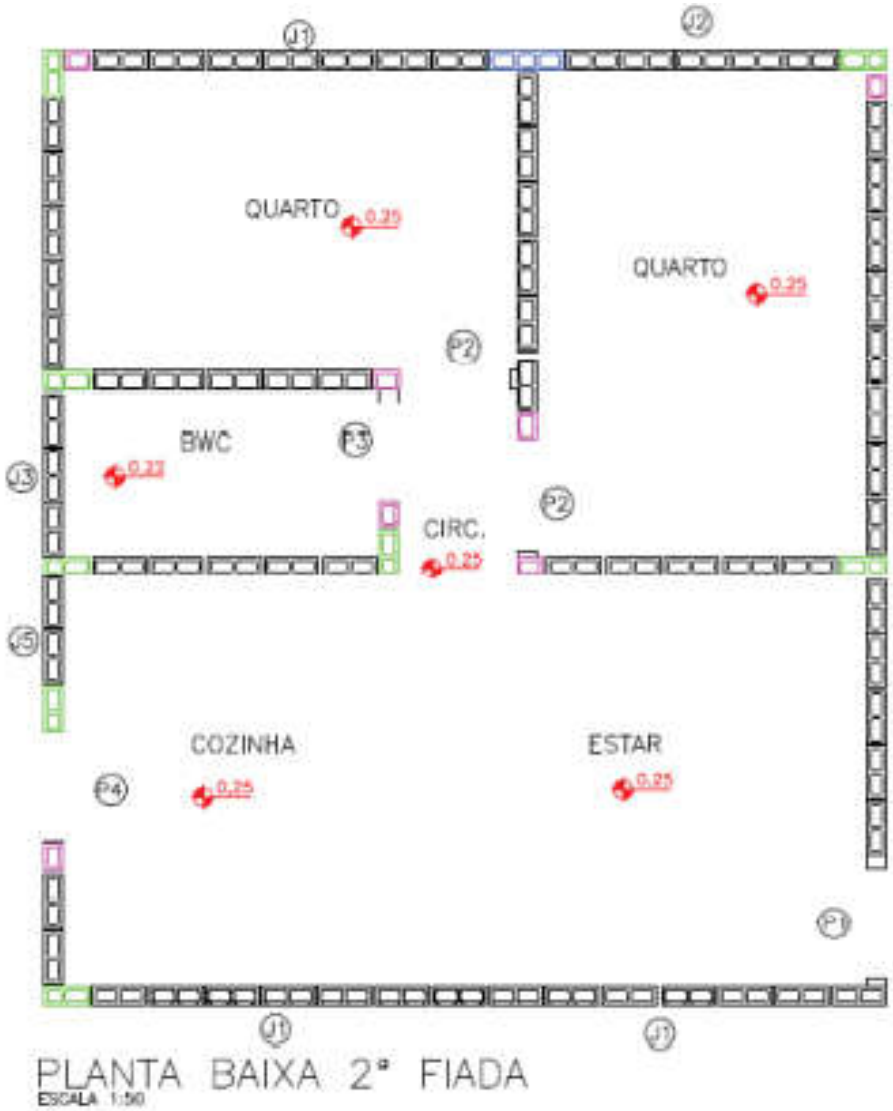
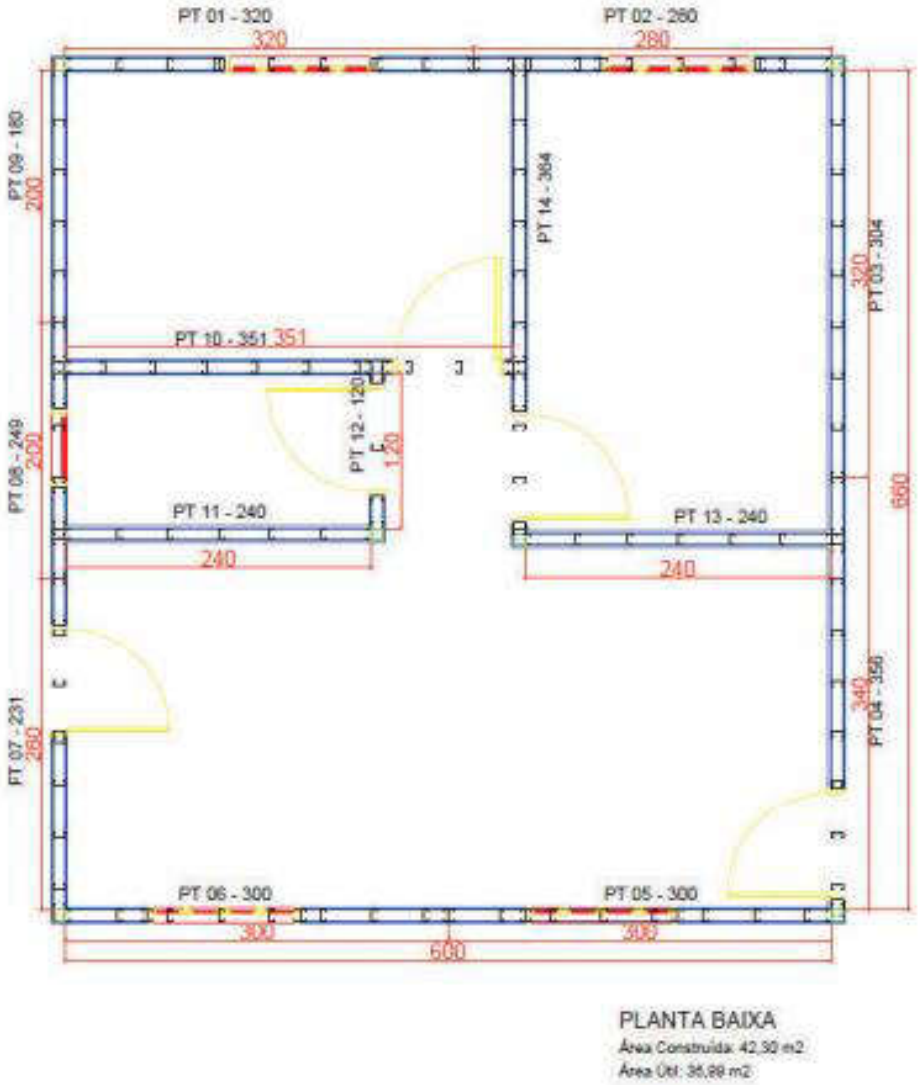


Figura 28:(MARONEZI E KLEIN, 2013.)

4.2.1.1 Projetos - Light Steel Frame

Com a alteração de espessura das paredes adaptando o sistema convencional para Light Steel Frame obtivemos uma planta baixa conforme apresentado na Figura 29.

Figura 29 Projetos Light Steel Frame.



Fonte: (MARONEZI E KLEIN, 2013)

Uma telha de fibrocimento de 6 mm de espessura foi definida como cobertura para os dois sistemas. Quanto à estrutura, será em madeira nos sistemas de alvenaria estrutural, e no caso do Light Steel Frame, estrutura metálica. O projeto arquitetônico foi utilizado para o estudo quantitativo, apenas a área de cobertura foi calculada.

Para o estudo de custos utilizou-se a base de preços e os dados do SINAPI (Sistema Nacional de Estudos de Custos e Indicadores de Engenharia Civil), que já contém uma maioria ordenada de composições de serviços com seus respectivos preços. A base adotada pelo SINAPI foi a partir de junho de 2013 na cidade de

Curitiba, Paraná. No caso das composições para o sistema Light Steel Frame, o preço de seus insumos foi cotado no mercado, pois o SINAPI não os apresenta para este sistema.

4.2.2 Análise dos custos diretos

Mediante os levantamentos de custo realizados por Ronezi e Klein, 2013. Pode-se comparar os preços totais de cada serviço.

Tabela 02 - Custos diretos globais

ETAPAS	ALVENARIA ESTRUTURAL	%	LSF	%
SUPRAESTRUTURA	R$ 6.858,56	34%	R$ 7.752,64	44%
REVESTIMENTO E PINTURA	R$ 8.515,97	42%	R$ 3.509,50	20%
FUNDAÇÕES	R$ 1.153,63	6%	R$ 1.153,63	7%
COBERTURA	R$ 3.910,33	19%	R$ 5.153,33	29%
TOTAL	R$ 20.438,49	100%	R$ 17.569,10	100%

Fonte: Ronezi e Klein,(2013).

Gráfico 1 - Custo total para ambos os sistemas.

Fonte: Ronezi e Klein,(2013).

O valor mais elevado na supraestrutura para o Light Steel Frame se deve ao preço do aço galvanizado ser mais caro, juntando esse valor com o de placas cimentícias e gesso acartonado que também tem um preço elevado, temos uma estrutura mais onerosa do que a de alvenaria estrutural, uma diferença de R$ 894,08.

Na questão de revestimento e pintura o Light Steel Frame é menos oneroso que a Alvenaria Estrutural em R$5.006,70. Pode-se explicar essa grande diferença de preços nos revestimentos devido ao fato de não executarmos os serviços de chapisco, reboco e emboço no Light Steel Frame. Suas placas de vedação, tanto a de gesso acartonado como as placas cimentícias já vem lisas e preparadas para a pintura, sem necessidade de nenhum revestimento a não ser o tratamento das juntas os quais estão embutidos nas suas composições.

Na pintura temos uma vantagem do Light Steel Frame, o fato se deve ao não uso de emassamento nas placas cimentícias e no gesso acartonado para aplicação da pintura.

Nesse gráfico não estamos levando em consideração a fundação em micro estacas, visto que, o procedimento é idêntico para os dois sistemas.

Analisando os dados, observa-se que o LSF desta vez é mais oneroso que a alvenaria estrutural. Nota-se então que o LSF é R$ 1.243,00 mais caro. A diferença é que o LSF utiliza um sistema próprio para fazer a estrutura da cobertura, para a qual a alvenaria estrutural utiliza uma construção de madeira.

Alto custo de montagem da superestrutura e do teto do Light A estrutura de aço é compensada pelo baixo custo dos revestimentos, tornando o sistema menos caro do que alvenaria estrutural.

Segundo comparações realizadas o custo diretos da alvenaria estrutural atingiu um montante de R$ 20.438,49, já o Light Steel Frame atingiu o montante de R$ 17.569,10. Uma diferença de R$ 2.869,39 Light Steel Frame mais barato, tendo a alvenaria estrutural um percentual de diferença de preço de 14% mais caro (MARONEZI E KLEIN, 2013).

Analisando os apêndices C e D, com valores globais alcançado pode-se verificar no gráfico a seguir.

Gráfico 2- Orçamentos totais.

Fonte: Ronezi e Klein,(2013).

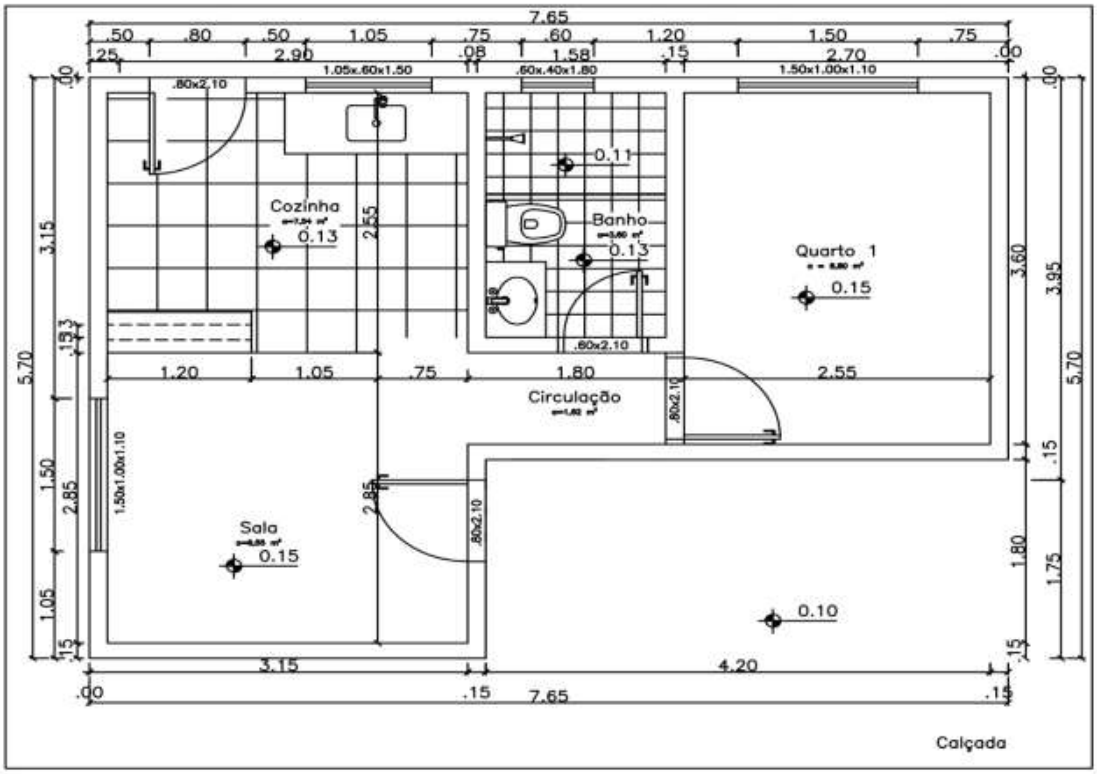
O custo alto para execução da superestrutura e da cobertura do Light Steel frame é compensado pelo baixo custo para execução dos revestimentos, tornando o sistema menos custoso que a Alvenaria Estrutural.

