

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

AMARILDO SODRÉ BRESCOVIT

AVALIAÇÃO DE CUSTOS ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL*
***FRAME* (LSF) E O SISTEMA CONVENCIONAL**

Porto Alegre
2017

AMARILDO SODRÉ BRESCOVIT

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE O SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME*
(LSF) E O SISTEMA CONVENCIONAL**

**Trabalho de Diplomação apresentado ao
Departamento de Engenharia Civil da Escola de
Engenharia da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil**

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre

2017

AMARILDO SODRÉ BRESCOVIT

**COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE O SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME*
(LSF) E O SISTEMA CONVENCIONAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação (COMGRAD) da Engenharia Civil na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 21 de dezembro de 2017

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. Luciani Somensi Lorenzi
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Relatora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. José Alberto Azambuja (UNIRITTER))
Dr. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período da graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Professora Cristiane Sardin, por seu apoio e dedicação, sempre disposta a orientar e compartilhar seu conhecimento durante a realização deste trabalho.

Agradeço a minha namorada Magali, pela compreensão, pela paciência e pelo encorajamento durante o período da graduação.

Agradeço a todas as pessoas com quem trabalhei na FEC Engenharia e Construções, pelo apoio e ensinamentos.

Agradeço à minha família por serem a base de tudo que me tornei, em especial aos meu pais e meus irmãos.

Agradeço aos amigos que fiz na faculdade, que tornaram o período de faculdade melhor, sem eles não seria que sou hoje.

Agradeço à compreensão e colaboração da proprietária da residência estudada, sem a autorização dela não seria possível este trabalho.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para que pudesse chegar até aqui.

RESUMO

Diante do crescimento populacional e dos avanços tecnológicos, a indústria da construção tem buscado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente. A partir do desenvolvimento construtivo da área surgiram novos métodos construtivos com a finalidade de criar um processo industrializado dentro da construção civil, sendo estes sistemas uma alternativa para o mercado brasileiro. Um dos sistemas construtivos bastante utilizados nos países desenvolvidos vem ganhando força no mercado nacional: o *Light Steel Frame* (LSF). Devido a esse aumento da demanda do sistema, este trabalho visou comparar custos para implantação dos seguintes métodos construtivos, sistema Light Steel Frame e o sistema convencional de estrutura de concreto armado e fechamento com alvenaria de blocos cerâmicos, em uma residência de alto padrão localizada no Condomínio Ecovillage Urban Resort, na cidade de Viamão-RS. Através dos projetos da residência foram elaborados orçamentos comparativos dos dois sistemas, chegando às seguintes conclusões: o sistema (LSF) é mais caro em custos que o convencional.

Palavras-chave: *Light Steel Frame* (LSF). Orçamentos Comparativos. Métodos Construtivos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa	11
Figura 2 – Componentes do Sistema <i>Light Steel Frame</i> (LSF).....	13
Figura 3 – Escavação para vigas baldrame.....	15
Figura 4 – Disposição da manta, armaduras e instalações	16
Figura 5 – Concretagem e alisamento da superfície do <i>radier</i>	17
Figura 6 – Detalhe Painel <i>Light Steel Frame</i>	18
Figura 7 – Detalhe da ancoragem do painel em laje <i>radier</i>	18
Figura 8 – Detalhe estrutura <i>Light Steel Frame</i> (cobertura).....	20
Figura 9 – Detalhamento de fechamento externo	21
Figura 11 – Acabamentos externos (revestimento porcelanato amadeirado, porcelanato grandes formatos e textura)	23
Figura 12 – Fechamento interno com placas de gesso acartonado.....	24
Figura 13 – Instalação hidráulica com tubos PEX	25
Figura 14 – Isolamento termoacústico com lã de vidro.....	26
Figura 15 – Sistema convencional de construção com estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação.....	29
Figura 16 – Aberturas em paredes de alvenaria	31
Figura 17 – Detalhe laje maciça	32
Figura 18 – Detalhe vigota treliçada.....	33
Figura 19 – Imagem ilustrativa de uma laje de vigota e tavela	34
Figura 20 – Imagem ilustrativa do detalhe da laje de vigota e elemento de enchimento	35
Figura 21 – Imagem da fachada frontal da residência.....	37
Figura 22 – Fachada lateral da residência	38
Figura 23 – Fundos da residência.....	39
Figura 24 – Projeto Pavimento térreo.....	40
Figura 25 – Projeto Segundo Pavimento	41
Figura 26 – Imagem ilustrativa da estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação ..	42
Figura 27 – Imagem ilustrativa dos acabamentos externos para alvenaria de vedação	43
Figura 28 – Imagem demonstrativa da estrutura de <i>Light Steel Frame</i> (LSF).....	44
Figura 29 – Detalhamento de montante e guia do sistema <i>Light Steel Frame</i> (LSF).....	45
Figura 30 – Revestimento externo utilizado no <i>Light Steel Frame</i> (LSF) da residência	47
Figura 31 – Laje pré-fabricada.....	48

Figura 32 – Laje *Light Steel Frame*49

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI – Benefícios e despesas indiretas