4.3 ESTUDO DE CASO 03

Firmino (2019) realizou um estudo de análise comparativa orçamentária dos sistemas construtivos alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame, tendo como escolhido uma residência unifamiliar com padrões populares, tendo fácil adaptação para os três sistemas construtivos estudados: Alvenaria Estrutural, Alvenaria convencional e Light Steel Frame.

Tendo em vista que o presente estudo analisa apenas Alvenaria Estrutural e Light Steel Frame, os dados presente a seguir são relativo a esses dois métodos construtivos.

Figura 30: Projetos arquitetônico.



Fonte: (Firmino (2019)

4.3.1 Projeto em Alvenaria Estrutural

A planta de uma estrutura em alvenaria estrutural deve apresentar a paginação dos blocos nas fiadas de forma que possa demonstrar como vão ser realizada a amarração entre eles, nos cantos e encontros das paredes. A fundação escolhida foi do tipo radier, pois apresenta um baixo custo e adequasse a capacidade de carga. Além disso as paredes foram revestidas com chapisco e reboco.

A planta baixa da primeira fiada e a parede número um pode ser observada logo abaixo nas Figura.

Figura 31: Projetos planta de uma estrutura em alvenaria estrutural.

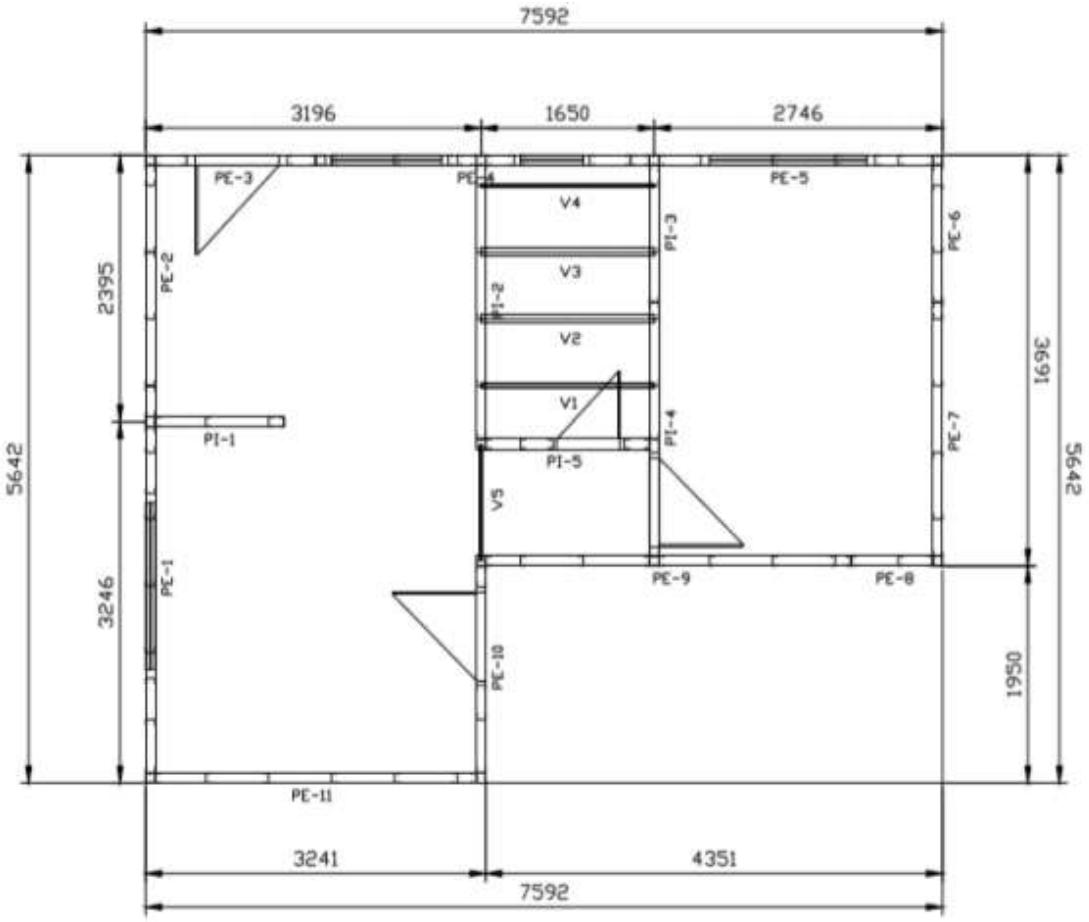
Fonte: (Firmino (2019)

4.3.1.1 Projeto em Light Steel Frame

Novamente utilizando-se da planta baixa da alvenaria convencional, alterou-se a espessura das paredes para 12 cm, adaptando ao sistema Light Steel Frame. Em seguida, foi realizada a modulação dos painéis do sistema, dividindo a estrutura em painéis e os detalhando juntamente com o detalhamento da cobertura.

Na superestrutura utilizou-se para o fechamento externo, placas cimentícias mais OSB com dimensões 1200x2400mm e para o fechamento interno gesso acartonado com dimensões de 1200x2400mm. Para as paredes do sistema LSF foram adotados perfis metálicos tipo montante “Ue” enrijecido 90mm x40mm x12mm com espessura de 0,95 mm e para a cobertura da residência foram utilizadas telhas romanas. Na figura 32 é possível observar a planta estrutural do projeto em Light Steel Frame.

Figura 32: Projetos planta sistema Light Steel Frame.



Fonte: (Firmino (2019)

4.3.2 Custo Direto

É apresentado nesse item os custos diretos para os três sistemas construtivos estudados.

4.3.2.1 Custo Direto em Alvenaria Estrutural

Com os quantitativos da alvenaria estrutural junto com os preços da base de dados do SINAPI, ORSE e mercado podemos apresentar os custos diretos da superestrutura e sistema de vedação/revestimento, conforme a Tabela 03 abaixo. O

levantamento completo da residência em alvenaria estrutural detalhado pode ser encontrado no Apêndice E.

4.3.2.2 Custo Direto em Light Steel Frame

Com as composições já apresentadas para Light Steel Frame, além dos serviços cujos preços são encontrados na SINAPI podemos finalizar os custos diretos da residência em LSF. O levantamento completo se encontra no Apêndice F.

4.3.3 Análise dos Custos Diretos

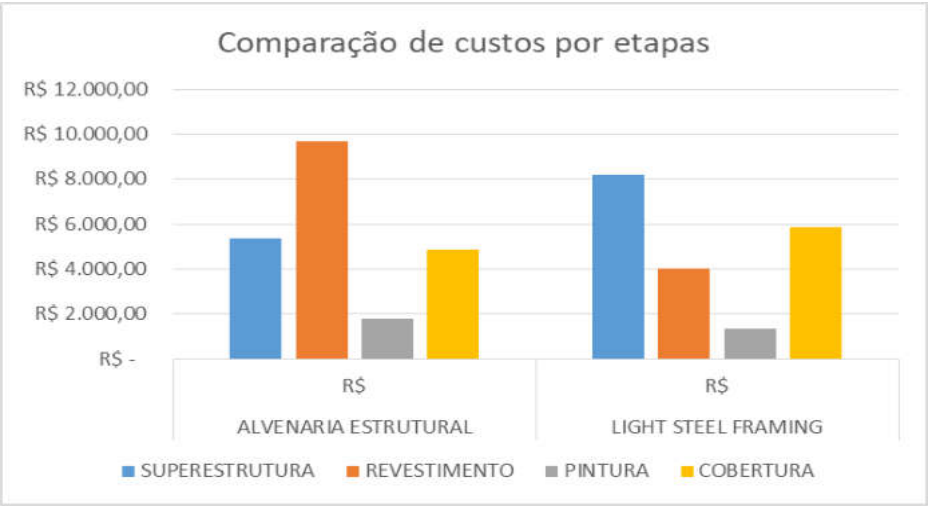
Com os levantamentos prontos, pode-se assim comparar os preços totais de cada serviço.

Tabela 03 - Custos diretos globais

ETAPAS	ALVENARIA ESTRUTURAL		LIGHT STEEL FRAMING	
	VALOR	%	VALOR	%
SUPERESTRUTURA	R$ 5.388,98	25%	R$ 8.178,89	42%
REVESTIMENTO	R$ 9.673,47	45%	R$ 4.027,25	21%
PINTURA	R$ 1.779,64	8%	R$ 1.366,50	7%
COBERTURA	R$ 4.893,25	23%	R$ 5.885,90	30%
TOTAL	R$ 21.735,34	100%	R$ 19.458,54	100%

Fonte: **(Firmino (2019)**

Gráfico 3- Orçamentos totais.



Fonte: (Firmino (2019)

4.3.4 Análise dos Custos Diretos

Analisando o gráfico pode-se observar uma diferença de R$ 2.789,91 entre Alvenaria estrutural e Light Steel Frame, sendo que o LSF se saiu mais custoso quando se trata de superestrutura.

Este valor mais alto para o Light Steel Frame se deve ao preço elevado dos materiais empregados, o aço galvanizado. Destacando-se o elevado custo dos perfis metálicos e dos materiais de vedação como a placa cimentícia e principalmente da Placa de gesso acartonado.

Com isso concluiu-se, o sistema que se saiu mais em conta quando analisado a superestrutura é o da alvenaria estrutural.

Pode-se perceber uma grande vantagem de preço para o Light Steel Frame, ele é mais barato que a Alvenaria Estrutural se tratando de revestimento R$ 5.646,22.

Essa diferença de preço dos revestimentos ocorreu devido ao fato de não execução os serviços de chapisco, reboco e emboço no Light Steel Frame. Suas placas de fechamento, cimentícias e de gesso, já proporcionam um acabamento e após o tratamento das juntas já estão prontas para receber a pintura.

Fazendo o comparativo dos preços para o serviço de pintura. Houve uma diferença considerável. A diferença encontrada pode ser explicada no projeto em Alvenaria Estrutural que foi considerado o serviço de emassamento das paredes antes da aplicação da tinta, entre tanto para o Steel Frame a tinta é aplicada diretamente sobre as placas de fechamento após o tratamento das juntas. Assim, a pintura no LSF é R$ 413,14 menos cara que nos sistemas de alvenaria estrutural.

Observou-se que a coberta em LSF se mostrou mais oneroso que a alvenaria estrutural. Pode-se notar então que o LSF é R$ 992,25 mais custoso.

A diferença encontrada pode ser explicada pelo fato de o LSF utilizar o seu próprio sistema para elaboração da estrutura de cobertura, sendo que a alvenaria estrutural utiliza estrutura de madeira.

Analisando os apêndices E e F, com valores globais alcançado pode-se verificar no gráfico a seguir.

Gráfico 4- Orçamentos totais.

Fonte: **Firmino (2019)**

O custo alto da superestrutura e da cobertura do Light Steel Frame é diluído pelo baixo custo para execução dos revestimentos, tornando o sistema menos custoso que os demais.

5. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Tabela 04 - Vantagens e desvantagens.

	ALVENARIA ESTRUTURAL		LIGHT STEEL FRAME	
	VANTAGENS	DESVANTAGENS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
QUALIDADE	Maior controle de qualidade dos materiais utilizados na construção e das etapas construtivas. Menor variedade de materiais o que facilita o controle de estoque e da execução	Limitações do projeto arquitetônico. Dificuldade ou impossibilidade de realizar mudanças arquitetônicas; Limitação de pavimentos.	Matéria prima de alta qualidade e passa por processo de industrialização; Estrutura racionalizada, com projetos bem definidos e detalhados; Flexibilidade do projeto arquitetônico; utiliza mão de obra qualificada	É preterida em relação ao método de construção tradicional no Brasil; Limitação de pavimentos.
DESEMPENHO		Costuma apresentar patologias; Estrutura possui elevado peso próprio.	Excelente desempenho em geral; Níveis de desempenho podem ser regulados de acordo com a região onde for construído; Possibilidade da combinação de diferentes materiais de isolamento.	-
MANUTENÇÃO	Custo de manutenção é baixo em geral.		Manutenção facilitada; pouca geração de resíduos.	-
DURABILIDADE	A durabilidade está ligada na qualidade de materiais utilizados em obra, juntamente com o tipo de mão de obra utilizada.		Alta durabilidade e longevidade da estrutura.	Para manter a durabilidade precisa que o envoltório esteja intacto.

AMBIENTAIS	Pouco entulho por usar unidades modulares e não ser necessário rasgo em paredes para passagem elétricas e hidráulicas.	-	Construção majoritariamente a seco; Desperdício mínimo de matéria	-
PRAZO	Tempo de execução menor e maior produtividade em função da simultaneidade de atividades sendo executadas	-	Fácil montagem, manuseio e transporte; fácil execução das instalações; Alta produtividade; Construção racionalizada;	-
CUSTO	Redução dos custos com revestimento devido aos blocos estruturais serem componentes fabricados com maior precisão e qualidade. Redução do número de fôrmas podendo ser até mesmo inexistente.	-	Grande disponibilidade de perfis no mercado;	Material mais caro do que o método convencional; Mão de obra mais cara; Custo de construção mais elevado (8,6% a 40% maior que alvenaria estrutural).

Fonte: Autores

6. ANALISE DOS ESTUDOS DE CASO

Analisando os estudos de casos, pode-se observar que o caso 01, realizado por Maso (2017), demostrou que o sistema LSF apresentou um percentual de 15,70% de custo mais elevado do que na alvenaria estrutural. Uma diferença em torno de R$4.117,00, isso se deve ao custo dos materiais essenciais empregados no LSF. Em contra partida os outros dois estudos realizados obteve um resultado diferente a realizado no estudo 01.

No estudo de caso 02 realizado por Ronezi e Klein (2013), o custo diretos da alvenaria estrutural atingiu um montante de R$ 20.438,49, já o Light Steel Frame atingiu o montante de R$ 17.569,10. Uma diferença de R$ 2.869,39 Light Steel Frame mais barato, tendo a alvenaria estrutural um percentual de 06% mais caro nos orçamentos totais.

Na análise do terceiro estudo realizado por Firmino (2019)**,** obteve-se a alvenaria estrutural mostrou-se 4% mais onerosa do que o do Light Steel Frame nos orçamentos totais.

Os estudos 02 e 03 realizados concluíram que o custo alto da superestrutura e da cobertura do Light Steel Frame é diluído pelo baixo custo para execução dos revestimentos, tornando o sistema menos oneroso que os demais.

Segue abaixo tabela e gráfico referente aos gastos diretos em cada caso.

Tabela 05: Gastos diretos em cada estudo caso

	CASO 01		CASO 02		CASO 03	
	AE	LSF	AE	LSF	AE	LSF
SUPERESTRUTURA	R$ 6.982,44	R$ 15.546,93	6.858,56	7.752,64	R$ 5.388,98	R$ 8.178,89
REVESTIMENTO	R$ 6.692,51	R$ 1.641,70	4.257,99	1.754,75	R$ 9.673,47	R$ 4.027,25
PINTURA	R$ 3.502,84	R$ 2.068,23	4.257,99	1.754,75	R$ 1.779,64	R$ 1.366,50
COBERTURA	R$ 7.254,15	R$ 8.576,70	3.910,33	5.153,33	R$ 4.893,25	R$ 5.885,90
TOTAL	R$ 24.431,94	R$ 27.833,56	19.284,86	16.415,47	R$ 21.735,34	R$ 19.458,54

Fonte autores.

Gráfico 5: Análise de custos diretos

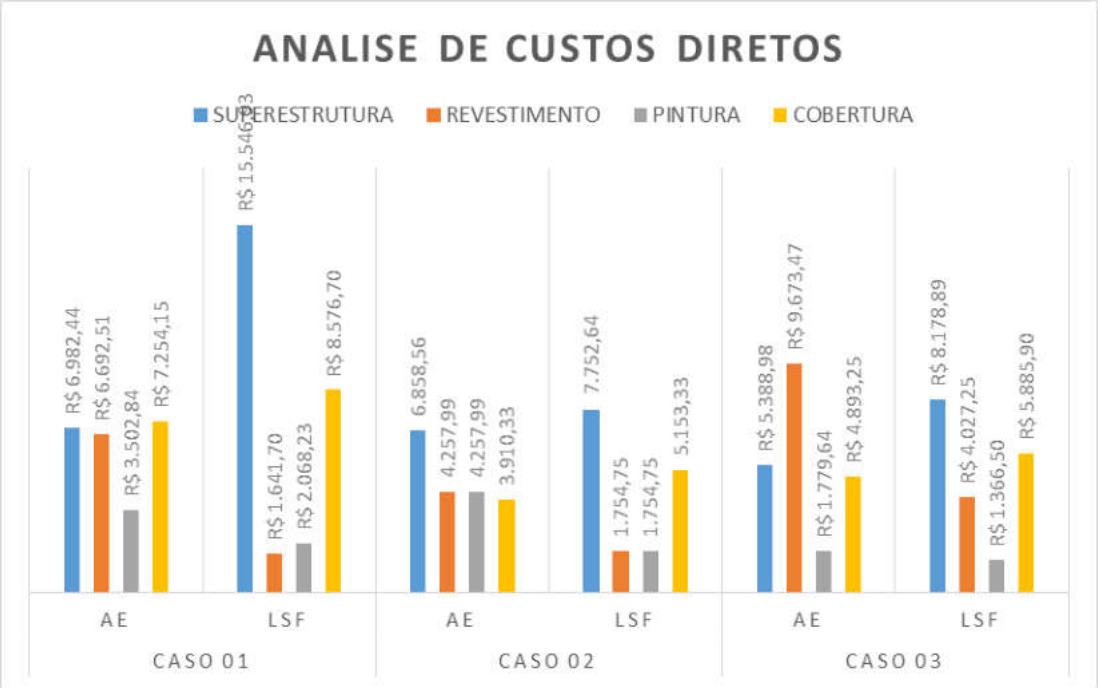


Gráfico 1: fonte autores.

Para execução do gráfico e tabela acima, foi excluído o item forros do primeiro caso para ter uma análise alinhada com os demais casos, pois os mesmo não possuem esse item.

Mesmo com a exclusão do item forro o estudo de caso 01 obteve uma diferença de R$ 3.401,62 do custo mais caro para alvenaria estrutural em relação ao LSF. Os demais casos obtiveram um resultado vantajosos para o sistema Light Steel Framing.

Esse resultado divergente pode ser pelo motivo do período que foram realizado os orçamentos, pois na composições unitárias disposto nos apêndices, demostra um valor considerável em relação aos estudos realizados pelos autores.

7. CONCLUSÃO

Diante da revisão bibliográfica verificou-se que a alvenaria estrutural e o LSF possuem características diferentes, tanto nos processos de construção quanto nos materiais utilizados.

O sistema Light Steel Framing, possui um certo destaque em relação a Alvenaria estrutural pelas vantagens de possuir alto nível de industrialização, gerando um melhor controle de qualidade, agilidade na execução, pelos benefícios relacionados ao meio ambiente como a baixa geração de resíduos e com exceção da fundação a não utilização de água.

O método de alvenaria estrutural já é um método bem aceito no Brasil pois se adaptou não só as condições econômicas. Alvenaria Estrutural voltou a ser utilizada no final do século passado como uma solução inovadora para o problema de déficit habitacional na construção de conjuntos habitacionais, mas também sociais de nosso país. Mas é notório que o LSF está conquistando espaço no mercado, pois cada dia mais aumenta a demanda por racionalização e desempenho.

Assim, mediante pesquisas bibliográficas, pode-se concluir que cada método tem suas particularidades a serem observadas, para ter uma escolha acertada primeiramente deve-se observar o tipo de edificações a ser construídas e observar o mercado como um todo. Onde o sistema LSF é uma alternativa extremamente viável para substituir métodos construtivos tradicionalistas, tanto pelo ponto de vista econômico como pela sustentabilidade e eficiência oferecidas pelo sistema.

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar dimensionamentos de equipes, analisando produtividade em uma obra de construção no sistema em Light Steel Framing.
- Estudos sobre a manutenção periódicas e preventivas em construções em Light Steel Frame, com indicadores mensuráveis que possam ser comparados com outros sistemas construtivo.
- Realizar um estudo comparativo analisando o desempenho de edificações em LSF com outros sistemas construtivos.

9. REFERÊNCIAS

ALVES, Letícia P. Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. Uberlandia, SP, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-2: Componentes Cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812-2: Blocos cerâmicos Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: Blocos de concreto Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Cálculo da Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto – NBR 10837. Rio de Janeiro, 1989.

Cassar, B. C. Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: Alvenaria convencional x Light Steel Frame – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

CAMACHO, J. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. In: Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. Anais. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2006.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria Estrutural: tão antiga e tão atual**. In: Grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Alvenaria Estrutural (GPDAE). Universidade Federal de Santa Maria, [s.d.].

CASTRO, R. C. M. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light steel framing. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

Dias, L. A. M. Aço e arquitetura: estudo de edificações no brasil. São Paulo: Zigurate Editora, 2001.

Execução e Controle de Obras em Alvenaria Estrutural de Blocos Vazados de Concreto – NBR 8798. Rio de Janeiro, 1985.

FACCO, Isabela Rossatto. Sistemas construtivos industrializados para uso em habitações de interesse social. 2014. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2014.

FIRMINO, Adamis Kaike Da Silva. Análise comparativa orçamentária dos sistemas construtivos alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame. Maceió – AL 2019/2

HASS, Deleine Christina Gessi e MARTINS, Louise Floriano. Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais. 2011, 76 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Produção Civil, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba.

HELENA JÚNIOR, Flávio. Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural. Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2012.

KLEIN, Bruno G; MARONEZI Vinícius. Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais. PATO BRANCO 2013

Maso, J. B. Análise comparativa entre o sistema construtivo Light Steel Framing e Alvenaria Estrutural, Palhoça 2017

MILAN, G. S.; NOVELLO, R. V.; REIS, Z. C. dos. A VIABILIDADE DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME PARA CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2011.

NASCIMENTO NETO, J. A.; CORRÊA, M. R. S.; RAMALHO, M. A. (1999). Investigação das solicitações de cisalhamento em edifícios de alvenaria estrutural submetidos a ações horizontais. 127p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

NETO, Álvaro Pereira do Prado; PELUSO, Edgard de Oliveira; CARVALHO, Valdinei Tadeu Alves. Alvenaria Estrutural. Curso de Graduação. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2015.

SABBATINI, F. H. Material para o milênio: professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo expõe as vantagens técnicas e econômicas da alvenaria. Construção. São Paulo, v. 53, n. 2711, p. 18-19, 2003.

SANTIAGO, Alexandre Kokke, O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto - 2008.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. Steel Framing: Arquitetura. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 152 p. 29cm. (Manual de Construção em Aço).

SANTOS, Marcos Daniel Friederich. Alvenaria Estrutural. Curso de Extensão. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SANTOS, Marcus Daniel Friederich dos. Técnicas Construtivas em Alvenaria Estrutural: Contribuição ao Uso. 1998. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998. Disponível em: <http://www.ceramicapdo.com.br/artigos-tecnicos.html>.

SILVA, W. J. Estudo experimental de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos sujeitos a ações verticais, UEP (Universidade Estadual Paulista), Dissertação de Mestrado. Ilha Solteira – SP, 2003.

SABBATINI, Fernando Henrique. Alvenaria Estrutural: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à caixa econômica federal. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2003. 37 p. Documento Revisado em 31 mar 2003.

RAMALHO, Marcio A.; CORRÊA, Márcio R. S.. Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. São Paulo: Pini, 2003. 188 p.

RODRIGUES, Francisco Carlos. Steel Framing: engenharia / Francisco Carlos Rodrigues, Rodrigo Barreto Caldas. - Rio de Janeiro: Aço Brasil /CBCA, 2016.

ROMAN, Humberto Ramos (Org.); MUTTI, Cristiane do Nascimento; ARAÚJO, Hércules Nunes de. Construindo em Alvenaria Estrutural. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999. 83 p. apud RAZENTE (2004).

10. APÊNDICES

APÊNDICE A: Composição de Custo Unitário para Alvenaria Estrutural. Fonte: Maso (2017)

COMPOSIÇAO DE CUSTO UNITARIO: ALVENARIA ESTRUTURAL						
"		CLASS.	UM.	COEF.	PREÇO UNITARIO (R$)	TOTAL (R$)
1.0	**SUPERESTRUTURA**					
1.1	**Alvenaria Estrutural em Blocos de Concreto de 11,5 cm**					**m²**
1.1.1	Pedreiro	MOD	h	0,86	R$8,82	R$7,59
1.1.2	Servente	MOD	h	0,64	R$5,86	R$3,75
1.1.3	Bloco de Concreto para Alvenaria 11,5 x 19 x 36,5 cm	MAT	un	9,49	R$2,42	R$22,96
1.1.4	Meio Bloco de Concreto 11,5 x 19 x 11,5 cm	MAT	un	0,55	R$1,50	R$0,83
1.1.5	Canaleta de Concreto 11,5 x 19 x 19 cm	MAT	un	3,16	R$2,20	R$6,95
1.1.6	Argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:0,5:8	SER	m³	0,01	R$279,55	R$2,80
1.1.7	Barra de Aço CA50 8 mm	MAT	kg	0,44	R$4,83	R$2,13
					TOTAL	R$46,99
1.2	**Grauteamento Vertical da Alvenaria Estrutural**					**m³**
1.2.1	Pedreiro	MOD	h	8,10	R$8,82	R$71,44
1.2.2	Servente	MOD	h	5,73	R$5,86	R$33,58
1.2.3	Graute FGK=20 MPA; Traço 1:0,04:1,6:1,9 (CIMENTO/CAL/AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	SER	m³	1,20	R$323,14	R$387,77
					TOTAL	R$492,79
1.3	**Grauteamento de Contraverga da Alvenaria Estrutural**					**m³**
1.3.1	Pedreiro	MOD	h	4,73	R$8,82	R$41,72
1.3.2	Servente	MOD	h	3,35	R$5,86	R$19,63
1.3.3	Graute FGK=20 MPA; Traço 1:0,04:1,6:1,9 (CIMENTO/CAL/AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	SER	m³	1,20	R$323,14	R$387,77
					TOTAL	R$449,12
1.4	**Grauteamento de Cinta Superior ou Verga da Alvenaria Estrutural**					**m³**
1.4.1	Pedreiro	MOD	h	7,24	R$8,82	R$63,86
1.4.2	Servente	MOD	h	5,12	R$5,86	R$30,00
1.4.3	Graute FGK=20 MPA; Traço 1:0,04:1,6:1,9 (CIMENTO/CAL/AREIA GROSSA/ BRITA 0) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	SER	m³	1,20	R$323,14	R$387,77
					TOTAL	R$481,63
2.0	**COBERTURA**					
2.1	**Estrutura com Treliça Metálica**					**m²**
2.1.1	Soldador	MOD	h	0,700	R$8,82	R$6,174
2.1.2	U 68 x 30 #2 mm	MAT	kg	1,422	R$4,81	R$6,842
2.1.3	U 75 x 38 #2 mm	MAT	kg	1,540	R$4,81	R$7,407
2.1.4	Suporte Fixação	MAT	kg	0,025	R$4,81	R$0,120
2.1.5	Suporte Caibro/Treliça	MAT	kg	0,101	R$4,81	R$0,487
2.1.6	Suporte Caibro/Parede	MAT	kg	0,067	R$4,81	R$0,324
2.1.7	Chumbador Mecânico	MAT	un	0,264	R$3,50	R$0,924
					TOTAL	R$22,28
2.2	**Estrutura de Madeira**					**m²**
2.2.1	Carpinteiro	MOD	h	0,500	R$8,82	R$4,41
2.2.2	Ajudante de Carpinteiro	MOD	h	0,375	R$6,43	R$2,41
2.2.3	Ripas 2,5 x 5 cm em Peroba	MAT	m³	0,004	R$3.896,56	R$15,92
2.2.4	Caibros 4 x 10 cm em Peroba	MAT	m³	0,006	R$3.896,56	R$23,26
					TOTAL	R$46,00
2.3	**Telhas de Concreto**					**m²**
2.2.1	Telhadista	MOD	h	0,27	R$8,82	R$2,38
2.2.2	Ajudante de Telhadista	MOD	h	1,08	R$6,43	R$6,94
2.2.3	Telha de concreto 30 x 32 cm, 10,4 un/m², 49,0 kg/m²	MAT	un	10,9	R$2,64	R$28,78
					TOTAL	R$38,10
3.0	**REVESTIMENTOS**					
3.1	**Revestimento Interno**					**m²**
3.1.1	*Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3*					
3.1.1.1	Pedreiro	MOD	h	0,1	R$8,82	R$0,88
3.1.1.2	Servente	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
3.1.1.3	Argamassa de cimento e areia traço 1:3	SER	m³	0,005	R$406,07	R$2,03
					TOTAL	R$3,50
3.1.2	*Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:2*					

3.1.2.1	Pedreiro	MOD	h	0,57	R$8,82	R$5,03
3.1.2.2	Servente	MOD	h	0,34	R$5,86	R$1,99
3.1.2.3	Argamassa de cal hidratada e areia traço 1:2	SER	m³	0,03	R$372,79	R$11,18
					TOTAL	R$18,20
3.1.3	*Reboco para parede interna ou externa #0,5 cm com argamassa de cal hidratada e areia peneirada traço 1:2*					
3.1.3.1	Pedreiro	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
3.1.3.2	Servente	MOD	h	0,5	R$5,86	R$2,93
3.1.3.3	Argamassa de cal hidratada e areia peneirada traço 1:2	SER	m³	0,005	R$377,94	R$1,89
					TOTAL	R$9,23
3.2	**Revestimento Cerâmico**					**m²**
3.2.1	Azulejista	MOD	h	0,35	R$9,17	R$3,21

COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO: ALVENARIA ESTRUTURAL

ITEM	DESCRIÇAO	CLASS.	UM.	COEF.	PREÇO UNITARIO (R$)	TOTAL (R$)
3.2.2	Servente	MOD	h	0,12	R$5,86	R$0,70
3.2.3	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	MAT	kg	4,4	R$0,42	R$1,85
3.2.4	Azulejo cerâmico esmaltado 15 x 15 cm	MAT	m²	1,1	R$25,63	R$28,19
					TOTAL	R$33,95
3.3	**Revestimento Externo**					**m²**
3.3.1	*Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3*					
3.3.1.1	Pedreiro	MOD	h	0,1	R$8,82	R$0,88
3.3.1.2	Servente	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
3.3.1.3	Argamassa de cimento e areia traço 1:3	SER	m³	0,005	R$406,07	R$2,03
					TOTAL	R$3,50
3.3.2	*Emboço para parede externa #3 cm com argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:6*					
3.3.2.1	Pedreiro	MOD	h	0,79	R$8,82	R$6,97
3.3.2.2	Servente	MOD	h	0,47	R$5,86	R$2,75
3.3.2.3	Argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:6	SER	m³	0,03	R$432,80	R$12,98
					TOTAL	R$22,71
3.3.3	*Reboco para parede interna ou externa #0,5 cm com argamassa de cal hidratada e areia peneirada traço 1:2*					
3.3.3.1	Pedreiro	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
3.3.3.2	Servente	MOD	h	0,5	R$5,86	R$2,93
3.3.3.3	Argamassa de cal hidratada e areia peneirada traço 1:2	SER	m³	0,005	R$377,94	R$1,89
					TOTAL	R$9,23
4.0	**FORRO**					
4.1	**Forro em Gesso Acartonado**					**m²**
4.1.1	Montador	MOD	h	0,85	R$8,82	R$7,50
4.1.2	Ajudante	MOD	h	0,65	R$5,86	R$3,81
4.1.3	Canaleta S47	MAT	m	1,7	R$2,92	R$4,96
4.1.4	Cantoneira	MAT	m	1,1	R$2,65	R$2,92
4.1.5	Chapa ST standard, BR (bordas rebaixadas), para áreas secas	MAT	m²	1,05	R$10,37	R$10,89
4.1.6	Fita JT para tratamento de juntas e acabamento	MAT	m	1,5	R$0,13	R$0,20
4.1.7	Massa de rejunte Gypsum 90	MAT	kg	0,35	R$2,28	R$0,80
4.1.8	Parafuso LA (cabeça lentilha e ponta agulha) 4,2 x 9,5mm	MAT	un	1,5	R$0,03	R$0,05
4.1.9	Parafuso TA (cabeça trombeta e ponta agulha) 3,5 x 25mm	MAT	un	12	R$0,05	R$0,60
4.1.10	Regulador S47	MAT	un	1,5	R$1,50	R$2,25
4.1.11	Tirante Nº10	MAT	un	1,5	R$0,61	R$0,92
					TOTAL	R$34,88
4.2	**Forro em PVC**					**m²**
4.2.1	Montador	MOD	h	0,750	R$8,82	R$6,62
4.2.2	Ajudante	MOD	h	0,750	R$5,86	R$4,40
4.2.3	Prego com cabeça 18 x 27, 62,1 mm x Ø 3,4 mm	MAT	kg	0,028	R$9,07	R$0,25
4.2.4	Arame galvanizado 18 BWG, Ø 1,25 mm, 0,010 kg/m	MAT	kg	0,400	R$13,74	R$5,50
4.2.5	Lamina PVC para forro 600 x 10 cm, esp 8 mm	MAT	m²	1,000	R$17,18	R$17,18
4.2.6	Arremate em perfil "U" para forro PVC	MAT	m	0,400	R$3,33	R$1,33
					TOTAL	R$35,27
5.0	**PINTURA**					
5.1	**Pintura Externa com Tinta Acrílica**					**m²**
5.1.1	*Emassamento de parede Externa com Massa Acrílica com duas Demãos, para pintura látex*					
5.1.1.1	Pintor	MOD	h	0,35	R$8,82	R$3,09
5.1.1.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,25	R$6,43	R$1,61
5.1.1.3	Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	MAT	un	0,5	R$1,16	R$0,58
5.1.1.4	Massa corrida acrílica	MAT	kg	0,7	R$4,93	R$3,45
					TOTAL	R$8,73

5.1.2	*Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida*					
5.1.2.1	Pintor	MOD	h	0,4	R$8,82	R$3,53
5.1.2.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,35	R$6,43	R$2,25
5.1.2.3	Líquido preparador de superfícies lata com 18 litros	MAT	l	0,12	R$10,81	R$1,30
5.1.2.4	Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	MAT	un	0,25	R$1,16	R$0,29
5.1.2.5	Tinta látex acrílica fosca	MAT	l	0,17	R$13,96	R$2,37
					TOTAL	R$9,74
5.2	**Pintura Interna com Tinta Látex PVA**					**m²**
5.2.1	*Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex*					
5.2.1.1	Pintor	MOD	h	0,30	R$8,82	R$2,65
5.2.1.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,20	R$6,43	R$1,29
5.2.1.3	Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	MAT	un	0,40	R$1,16	R$0,46
5.2.1.4	Massa corrida base PVA	MAT	kg	0,70	R$2,47	R$1,73
					TOTAL	R$6,13
COMPOSIÇAO DE CUSTO UNITARIO: ALVENARIA ESTRUTURAL						
ITEM	**DESCRIÇAO**	**CLASS.**	**UM.**	**COEF.**	**PREÇO UNITARIO(R$)**	**TOTAL(R$)**
5.2.2	*Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida*					
5.2.2.1	Pintor	MOD	h	0,4	R$8,82	R$3,53
5.2.2.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,35	R$6,43	R$2,25
5.2.2.3	Lixa grana 100 para superfície madeira/massa	MAT	un	0,25	R$1,16	R$0,29
5.2.2.4	Selador base PVA para pintura látex	MAT	l	0,12	R$10,53	R$1,26
5.2.2.5	Tinta látex PVA fosca	MAT	l	0,17	R$11,11	R$1,89
					TOTAL	R$9,22

APÊNDICE B: Composição de Custo Unitário para Light Steel Framing.
Fonte: Maso (2017)

COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO: LIGHT STEEL FRAMING						
ITEM	DESCRIÇÃO	CLASS.	UM.	COEF.	PREÇO UNITÁRIO (R$)	TOTAL (R$)
1.0	**SUPERESTRUTURA**					
1.1	**Painéis com fechamento em um lado com Gesso Acartonado e no outro com Placa Cimentícia**					**m²**
1.1.1	Montador	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
1.1.2	Ajudante	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
1.1.3	Perfil Ue 90 x 40 x 12 #0,95 mm	MAT	m	2,81	R$8,75	R$24,58
1.1.4	Perfil Ue 90 x 40 x 12 #1,25 mm	MAT	m	0,11	R$11,71	R$1,32
1.1.5	Perfil U 92 x 38 #0,95 mm	MAT	m	0,83	R$8,08	R$6,67
1.1.6	Parafusos Auto atarraxante 4,2x13	MAT	un	8,00	R$0,06	R$0,48
1.1.7	Chumbador de Expansão PBA 1/2" x 1.1/4"	MAT	un	0,12	R$2,73	R$0,34
1.1.8	Parafusos Auto atarraxante 4,8x19 mm	MAT	un	0,75	R$0,07	R$0,05
1.1.9	Suporte de Ancoragem	MAT	un	0,12	R$39,62	R$4,95
1.1.10	Manta Asfáltica	MAT	m²	0,15	R$27,29	R$4,09
1.1.11	Placa Cimentícia 120x240 e= 10mm	MAT	m²	1,05	R$36,82	R$38,66
1.1.12	Parafusos 4,2X32 ponta broca com asa	MAT	un	15,00	R$0,10	R$1,50
1.1.13	Fita Fibro Tape 5cm	MAT	m	1,44	R$0,95	R$1,36
1.1.14	Fita FibroTape 10cm	MAT	m	1,44	R$1,24	R$1,78
1.1.15	Cordão Delimitador de Juntas	MAT	m	1,44	R$0,18	R$0,27
1.1.16	Primer	MAT	kg	0,07	R$21,24	R$1,49
1.1.17	Massa para tratamento de Juntas	MAT	kg	0,70	R$23,20	R$16,24
1.1.18	Massa para Acabamento de Juntas	MAT	kg	0,14	R$21,88	R$3,06
1.1.19	Membrana Hidrófuga	MAT	m²	1,00	R$6,83	R$6,83
1.1.20	Placa de Gesso Acartonado ST 120 x 240 e=12,5mm	MAT	m²	1,05	R$12,28	R$12,89
1.1.21	Massa para Rejunte	MAT	kg	0,35	R$1,96	R$0,68
1.1.22	Fita Papel	MAT	kg	1,50	R$0,14	R$0,21
1.1.23	Parafusos 3,5x25mm ponta broca	MAT	un	12,50	R$0,05	R$0,63
					TOTAL	R$133,10
1.2	**Painéis com fechamento em ambos os lados com Gesso Acartonado**					**m²**
1.2.1	Montador	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
1.2.2	Ajudante	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
1.2.3	Perfil Ue 90 x 40 x 12 #0,95 mm	MAT	m	3,11	R$8,75	R$27,23
1.2.4	Perfil U 92 x 38 #0,95 mm	MAT	m	0,84	R$8,08	R$6,81
1.2.5	Parafusos Auto atarraxante 4,2x13	MAT	un	8,00	R$0,06	R$0,48
1.2.6	Pino de Aço/Chumbadores	MAT	un	0,10	R$2,73	R$0,28
1.2.7	Parafusos Auto atarraxante 4,8x19	MAT	un	0,62	R$0,07	R$0,04
1.2.8	Suporte de Ancoragem	MAT	un	0,10	R$39,62	R$4,07
1.2.9	Placa de Gesso Acartonado 120 x 240 e=12,5mm	MAT	m²	2,10	R$12,28	R$25,78
1.2.10	Massa para Rejunte	MAT	kg	0,70	R$1,96	R$1,37
1.2.11	Fita Papel	MAT	kg	3,00	R$0,14	R$0,43
1.2.12	Parafusos 3,5x25mm ponta broca	MAT	un	25,00	R$0,05	R$1,25
					TOTAL	R$72,74
1.3	**Painéis com fechamento em ambos os lados com Placa Cimentícia**					**m²**
1.3.1	Montador	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
1.3.2	Ajudante	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
1.3.3	Perfil Ue 90 x 40 x 12 #0,95 mm	MAT	m	3,53	R$8,75	R$30,91
1.3.4	Perfil U 92 x 38 #0,95 mm	MAT	m	0,94	R$8,08	R$7,58
1.3.5	Parafusos Auto atarraxante 4,2x13	MAT	un	8	R$0,06	R$0,48
1.3.6	Pino de Aço/Chumbadores	MAT	un	0,168	R$2,73	R$0,46
1.3.7	Parafusos Auto atarraxante 4,8x19	MAT	un	1,011	R$0,07	R$0,07
1.3.8	Suporte de Ancoragem	MAT	un	0,168	R$39,62	R$6,66
1.3.9	Manta Asfáltica	MAT	m²	0,15	R$27,29	R$4,09
1.3.10	Placa Cimentícia 120x240 e= 10mm	MAT	m²	2,10	R$36,82	R$77,33
1.3.11	Parafusos 4,2X32 ponta broca com asa	MAT	un	30,00	R$0,10	R$3,00
1.3.12	Fita Fibro Tape 5cm	MAT	m	2,88	R$0,95	R$2,72
1.3.13	Fita FibroTape 10cm	MAT	m	2,88	R$1,24	R$3,56
1.3.14	Cordão Delimitador de Juntas	MAT	m	2,88	R$0,18	R$0,53
1.3.15	Primer	MAT	kg	0,14	R$21,24	R$2,97

1.3.16	Massa para tratamento de Juntas	MAT	kg	1,40	R$23,20	R$32,49
1.3.17	Massa para Acabamento de Juntas	MAT	kg	0,28	R$21,88	R$6,13
					TOTAL	R$183,98
2.0	**COBERTURA**					
2.1	**Cobertura com perfis para Steel Frame espaçados em 400 mm + Oitão**					**m²**
2.1.1	Montador	MOD	h	0,5	R$8,82	R$4,41
2.1.2	Ajudante	MOD	h	0,1	R$5,86	R$0,59
	COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO: LIGHT STEEL FRAMING					
ITEM	**DESCRIÇAO**	**CLASS.**	**UM.**	**COEF.**	**PREÇO UNITARIO (R$)**	**TOTAL (R$)**
2.1.3	Perfil Ue 90 x 40 x 12 #0,95 mm	MAT	m	5,68	R$8,75	R$49,74
2.1.4	Perfil U 92 x 38 #0,95 mm	MAT	m	0,78	R$8,08	R$6,27
2.1.5	Perfil Cr 30 x 20 x 12 #0,80 mm	MAT	m	3,00	R$6,03	R$18,07
2.1.6	Parafusos Auto atarraxante 4,2x13	MAT	un	29,59	R$0,06	R$1,78
2.1.7	Placa Cimentícia 120x240 e= 10mm	MAT	m²	0,11	R$36,82	R$4,10
2.1.8	Parafusos 4,2X32 ponta broca com asa	MAT	un	1,59	R$0,10	R$0,16
2.1.9	Fita Fibro Tape5cm	MAT	m	0,15	R$0,95	R$0,14
2.1.10	Fita FibroTape 10cm	MAT	m	0,15	R$1,24	R$0,19
2.1.11	Cordão Delimitador de Juntas	MAT	m	0,15	R$0,18	R$0,03
2.1.12	Primer	MAT	kg	0,01	R$21,24	R$0,16
2.1.13	Massa para Tratamento de Juntas	MAT	kg	0,07	R$23,20	R$1,72
2.1.14	Massa para Acabamento de Juntas	MAT	kg	0,01	R$21,88	R$0,32
					TOTAL	R$87,67
2.2	**Telhas de Concreto**					**m²**
2.2.1	Telhadista	MOD	h	0,27	R$8,82	R$2,38
2.2.2	Ajudante de Telhadista	MOD	h	1,08	R$6,43	R$6,94
2.2.3	Telha de concreto 30 x 32 cm, 10,4 un/m², 49,0 kg/m²	MAT	un	10,9	R$2,64	R$28,78
					TOTAL	R$38,10
3.0	**REVESTIMENTOS**					
3.1	**Revestimento Interno**					**m²**
3.2	**Revestimento Cerâmico**					**m²**
3.2.1	Azulejista	MOD	h	0,35	R$9,17	R$3,21
3.2.2	Servente	MOD	h	0,12	R$5,86	R$0,70
3.2.3	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	MAT	kg	4,4	R$0,42	R$1,85
3.2.4	Azulejo cerâmico esmaltado 15 x 15 cm	MAT	m²	1,1	R$25,63	R$28,19
					TOTAL	R$33,95
3.3	**Revestimento Externo**					**m²**
3.3.1	Manta Hidrófuga	MAT	m²	1,05	R$6,25	R$6,56
					TOTAL	R$6,56
4.0	**FORRO**					
4.1	**Forro de Gesso Acartonado**					**m²**
4.1.1	Montador	MOD	h	0,85	R$8,82	R$7,50
4.1.2	Ajudante	MOD	h	0,65	R$5,86	R$3,81
4.1.3	Canaleta S47	MAT	m	1,7	R$2,92	R$4,96
4.1.4	Cantoneira	MAT	m	1,1	R$2,65	R$2,92
4.1.5	Chapa ST standard, BR (bordas rebaixadas), para áreas secas	MAT	m²	1,05	R$10,37	R$10,89
4.1.6	Fita JT para tratamento de juntas e acabamento	MAT	m	1,5	R$0,13	R$0,20
4.1.7	Massa de rejunte Gypsum 90	MAT	kg	0,35	R$2,28	R$0,80
4.1.8	Parafuso LA (cabeça lentilha e ponta agulha) 4,2 x 9,5mm	MAT	un	1,5	R$0,03	R$0,05
4.1.9	Parafuso TA (cabeça trombeta e ponta agulha) 3,5 x 25mm	MAT	un	12	R$0,05	R$0,60
4.1.10	Regulador S47	MAT	un	1,5	R$1,50	R$2,25
4.1.11	Tirante Nº10	MAT	un	1,5	R$0,61	R$0,92
					TOTAL	R$34,88
4.2	**Forro em PVC**					**m²**
4.2.1	Montador	MOD	h	0,750	R$8,82	R$6,62
4.2.2	Ajudante	MOD	h	0,750	R$5,86	R$4,40
4.2.3	Prego com cabeça 18 x 27, 62,1 mm x Ø 3,4 mm	MAT	kg	0,028	R$9,07	R$0,25
4.2.4	Arame galvanizado 18 BWG, Ø 1,25 mm, 0,010 kg/m	MAT	kg	0,400	R$13,74	R$5,50
4.2.5	Lamina PVC para forro 600 x 10 cm, esp 8 mm	MAT	m²	1,000	R$17,18	R$17,18
4.2.6	Arremate em perfil "U" para forro PVC	MAT	m	0,400	R$3,33	R$1,33

						TOTAL	R$35,27
4.3	**Lã de Vidro**						**m²**
4.3.1	Lã de vidro e= 50mm	MAT	m²	1,05	R$8,27		R$8,68
						TOTAL	R$8,68
5.0	**PINTURA**						
5.1	**Pintura Externa com tinta Acrílica**						**m²**
5.1.1	Pintor	MOD	h	0,4	R$8,82		R$3,53
5.1.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,35	R$6,43		R$2,25
5.1.3	Líquido preparador de superfícies lata com 18 litros	MAT	l	0,12	R$10,81		R$1,30
COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO: LIGHT STEEL FRAMING							
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**CLASS.**	**UM.**	**COEF.**	**PREÇO UNITÁRIO (R$)**		**TOTAL (R$)**
5.1.4	Tinta látex acrílica fosca	MAT	l	0,17	R$13,96		R$2,37
						TOTAL	R$9,45
5.2	**Pintura Interna com tinta Látex PVA**						**m²**
5.2.1	Pintor	MOD	h	0,4	R$8,82		R$3,53
5.2.2	Ajudante de pintor	MOD	h	0,35	R$6,43		R$2,25
5.2.3	Selador base PVA para pintura látex	MAT	l	0,12	R$10,53		R$1,26
5.2.4	Tinta látex PVA fosca	MAT	l	0,17	R$11,11		R$1,89
						TOTAL	R$8,93

APÊNDICE C – CUSTO DIRETOS ALVENARIA ESTRUTURAL. FONTE: RONEZI E KLEIN (2013)

CASA TIPO: CF40 - G1				ALVENARIA ESTRUTURAL		
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
1.0	**SERVIÇOS PRELIMINARES GERAIS**					
1.1	Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleteadas a cada 1,50 m, sem reaproveitamento	m2	42,73	3,32	2,79	261,08
	SUB-TOTAL			**R$**		**261,08**
2.0	**FUNDAÇÕES**					
2.1	ESTACAS					
2.2.1	Escavação manual de vala em material de 1a categoria, até 1,5m	m3	1,27	0,00	31,80	40,39
2.2.2	Concreto Fck=25,0MPA, virado em betoneira, sem lançamento	m3	1,27	252,22	52,09	386,47
2.2.3	Lançamento manual de concreto em fundações	m3	1,27	0,00	70,52	89,56
2.2.4	Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m	kg	50,54	3,80	2,22	304,25
	SUB-TOTAL			**R$**		**820,67**
2.2	VIGA BALDRAME					
2.2.1	Escavação manual de valas	m3	1,74	0,00	31,80	55,33
2.2.4	Concreto graute, preparado no local, lançado e adensado	m3	0,63	209,67	152,80	228,36
2.2.5	Lançamento manual de concreto em fundações	m3	0,63	0,00	70,52	44,43
2.2.6	Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m	kg	15,06	3,79	2,22	90,51
2.2.8	Bloco de concreto tipo canaleta 14x19x39 cm	m2	7,22	47,27	14,81	448,22
2.2.9	Impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica	m2	17,00	6,38	10,49	286,79
	SUB-TOTAL			**R$**		**1.153,63**
3.0	**SUPERESTRUTURA**					
3.4	Concreto graute, preparado no local, lançado e adensado	m3	1,08	209,67	152,80	391,47
3.5	Lançamento manual de concreto em estruturas	m3	1,08	0,00	134,91	145,70
3.6	Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m	kg	8,11	3,80	2,22	48,82
3.7	Armadura CA-50, Ø 6,30mm (1/4"), p=0,25Kg/m	kg	7,83	3,80	2,22	47,14

CASA TIPO: CF40 - G1 ALVENARIA ESTRUTURAL

item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
3.10	Alv.bloco conc.(14x19x39) 14cm, arg. traço 1:0,25:4 (cim. cal e areia)	m2	90,75	50,54	18,17	6.236,43
	SUB-TOTAL			**R$**		**6.868,56**
	ESQUADRIAS					
4.2	ESQUADRIAS METÁLICAS					
4.2.1	Janela de ferro, basculante - Linha popular	m2	1,16	264,81	19,41	329,70
4.2.2	Janela de ferro, de correr - Linha popular	m2	5,10	250,00	40,04	1.479,20
4.2.3	Porta metálica - chapeada 80x210cm	m2	1,68	135,00	25,00	268,80
4.3	ESQUADRIAS DE MADEIRA					
4.3.1	Porta de madeira chapeada 70x210cm	un	1,0	201,07	72,73	273,80
4.3.2	Porta de madeira chapeada 80x210cm	un	2,0	204,36	72,73	554,18
4.3.3	Porta externa almofadada 80x210cm	un	1,0	230,00	72,73	302,73
4.4	VIDROS					
4.4.1	Vidro canelado	m2	0,36	57,75	9,66	24,27
4.4.2	Vidro liso comum transparente - 3 mm	m2	5,90	57,75	8,59	391,41
	SUB-TOTAL			**R$**		**3.624,08**
5.0	**COBERTURAS E PROTEÇÕES**					
5.1	COBERTURAS					
5.1.1	Estrutura de madeira, para telha ondulada de fibrocimento	m2	57,60	22,67	12,26	2.011,97
5.1.2	Cobertura com telha de fibrocimento, espessura 6 mm	m2	57,60	17,94	4,72	1.305,22
5.1.3	Cumeeira universal para telha de fibrocimento, espessura 6 mm	m	7,20	79,80	2,58	593,14
	SUB-TOTAL			**R$**		**3.910,32**
6.0	**REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURAS**					
6.1	REVESTIMENTOS INTERNOS					
6.1.2	Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm	m2	108,48	4,42	12,88	1.876,70
6.1.3	Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm	m2	99,03	1,34	10,74	1.196,28
6.1.4	Revest. azulejo branco 15x15 cm 1a categoria, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante	m2	9,45	20,57	7,58	206,02
6.2	REVESTIMENTOS EXTERNOS					

CASA TIPO: CF40 - G1 ALVENARIA ESTRUTURAL

item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
6.2.2	Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm	m2	72,52	4,42	12,88	1.254,60
6.2.3	Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm	m2	72,52	1,34	10,74	876,04
6.3	FORROS					
6.3.1	Forro PVC L=10cm, sitarugamento linear nas paredes	m2	54,16	13,20	11,04	1.312,84
6.3.2	Forro lambri Pinnus: larg=7cm, sitarugamento	m2	3,10	52,17	25,18	239,48
6.4	PINTURAS					
6.4.1	Emassamento para pintura acrílica	m2	72,52	0,33	4,09	320,54
6.4.2	Pintura latex acrílica, duas demãos	m2	72,52	4,82	9,21	1.017,46
6.4.3	Emassamento para pintura latex PVA	m2	99,03	0,76	3,85	456,53
6.4.4	Pintura latex PVA, duas demãos	m2	99,03	3,47	5,53	891,27
6.4.5	Pintura esmalte fosco, duas demãos em esquadria ferro	m2	15,88	8,74	3,60	195,96
6.4.6	Verniz sintético em madeira, duas demãos	m2	13,02	4,96	7,66	164,57
	SUB-TOTAL			**R$**		**10.068,28**
7.0	**PAVIMENTAÇÕES**					
7.1	PISOS					
7.1.1	Lastro pedra brita apiloada (manual), e= 3cm	m2	1,86	48,72	16,18	123,77
7.1.2	Lastro de concreto	m2	37,16	9,87	7,65	651,04
7.1.3	Regulariz. piso c/ arg cim/areia, traço 1:4, espessura 3 cm	m2	37,16	9,74	5,37	561,49
7.1.4	Ceramica ant. derap. 30x30 cm, espessura 10 mm	m2	2,76	40,62	7,58	133,03
	SUB-TOTAL			**R$**		**1.469,33**
8.0	**INSTALAÇÕES E APARELHOS**					
8.1	ELÉTRICAS					
8.1.1	Tubulação elétrica:					
8.1.1.1	Caixa estampada - metálica - 4" x 2"	un	14,00	0,70	3,35	56,70
8.1.1.2	Caixa estampada - octogonal - metálica - 4" x 4"	un	1,00	4,52	3,35	7,87
8.1.1.3	Curva - 90° - PVC - 3/4"	un	2,00	2,24	3,35	11,18
8.1.1.4	Eletroduto - PVC - 3/4"	m	12,00	1,90	6,70	103,20
8.1.1.5	Luva - PVC - 3/4"	un	6,00	0,73	3,35	24,48
8.1.1.6	Mangueira preta - 1/2"	m	29,00	1,40	6,70	234,90
8.1.1.7	Quadro de luz, para 6 disjuntores	un	1,00	37,68	6,70	44,38
						482,71

CASA TIPO: CF40 - G1				ALVENARIA ESTRUTURAL		
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
8.1.2	**Fiação elétrica:**					
8.1.2.1	Condutor de cobre - 1,5 mm2 - 750 V	m	90,00	0,78	0,86	147,60
8.1.2.2	Condutor de cobre - 10,0 mm2 - 750V	m	25,00	4,78	1,72	162,50
8.1.2.3	Condutor de cobre - 2,5 mm2 - 750 V	m	90,00	1,08	1,07	193,50
8.1.2.4	Condutor de cobre - 6,0 mm2 - 750 V	m	15,00	2,74	1,51	68,75
8.1.2.5	Conector para fio - 10 mm2	un	3,00	2,04	6,71	26,25
8.1.2.6	Disjuntor termomagnético - 15 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
8.1.2.7	Disjuntor termomagnético - 25 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
8.1.2.8	Disjuntor termomagnético - 30 A - bifásico	un	1,00	44,01	1,86	46,77
8.1.2.9	Disjuntor termomagnético - 50 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
						686,64
8.1.3	**Acessórios elétricos:**					
8.1.3.1	Espelho com furo central - 4" x 2"	un	1,00	1,95	1,00	2,95
8.1.3.2	Interruptor de 1 T.S. e espelho - 4" x 2"	un	3,00	4,18	4,59	26,31
8.1.3.3	Interruptor de 1 T.S. com tomada e espelho - 4" x 2"	un	1,00	11,66	8,26	19,92
8.1.3.4	Interruptor de 2 T.S. e espelho - 4" x 2"	un	2,00	6,14	5,70	23,68
8.1.3.5	Tomada de corrente e espelho - 4" x 2"	un	6,00	6,50	4,47	66,82
						138,68
	SUB-TOTAL			**R$**		**1.288,03**
8.2	HIDRÁULICAS					
8.2.1	**Tubulação de água:**					
8.2.1.1	Adaptador curto, com bolsa e rosca - 25 mm x 3/4"	un	3,00	0,25	0,85	3,30
8.2.1.2	Adaptador soldável, com flange fixo - 25 mm x 3/4"	un	2,00	7,48	1,61	18,18
8.2.1.3	Adaptador soldável, com flange fixo - 32 mm x 1"	un	1,00	12,79	1,61	14,40
8.2.1.4	Joelho - soldável e com bucha de latão - 25 mm x 1/2"	un	3,00	1,72	4,48	18,60
8.2.1.5	Joelho - soldável e com bucha de latão - 25 mm x 3/4"	un	1,00	1,77	4,48	6,25
8.2.1.6	Joelho soldável - 25 mm	un	7,00	0,76	3,87	32,41
8.2.1.7	Joelho soldável - 32 mm	un	1,00	1,57	3,87	5,44
8.2.1.8	Luva soldável e com bucha de latão - 25 mm x 3/4"	un	2,00	0,96	3,36	8,64
8.2.1.9	Registro de gaveta - Fo.Go. - 3/4", com canopla	un	1,00	47,83	13,66	61,49
8.2.1.10	Registro de pressão - Fo.Go. - 3/4", com canopla	un	1,00	48,95	13,66	62,61
8.2.1.11	Tê - soldável - 25 mm	un	4,00	1,10	3,87	19,88
8.2.1.12	Tubo soldável - 25 mm	m	21,00	3,10	8,96	253,26
8.2.1.13	Tubo soldável - 32 mm	m	6,00	6,59	10,08	100,02

CASA TIPO: CF40 - G1 ALVENARIA ESTRUTURAL

item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
						604,48
8.2.2	**Reservatório de fibro-cimento:**					
8.2.2.1	Reservatório de fibro-cimento - 500 litros, com tampa	un	1,00	130,93	172,48	303,41
8.2.2.2	Torneira de bóia - PVC - 3/4"	un	1,00	13,18	0,00	13,18
						316,59
8.3	SANITÁRIAS					
8.3.1	**Tubulação de esgoto:**					
8.3.1.1	Bucha de redução - longa - (50 x 40) mm	un	1,00	0,85		0,85
8.3.1.2	Caixa de inspeção e gordura	un	1,00	148,61	81,46	230,07
8.3.1.3	Caixa de passagem	un	1,00	81,22	67,23	148,45
8.3.1.4	Caixa sifonada - (100 x 100 x 50) mm	un	1,00	9,76	21,47	31,23
8.3.1.5	Curva - raio curto - 100 mm	un	1,00	13,36	4,30	17,66
8.3.1.6	Joelho - 90° - 40 mm	un	6,00	1,58	5,37	41,70
8.3.1.7	Tubo PVC - 100 mm	m	21,00	10,99	24,41	743,40
8.3.1.8	Tubo PVC - 40 mm	m	15,00	4,52	13,44	289,40
						1.482,76
8.4	APARELHOS					
8.4.1	**louças:**					
8.4.1.1	Cabide de plástico, c/1 gancho, de sobrepor, c/parafusos	un	1,00	6,85	25,58	32,43
8.4.1.2	Chuveiro de plástico, elétrico - 220 V - 4.000 W	un	1,00	6,07	4,95	11,02
8.4.1.3	Lavatório de louça, tamanho médio, com coluna	un	1,00	63,87	36,09	99,96
8.4.1.4	Papeleira de plástico, de sobrepor, com parafusos	un	1,00	16,12	26,49	42,61
8.4.1.5	Saboneteira de louça branca, 7,5x15cm	un	1,00	12,03	24,08	36,11
8.4.1.6	Tampo de pia, em marmorite - (1,20 x 0,60) m	un	1,00	93,86	53,50	147,36
8.4.1.7	Vaso sanitário, auto-sifonado, com caixa acoplada, de louça	un	1,00	123,90	46,04	169,94
						539,43
8.4.2	**tanque:**					
8.4.2.1	Tanque simples pré-moldado de concreto com válvula em plástico branco 1.1/4"x1.1/2", sifão plástico tipo copo 1.1/4"	un	1,00	89,86	67,20	157,06
						157,06
8.4.3	**metais:**					
8.4.3.1	Torneira cromada - 1/2" - Para lavatório, padrão popular	un	1,00	25,60	0,00	25,60
8.4.3.2	Torneira cromada - longa - 3/4" - Parede	un	1,00	35,79	0,00	35,79
						61,39
	SUB-TOTAL			**R$**		**3.161,71**

CASA TIPO: CF40 - G1				ALVENARIA ESTRUTURAL		
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
9.0	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA					
9.1	Limpeza geral da obra	m2	36,99	0,16	1,27	52,90
	SUB-TOTAL			R$		52,90
	TOTAL GERAL:			R$		32.678,59

APÊNDICE D – CUSTOS DIRETOS LIGHT STEEL FRAMING (RONEZI E KLEIN, 2013)

CASA TIPO: CF40 - G1				LIGHT STEEL FRAMING		
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES GERAIS					
1.1	Locação convencional de obra, através de gabarito de tábuas corridas pontaleteadas a cada 1,50 m, sem reaproveitamento	m2	42,29	3,32	2,79	258,39
	SUB-TOTAL			R$		258,39
2.0	FUNDAÇÕES					
2.1	ESTACAS					
2.2.1	Escavação manual de vala em material de 1a categoria, até 1,5m	m3	1,27	0,00	31,80	40,39
2.2.2	Concreto Fck=25,0MPA, virado em betoneira, sem lançamento	m3	1,27	252,22	52,09	386,47
2.2.3	Lançamento manual de concreto em fundações	m3	1,27	0,00	70,52	89,56
2.2.4	Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m	kg	50,54	3,80	2,22	304,25
	SUB-TOTAL			R$		820,67
2.2	VIGA BALDRAME					
2.2.1	Escavação manual de vala em material de 1a categoria, até 1,5m	m3	1,74	0,00	31,80	55,33
2.2.4	Concreto graute, preparado no local, lançado e adensado	m3	0,63	209,67	152,80	228,38
2.2.5	Lançamento manual de concreto em fundações	m3	0,63	0,00	70,52	44,43
2.2.6	Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m	kg	15,06	3,79	2,22	90,51
2.2.8	Bloco de concreto tipo canaleta 14x19x39 cm	m2	7,22	47,27	14,81	448,22
2.2.9	Impermeabilização de superfície com emulsão asfáltica	m2	17,00	6,38	10,49	288,79
	SUB-TOTAL			R$		1.153,63
3.0	SUPERESTRUTURA					
3.11	Estrutura em Light Steel Frame	m2	95,88	46,64		4.471,84
3.12	Vedação em Placas Cimentícias parte externa e=12,5 mm	m2	53,85	29,68		1.598,27
3.13	Vedação em Placas de Gesso acartonado parte interna	m2	108,62	15,49		1.682,52

CASA TIPO: CF40 - G1 LIGHT STEEL FRAMING

item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
	SUB-TOTAL			**R$**		**7.752,64**
	ESQUADRIAS					
4.2	ESQUADRIAS METÁLICAS					
4.2.1	Janela de ferro, basculante - Linha popular	m2	1,16	264,81	19,41	329,70
4.2.2	Janela de ferro, de correr - Linha popular	m2	5,10	250,00	40,04	1.479,20
4.2.3	Porta metálica - chapeada 80x210cm	m2	1,68	135,00	25,00	268,80
4.3	ESQUADRIAS DE MADEIRA					
4.3.1	Porta de madeira chapeada 70x210cm	un	1,0	201,07	72,73	273,80
4.3.2	Porta de madeira chapeada 80x210cm	un	2,0	204,36	72,73	554,18
4.3.3	Porta externa almofadada 80x210cm	un	1,0	230,00	72,73	302,73
4.4	VIDROS					
4.4.1	Vidro canelado	m2	0,36	57,75	9,66	24,27
4.4.2	Vidro liso comum transparente - 3 mm	m2	5,90	57,75	8,59	391,41
	SUB-TOTAL			**R$**		**3.624,08**
5.0	**COBERTURAS E PROTEÇÕES**					
5.1	COBERTURAS					
5.1.2	Cobertura com telha de fibrocimento, espessura 6 mm	m2	57,60	17,94	4,72	1.306,22
5.1.3	Cumeeira universal para telha de fibrocimento, espessura 6 mm	m	7,20	79,80	2,58	593,14
5.1.4	Estr. em Light Steel Frame tesouras/terças p/ telha de fibrocimento	m2	57,60	56,51		3.254,98
	SUB-TOTAL			**R$**		**5.153,33**
6.0	**REVESTIMENTOS, FORROS E PINTURAS**					
6.1	REVESTIMENTOS INTERNOS					
6.1.4	Revest. azulejo branco 15x15 cm 1a categoria, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante	m2	9,45	20,57	7,58	266,02
3.14	Membrana Hidrófuga proteção da estrutura LSF	m2	162,47	6,00		974,82
6.2	REVESTIMENTOS EXTERNOS					
6.3	FORROS					
6.3.1	Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes	m2	54,16	13,20	11,04	1.312,84
6.3.2	Forro lambri Pinnus, larg=7cm, s/tarugamento	m2	3,10	52,17	25,18	239,48

CASA TIPO: CF40 - G1 LIGHT STEEL FRAMING

item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
3.16	Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico	m2	95,88	10,06		964,55
6.4	PINTURAS					
6.4.2	Pintura latex acrílica, duas demãos	m2	72,52	4,82	9,21	1.017,46
6.4.4	Pintura latex PVA, duas demãos	m2	99,03	3,47	5,53	891,27
6.4.5	Pintura esmalte fosco, duas demãos em esquadria ferro	m2	15,88	8,74	3,60	195,96
6.4.6	Verniz sintético em madeira, duas demãos	m2	13,02	4,96	7,68	164,57
	SUB-TOTAL			**R$**		**6.026,96**
7.0	**PAVIMENTAÇÕES**					
7.1	PISOS					
7.1.1	Lastro pedra brita apiloada (manual), e= 3cm	m2	1,85	48,72	18,18	123,77
7.1.2	Lastro de concreto	m2	37,16	9,87	7,65	651,04
7.1.3	Regulariz. piso c/ arg cim/areia, traço 1:4, espessura 3 cm	m2	37,16	9,74	5,37	561,49
7.1.4	Cerâmica ant. derap. 30x30 cm, espessura 10 mm	m2	2,76	40,62	7,58	133,03
	SUB-TOTAL			**R$**		**1.469,33**
8.0	**INSTALAÇÕES E APARELHOS**					
8.1	ELÉTRICAS					
8.1.1	**Tubulação elétrica:**					
8.1.1.1	Caixa estampada - metálica - 4" x 2"	un	14,00	0,70	3,35	56,70
8.1.1.2	Caixa estampada - octogonal - metálica - 4" x 4"	un	1,00	4,52	3,35	7,87
8.1.1.3	Curva - 90° - PVC - 3/4"	un	2,00	2,24	3,35	11,18
8.1.1.4	Eletroduto - PVC - 3/4"	m	12,00	1,90	6,70	103,20
8.1.1.5	Luva - PVC - 3/4"	un	6,00	0,73	1,35	38,88
8.1.1.6	Mangueira preta - 1/2"	m	29,00	1,40	6,70	234,90
8.1.1.7	Quadro de luz, para 6 disjuntores	un	1,00	37,68	6,70	44,38
						482,71
8.1.2	**Fiação elétrica:**					
8.1.2.1	Condutor de cobre - 1,5 mm2 - 750 V	m	90,00	0,78	0,86	147,60
8.1.2.2	Condutor de cobre - 10,0 mm2 - 750V	m	25,00	4,78	1,72	162,58
8.1.2.3	Condutor de cobre - 2,5 mm2 - 750 V	m	90,00	1,08	1,07	193,50
8.1.2.4	Condutor de cobre - 6,0 mm2 - 750 V	m	15,00	2,74	1,51	63,75
8.1.2.5	Conector para fio - 10 mm2	un	3,00	2,04	6,71	26,25
8.1.2.6	Disjuntor termomagnético - 15 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
8.1.2.7	Disjuntor termomagnético - 25 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
8.1.2.8	Disjuntor termomagnético - 30 A - bifásico	un	1,00	44,91	1,86	46,77

CASA TIPO: CF40 - G1		LIGHT STEEL FRAMING				
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
8.1.2.9	Disjuntor termomagnético - 30 A - monofásico	un	1,00	7,18	1,55	8,73
						666,64
8.1.3	**Acessórios elétricos:**					
8.1.3.1	Espelho com furo central - 4" x 2"	un	1,00	1,95	1,00	2,95
8.1.3.2	Interruptor de 1 T.S. e espelho - 4" x 2"	un	3,00	4,18	4,50	26,31
8.1.3.3	Interruptor de 1 T.S., conj.c/tomada e espelho - 4" x 2"	un	1,00	11,66	8,26	19,92
8.1.3.4	Interruptor de 2 T.S. e espelho - 4" x 2"	un	2,00	6,14	5,70	23,68
8.1.3.5	Tomada de corrente e espelho - 4" x 2"	un	6,00	6,50	4,47	65,82
						138,68
	SUB-TOTAL			**R$**		**1.288,03**
8.2	HIDRÁULICAS					
8.2.1	**Tubulação de água:**					
8.2.1.1	Adaptador curto, com bolsa e rosca - 25 mm x 3/4"	un	3,00	0,25	0,85	3,30
8.2.1.2	Adaptador soldável, com flange fixo - 25 mm x 3/4"	un	2,00	7,48	1,61	18,18
8.2.1.3	Adaptador soldável, com flange fixo - 32 mm x 1"	un	1,00	12,79	1,61	14,40
8.2.1.4	Joelho - soldável e com bucha de latão - 25 mm x 1/2"	un	3,00	1,72	4,48	18,60
8.2.1.5	Joelho - soldável e com bucha de latão - 25 mm x 3/4"	un	1,00	1,77	4,48	6,25
8.2.1.6	Joelho soldável - 25 mm	un	7,00	0,76	3,87	32,41
8.2.1.7	Joelho soldável - 32 mm	un	1,00	1,57	3,87	5,44
8.2.1.8	Luva soldável e com bucha de latão - 25 mm x 3/4"	un	2,00	0,96	3,36	8,64
8.2.1.9	Registro de gaveta - Fo.Go. - 3/4", com canopla	un	1,00	47,83	13,66	61,49
8.2.1.10	Registro de pressão - Fo.Go. - 3/4", com canopla	un	1,00	48,95	13,66	62,61
8.2.1.11	Te - soldável - 25 mm	un	4,00	1,10	3,87	19,88
8.2.1.12	Tubo soldável - 25 mm	m	21,00	3,10	8,96	253,26
8.2.1.13	Tubo soldável - 32 mm	m	6,00	6,59	10,08	100,02
						604,48
8.2.2	**Reservatório de fibro-cimento:**					
8.2.2.1	Reservatório de fibro-cimento - 500 litros, com tampa	un	1,00	130,93	172,48	303,41
8.2.2.2	Torneira de bóia - PVC - 3/4"	un	1,00	13,18	0,00	13,18
						316,59
8.3	SANITÁRIAS					
8.3.1	**Tubulação de esgoto:**					
8.3.1.1	Bucha de redução - longa - (50 x 40) mm	un	1,00	0,55	0,30	0,85
8.3.1.2	Caixa de inspeção e gordura	un	1,00	148,61	81,46	230,07
8.3.1.3	Caixa de passagem	un	1,00	81,22	67,23	148,45
8.3.1.4	Caixa sifonada - (100 x 100 x 50) mm	un	1,00	9,76	21,47	31,23
8.3.1.5	Curva - raio curto - 100 mm	un	1,00	13,36	4,30	17,66

CASA TIPO: CF40 - G1		LIGHT STEEL FRAMING				
item:	discriminação:	Un:	Quantidade	Material	Mão-de-obra	Preço Total
8.3.1.6	Joelho - 90° - 40 mm	un	6,00	1,58	5,37	41,70
8.3.1.7	Tubo PVC - 100 mm	m	21,00	10,99	24,41	743,40
8.3.1.8	Tubo PVC - 40 mm	m	15,00	4,52	13,44	269,40
						1.482,76
8.4	APARELHOS					
8.4.1	louças:					
8.4.1.1	Cabide de plástico, c/1 gancho, de sobrepor, c/parafusos	un	1,00	6,85	25,58	32,43
8.4.1.2	Chuveiro de plástico, elétrico - 220 V - 4.000 W	un	1,00	6,07	4,95	11,02
8.4.1.3	Lavatório de louça, tamanho médio, com coluna	un	1,00	63,87	36,09	99,96
8.4.1.4	Papeleira de plástico, de sobrepor, com parafusos	un	1,00	16,12	26,49	42,61
8.4.1.5	Saboneteira de louça branca, 7,5x15cm	un	1,00	12,03	24,08	36,11
8.4.1.6	Tampo de pia, em marmorite - (1,20 x 0,60) m	un	1,00	93,86	53,50	147,36
8.4.1.7	Vaso sanitário, auto-sifonado, com caixa acoplada, de louça	un	1,00	123,90	46,04	169,94
						539,43
8.4.2	tanque:					
8.4.2.1	Tanque simples pré-moldado de concreto com válvula em plástico branco 1.1/4"x1.1/2", sifão plástico tipo copo 1.1/4"	un	1,00	89,86	67,20	157,06
						157,06
8.4.3	metais:					
8.4.3.1	Torneira cromada - 1/2" - Para lavatório, padrão popular	un	1,00	25,60	0,00	25,60
8.4.3.2	Torneira cromada - longa - 3/4" - Parede	un	1,00	35,79	0,00	35,79
						61,39
	SUB-TOTAL			R$		3.161,71
9.0	COMPLEMENTAÇÃO DA OBRA					
9.1	Limpeza geral da obra	m2	36,99	0,16	1,27	52,90
	SUB-TOTAL			R$		52,90
	TOTAL GERAL:			R$		30.761,67

APÊNDICE E: COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL. (FONTE: FIRMINO, 2019)

Planilha Total de Custos da Unidade Habitacional Em Alvenaria estrutural Preço base: Sinapi Julho/2019 - Orse Julho/2019						valor do BDI :	
RESIDENCIA UNIFAMILIAR							
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT (SEM BDI)	VALOR (R$)
1			SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	74077/3	SINAPI	Locação de construção de edificação com gabarito de madeira	m²	65,82	5,01	329,76
						Sub Total	329,76
2			MOVIMENTO DE TERRAS				
2.1	93358	SINAPI	Escavação manual de valas em qualquer terreno exceto rocha	m³	3,02	51,23	154,71
						Sub Total	154,71
3			FUNDAÇÕES				
3.1	96399	SINAPI	Execução e compactação de base e ou sub base com pedra rachão - exclusive escavação, carga e transporte. af_09/2017	m³	2,52	99,19	249,96
3.2	95474	SINAPI	Alvenaria de embasamento em tijolos ceramicos macicos 5x10x20cm, assentado com argamassa traco 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m³	1,34	478,98	643,75
3.6	94974	SINAPI	lastro de concreto esp=5 cm	m²	0,50	332,86	167,76
						Sub Total	1.061,47
4			SUPERESTRUTURA				
4.1	7369	ORSE	Concreto Armado fck=30,0MPa, usinado, bombeado, adensado e lançado, para uso Geral, com formas planas em compensado resinado 12mm (05 usos)	m³	3,51	1.510,50	5.304,88
4.2	73301	SINAPI	Escoramento formas ate h = 3,30m, com madeira de 3a qualidade, nao aparelhada, aproveitamento tabuas 3x e prumos 4x.	m²	3,51	9,71	34,10
						Sub Total	5.338,98
5			SISTEMA DE VEDAÇÃO / REVESTIMENTO				
5.1	89168	SINAPI	Alvenaria de vedação de 1/2 vez em tijolos cerâmicos de 08 furos (dimensões nominais: 09x19x19); assentamento em argamassa no traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m²	96,00	52,45	5.035,20
5.2	93182	SINAPI	Verga 10X10CM em concreto pre-moldado FCK=20MPA	m	13,40	25,34	339,56
5.3	87878	SINAPI	Chapisco em parede com argamassa traço - 1:3 (cimento / areia)	m²	202,20	2,92	590,42
5.4	87532	SINAPI	Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo manual, aplicado manualmente em faces internas de paredes, para ambiente com área entre 5m2 e 10m2, espessura de 20mm, com execução de taliscas. af_06/2014	m²	23,43	25,54	598,40
5.5	90408	SINAPI	Reboco para recebimento de pintura	m²	108,77	21,61	2.350,52
5.6	1912	ORSE	Revestimento cerâmico para parede, 15 x 15 cm, azulejo branco, tipo "A", aplicado com argamassa industrializada ac-i, rejuntado, exclusive emboço	m²	23,43	32,41	759,37
						Sub Total	9.673,47

6			SISTEMAS DE COBERTURA				
6.1	10215	ORSE	Madeiramento em massaranduba/madeira de lei, acabamento serrado c/ ripão 5,5 x 3,5cm e ripa 4 x 1,5cm, exclusive peças principais	m²	50,20	69,37	3.482,37
6.2	94201	SINAPI	Telhamento com telha cerâmica capa-canal, tipo colonial, com até 2 águas, incluso transporte vertical. af_06/2016	m²	50,20	21,15	1.061,73
6.3	94221	SINAPI	Cumeeira com telha cerâmica emboçada com argamassa traço 1:2:8	m	5,30	15,20	80,56
6.4	304	ORSE	Rufo de concreto armado fck=20mpa l=30cm e h=5cm	m	11,40	23,56	268,58
						Sub Total	4.893,25
7			INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS				
7.1	1200	ORSE	Ponto de água fria embutido, c/material pvc rígido soldável Ø 25mm	un	5,00	88,20	441,00
7.2	1679	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 40 mm (lavatórios, mictórios, ralos sifonados, etc...)	un	3,00	46,84	140,52
7.3	1678	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 50 mm (pias de cozinha, máquinas de lavar, etc...)	un	1,00	76,58	76,58
7.4	1683	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 100 mm (vaso sanitário)	pt	1,00	67,61	67,61
7.5	741041	SINAPI	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamento com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15mpa tipo c - escavação e confecção	un	1,00	123,88	123,88
7.6	3162	ORSE	Caixa de gordura em pvc, múltipla	un	1,00	130,84	130,84
7.7	95463	SINAPI	Fossa séptica em alvenaria de tijolo cerâmico maciço, dimensões externas de 1,90x1,10x1,40 m, volume de 1.500 litros, revestido internamente com massa única e impermeabilizante e com tampa de concreto armado com espessura de 8 cm	un	1,00	1.244,82	1.244,82
7.8	95463	SINAPI	Poço sumidoro	un	1,00	1.238,32	1.238,32
						Sub Total	3.463,57
8			LOUÇAS METAIS E ACESSORIOS				
8.1	2089	ORSE	Lavatório Pequeno Ravena/Izy cor Branco Gelo, código: L.915, DECA, ou equivalente, sem coluna, (válvula, sifao e engate flexível cromados), exceto Torneira	un	1,00	305,79	305,79
8.2	86888	SINAPI	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca - fornecimento e instalação. af_12/2013	un	1,00	347,87	347,87
8.3	2110	ORSE	Pia de cozinha com bancada em granito cinza andorinha, e = 2cm, dim 1.20x0.60, com 01 cuba de aço inox, sifão cromado, válvula cromada, torneira em aço inox, inclusive rodopia 7 cm, assentada.	un	1,00	684,13	684,13
8.9	86906	SINAPI	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular - fornecimento e instalação. af_12/2013	un	1,00	42,38	42,38
8.10	89351	SINAPI	Registro de pressão bruto, roscável, 3/4", fornecido e instalado em ramal de água. af_12/2014	un	1,00	27,98	27,98
8.11	89972	SINAPI	Kit de registro de gaveta bruto de latão ¾", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria - fornecimento e instalação. af_12/2014	un	1,00	42,23	42,23
8.12	9535	SINAPI	Chuveiro eletrico comum corpo plastico tipo ducha, fornecimento e instalacao	un	1,00	68,36	68,36
8.13	1447	ORSE	Caixa d´água em fibra de vidro - instalada, sem estrutura de suporte, cap. 500 litros	un	1,00	339,32	339,32
						Sub Total	1.858,06

9			INSTALAÇÕES ELETRICAS/TELEFONE/ANTENA				
9.1	3395	ORSE	Ponto de luz em teto ou parede, com eletroduto de pvc flexível sanfonado embutido Ø 3/4"	un		185,07	-
9.2	3278	ORSE	Ponto de interruptor 01 seção (1 s) embutido com eletroduto de pvc flexível sanfonado Ø 3/4"	un		130,25	-
9.3	3281	ORSE	Ponto de interruptor 02 seções (2 s) embutido com eletroduto de pvc flexível sanfonado embutido Ø 3/4"	un		129,91	-
9.4	93141	SINAPI	Ponto de tomada 10A	un		124,89	-
9.5	93143	SINAPI	Ponto de tomada 20A	un		126,74	-
9.6	3396	ORSE	Ponto de tomada 3p para chuveiro elétrico até 4000 va, com eletroduto de pvc flexível sanfonado embutido Ø 3/4", inclusive aterramento	un		158,76	-
9.7	676	ORSE	Ponto de telefone, com eletroduto de pvc sanfonado embutido Ø 3/4"	un		116,76	-
9.8	789	ORSE	Ponto embutido tomada p/ tv a cabo, c/ eletroduto condulete pvc rígido Ø 3/4" s/ fiação, exclusive tomada	un		133,55	-
						Sub Total	-
10			PISO				
10.2	87247	SINAPI	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área entre 5 m2 e 10 m2. af_06/2014	m²	30,22	28,53	862,18
						Sub Total	862,18
11			ESQUADRIAS				
			MADEIRA				
11.1	91319	SINAPI	Kit de porta de madeira para pintura, semi-oca (leve ou média), padrão popular, 80x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação do batente, sem fechadura - fornecimento e instalação. af_08/2015	un	3,00	539,51	1.618,53
11.2	90841	SINAPI	Kit de porta de madeira para pintura, semi-oca (leve ou média), padrão popular, 60x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação do batente, fechadura com execução do furo - fornecimento e instalação. af_08/2015	un	1,00	612,36	612,36
			FERRAGENS E ACESSÓRIOS				
11.3	90831	SINAPI	Fechadura de embutir completa, para portas de banheiro	un	4,00	67,87	271,48
			ALUMÍNIO				
11.4	91341	SINAPI	Janela de aluminio 100x60	un	1,00	384,32	384,32
11.5	94581	SINAPI	Janela de aluminio 150x100	un	2,00	297,55	595,10
11.6	COTAÇÃO	MERCADO	Janela de aluminio 60x40	un	1,00	146,33	146,33
						Sub Total	3.628,12
12			PINTURA				
12.1	95305	SINAPI	Textura acrílica, aplicação manual em parede, uma demão. af_09/2016	m²	84,96	10,63	903,17
12.2	88487	SINAPI	Aplicação manual de pintura com tinta látex pva em paredes, duas demãos. af_06/2014	m²	93,81	8,14	763,58
12.3	40905	SINAPI	Verniz	m²	6,30	17,92	112,90
						Sub Total	1.779,64
						TOTAL GERAL	R$ 33.043,21

APÊNDICE F: COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA LIGHT STEEL FRAME. (FONTE: FIRMINO, 2019)

Planilha Total de Custos da Unidade Habitacional Em Light Steel Frame Preço base: Sinapi Julho/2019 - Orse Julho/2019						valor do BDI :	
RESIDENCIA UNIFAMILIAR							
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇO UNIT (SEM BDI)	VALOR (R$)
1			SERVIÇOS PRELIMINARES				
1.1	74077/3	SINAPI	Locação de construção de edificação com gabarito de madeira	m²	65,82	5,01	329,76
						Sub Total	329,76
2			MOVIMENTO DE TERRAS				
2.1	93358	SINAPI	Escavação manual de valas em qualquer terreno exceto rocha	m³	3,02	51,23	154,71
						Sub Total	154,71
3			FUNDAÇÕES				
3.1	96399	SINAPI	Execução e compactação de base e ou sub base com pedra rachão - exclusive escavação, carga e transporte. af_09/2017	m³	2,52	99,19	249,96
3.2	95474	SINAPI	Alvenaria de embasamento em tijolos ceramicos macicos 5x10x20cm, assentado com argamassa traco 1:2:8 (cimento, cal e areia)	m³	1,34	478,98	643,75
3.3	94974	SINAPI	lastro de concreto esp=5 cm	m³	0,50	332,86	167,76
						Sub Total	1.061,47
4			SUPERESTRUTURA				
4.1	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing [92 x 38x 0.92	Kg	85,00	6,30	535,50
4.2	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	Kg	110,00	6,30	693,00
4.3	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing RET 38 x 0.95	Kg	110,00	6,30	693,00
4.4	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing IENR 140 x 40 x 12 x 0.95 x 0	Kg	7,00	6,30	44,10
4.5	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing [92 x 38 x 1.25	Kg	11,00	6,30	69,30
4.6	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing IENR 90 x 40 x 12 x 0.95 x 0	Kg	19,00	6,30	119,70
4.7	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing UENR 140 x 40 x 12 x 0.95	Kg	1,00	6,30	6,30
4.8	40536	SINAPI	Perfis em Steel Framing CA 140 x 40 x 12 x 0.95	Kg	1,00	6,30	6,30
4.9	ATACADO	MERCADO	Parafuso Cabeça Flangeada	un	180,00	0,31	55,80
4.10	11962	SINAPI	Parafuso Sextavado	un	855,00	0,12	102,60
4.11	ATACADO	MERCADO	Chumbadores Tipo Parabolt	un	14,00	2,16	30,24

4.12	ATACADO	MERCADO	Pino com arruela cônica	un	50,00	0,30	15,00
4.13	ATACADO	MERCADO	Banda acústica AUTO ADESIVA 90 X 4 X 10,0 m	un	3,00	98,15	294,45
4.14	ATACADO	MERCADO	Placas OSB (1200x2400mm)	un	15,00	74	1.110,00
4.15	ATACADO	MERCADO	Placas cimenticia (1200x2400mm)	un	15,00	105,9	1.588,50
4.16	ATACADO	MERCADO	Massa para Placas Cimentícias (5kg)	un	6,00	70,17	421,02
4.17	39412	SINAPI	Placa de Gesso (1200x2400mm)	un	54,00	13,89	750,06
4.18	ATACADO	MERCADO	Manta (barreira de umidade)	m²	26,92	22,55	607,05
4.19	3408	SINAPI	Isolamento térmico	m²	121,28	7,92	960,54
4.20	39433	SINAPI	Massa para Gesso acartonado	un	39,00	1,96	76,44
						Sub Total	**8.178,89**
5			**SISTEMA DE VEDAÇÃO / REVESTIMENTO**				
5.1	1381	SINAPI	Argamassa pré-fabricada de cimento colante para assentamento de peças cerâmicas	kg	174,42	0,55	95,93
5.2	1292	SINAPI	Azulejo cerâmico esmaltado 15 x 15 cm	m²	43,61	33,73	1.470,97
5.3	98555	SINAPI	Ipermeabilizante Hidrófuga ou similar	m²	84,23	29,21	2.460,36
						Sub Total	**4.027,25**
6			**SISTEMA DE COBERTURA**				
6.1	40536	SINAPI	Perfil UENR 90 x 40 x 12 x 0.95	Kg	201,00	12,3	2.472,30
6.2	40536	SINAPI	Perfil [92 x 38 x 0.95	Kg	3,00	12,3	36,90
6.3	40536	SINAPI	Perfil CART 30 x 20 x 12 x 0.8	Kg	97,00	12,3	1.193,10
6.4	40536	SINAPI	Perfil RET 90 x 0.95	Kg	132,00	12,3	1.623,60
6.5	7175	SINAPI	Telha romana	un	1.000,00	0,56	560,00
						Sub Total	**5.885,90**
7			**INSTALAÇÕES HIDROSANITÁRIAS**				
7.1	1200	ORSE	Ponto de água fria embutido, c/material pvc rígido soldável Ø 25mm	un	5	88,20	441,00
7.2	1679	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 40 mm (lavatórios, mictórios, ralos sifonados, etc...)	un	3	46,84	140,52
7.3	1678	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 50 mm (pias de cozinha, máquinas de lavar, etc...)	un	1	76,58	76,58
7.4	1683	ORSE	Ponto de esgoto com tubo de pvc rígido soldável de Ø 100 mm (vaso sanitário)	pt	1	67,61	67,61
7.5	741041	SINAPI	Caixa de inspeção em alvenaria de tijolo maciço 60x60x60cm, revestida internamento com barra lisa (cimento e areia, traço 1:4) e=2,0cm, com tampa pré-moldada de concreto e fundo de concreto 15mpa tipo c - escavação e confecção	un	1	123,88	123,88
7.6	3162	ORSE	Caixa de gordura em pvc, múltipla	un	1	130,84	130,84
7.7	95463	SINAPI	Fossa séptica em alvenaria de tijolo cerâmico maciço, dimensões externas de 1,90x1,10x1,40 m, volume de 1.500 litros, revestido internamente com massa única e impermeabilizante e com tampa de concreto armado com espessura de 8 cm	un	1	1.244,82	1.244,82
7.8	95463	SINAPI	Poço sumidoro	un	1	1.238,32	1.238,32
						Sub Total	**3.463,57**

8			LOUÇAS METAIS E ACESSORIOS				
8.1	2089	ORSE	Lavatório Pequeno Ravena/Izy cor Branco Gelo, código: L.915, DECA, ou equivalente, sem coluna, (válvula, sifao e engate flexível cromados), exceto Torneira	un	1,00	305,79	305,79
8.2	86888	SINAPI	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada louça branca - fornecimento e instalação. af_12/2013	un	1,00	347,87	347,87
8.3	2110	ORSE	Pia de cozinha com bancada em granito cinza andorinha, e = 2cm, dim 1.20x0.60, com 01 cuba de aço inox, sifão cromado, válvula cromada, torneira em aço inox, inclusive rodopia 7 cm, assentada.	un	1,00	684,13	684,13
8.4	86906	SINAPI	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular - fornecimento e instalação. af_12/2013	un	1,00	42,38	42,38
8.5	89351	SINAPI	Registro de pressão bruto, roscável, 3/4", fornecido e instalado em ramal de água. af_12/2014	un	1,00	27,98	27,98
8.6	89972	SINAPI	Kit de registro de gaveta bruto de latão 3/4", inclusive conexões, roscável, instalado em ramal de água fria - fornecimento e instalação. af_12/2014	un	1,00	42,23	42,23
8.7	9535	SINAPI	Chuveiro eletrico comum corpo plastico tipo ducha, fornecimento e instalacao	un	1,00	68,36	68,36
8.8	1447	ORSE	Caixa d´água em fibra de vidro - instalada, sem estrutura de suporte, cap. 500 litros	un	1,00	339,32	339,32
						Sub Total	1.858,06
9			INSTALAÇÕES ELETRICAS/TELEFONE/ANTENA				
9.1	3395	ORSE	Ponto de luz em teto ou parede, com eletroduto de pvc flexivel sanfonado embutido Ø 3/4"	un		185,07	-
9.2	3278	ORSE	Ponto de interruptor 01 seção (1 s) embutido com eletroduto de pvc flexível sanfonado Ø 3/4"	un		130,25	-
9.3	3281	ORSE	Ponto de interruptor 02 seções (2 s) embutido com eletroduto de pvc flexível sanfonado embutido Ø 3/4"	un		129,91	-
9.4	93141	SINAPI	Ponto de tomada 10A	un		124,89	-
9.5	93143	SINAPI	Ponto de tomada 20A	un		126,74	-
9.6	3396	ORSE	Ponto de tomada 3p para chuveiro elétrico até 4000 va, com eletroduto de pvc flexível sanfonado embutido Ø 3/4", inclusive aterramento	un		158,76	-
9.7	676	ORSE	Ponto de telefone, com eletroduto de pvc sanfonado embutido Ø 3/4"	un		116,76	-
9.8	94581	SINAPI	Ponto embutido tomada p/ tv a cabo, c/ eletroduto condulete pvc rigido Ø 3/4" s/ fiação, exclusive tomada	un		133,55	-
						Sub Total	

10			PISO				
10.1	87247	SINAPI	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área entre 5 m2 e 10 m2. af_06/2014	m²	30,22	28,53	862,18
						Sub Total	862,18
11			ESQUADRIAS				
			MADEIRA				
11.1	91319	SINAPI	Kit de porta de madeira para pintura, semi-oca (leve ou média), padrão popular, 80x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação do batente, sem fechadura - fornecimento e instalação. af_08/2015	un	3	539,51	1.618,53
11.2	90841	SINAPI	Kit de porta de madeira para pintura, semi-oca (leve ou média), padrão popular, 60x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação do batente, fechadura com execução do furo - fornecimento e instalação. af_08/2015	un	1	612,36	612,36
			FERRAGENS E ACESSÓRIOS				
11.3	90831	SINAPI	Fechadura de embutir completa, para portas de banheiro	un	4	67,87	271,48
			ALUMÍNIO				
11.4	91341	SINAPI	Janela de aluminio 100x60	un	1	384,32	384,32
11.5	94581	SINAPI	Janela de aluminio 150x100	un	2	297,55	595,1
11.6	COTAÇÃO	MERCADO	Janela de aluminio 60x40	un	1	146,33	146,33
						Sub Total	3.628,12
12			PINTURA				
12.2	35693	SINAPI	Tinta látex acrílica fosca	m²	43,45	8,40	364,98
12.3	6090I	SINAPI	Selador base PVA para pintura látex	m²	43,45	10,54	457,96
12.4	35691	SINAPI	Tinta látex PVA fosca	m²	43,45	12,51	543,56
						Sub Total	1.366,50
						TOTAL GERAL	30.816,42