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

CES - Construção Energitérmica Sustentável

DECIV - Departamento de Engenharia Civil

EE - Escola de Engenharia

EIFS - Exterior Insulation and Finish System

EPS: *Expandable Polystyrene*

ISO - *International Organization for Standardization*

LSF - *Light Steel Frame*

Mpa - Megapascal

NBR - Norma Brasileira

OSB - *Oriented Strand Board*

PEX – Polietileno Reticulado

PVC – *Polyvinyl Chloride*

PVA – Acetato de Polivinila

RF - Resistente ao Fogo

RU - Resistente à Umidade

SINAT - Sistema Brasileiro de Avaliações Técnicas

ST – *Standard*

ZAR – Zincado de Alta Resistência

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma das etapas de trabalho	11
Tabela 2 – Orçamento estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação.....	54
Tabela 3 – Orçamento <i>Light Steel Frame</i> (LSF)	55
Tabela 4 – Comparativos entre valores de serviços para os sistemas estudados	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.3 HIPÓTESE	9
2.4 PRESSUPOSTOS	9
2.5 PREMISSA	9
2.6 DELIMITAÇÕES	10
2.7 LIMITAÇÕES.....	10
2.8 DELINEAMENTO.....	10
3 SISTEMA <i>LIGHT STEEL FRAME</i> (LSF)	13
3.1 SISTEMA CONSTRUTIVO.....	13
3.1.1 Características do projeto.....	13
3.1.2 Componentes do sistema	14
3.1.3 Etapas de construção.....	14
3.1.3.1 Execução de fundações.....	15
3.1.3.2 Montagem de estrutura	17
3.1.3.3 Lajes para estrutura <i>Light Steel Frame</i> (LSF)	19
3.1.3.4 Execução de cobertura.....	19
3.1.3.5 Execução de fechamento externo	20
3.1.3.5.1 Siding Vinílico	21
3.1.3.6 Acabamento	22
3.1.3.7 Fechamento interno	23
3.1.3.8 Instalações elétricas e hidráulicas	24
3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	25
3.2.1 Isolamento Termoacústico	25
3.2.2 Velocidade construtiva	26
3.2.3 Segurança estrutural	27
3.2.4 Durabilidade	27
3.2.5 Desempenho Perante Incêndios.....	28
4 CARACTERÍSTICAS SISTEMA CONVENCIONAL	29
4.1 COMPOSIÇÃO DE PAREDES DO SISTEMA CONVENCIONAL.....	29
4.1.1 Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	30
4.2 COMPOSIÇÃO DE LAJES DO SISTEMA CONVENCIONAL.....	31
4.2.1 Lajes de concreto maciça	31
4.2.2 Lajes treliçadas	32
5 DESCRIÇÃO DO PROJETO ORÇADO.....	36
5.1 PLANTAS BAIXAS	39

5.1.1 Pavimento térreo	39
5.1.2 Segundo pavimento	40
5.2 COMPOSIÇÃO DE PAREDES	41
5.2.1 Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação	41
5.2.2 Sistema <i>Light Steel Frame</i> (LSF)	43
5.2.2.1 <i>Placa Cimentícia</i>	46
5.3 COMPOSIÇÃO DE LAJES	47
5.3.1 Laje estrutura convencional	47
5.3.2 Lajes estrutura <i>Light Steel Frame</i> (LSF)	48
6 CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DE OBRA	50
6.1 CÁLCULO DOS CUSTOS DIRETOS	50
6.2 CÁLCULO DOS CUSTOS INDIRETOS	51
7 ORÇAMENTO	52
8 ANÁLISE	56
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A- Composições abertas dos orçamentos	62
APÊNDICE B- Imagens da obra	75
ANEXO A- Projeto padrão <i>Light Steel Frame</i>	81
ANEXO B- Projeto pavimento térreo	87
ANEXO C- Projeto segundo pavimento	89

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil ainda é executada da mesma maneira há décadas, sistema artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pela grande perda de materiais. O mercado tem demonstrado que essa situação necessita de mudança e que o uso de novas tecnologias é a melhor forma de industrializar e racionalizar os processos. Apesar do Brasil ser um dos líderes na produção de aço, a utilização deste material em edificações tem sido pequena se comparado com o potencial industrial brasileiro (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 12).

O sistema *Light Steel Frame* é um sistema alternativo de construção que visa aumentar a velocidade de execução das obras, alternativa mais sustentável, sistema que otimiza o projeto, uma construção com menor quantidade de resíduos, diminuição de patologias (FUTURENG, 2014). Atualmente, na construção civil, tem-se a necessidade de se construir de maneira mais rápida e com menos desperdício considerando-se uma crescente conscientização sobre a importância da conservação do meio ambiente. O método construtivo mais comumente utilizado no país é o sistema estrutural em concreto armado com fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos, no qual são gerados altos índices de resíduos, prejudiciais ao ambiente. Dada a sua natureza artesanal de produção, gera uma gama de desperdícios de materiais, assim como a redução de consumo de recursos naturais não renováveis, como aqueles provenientes da mineração de rochas, areia e outros materiais primários. Tendo isso em vista, é importante que se busque alternativas construtivas como o *Light Steel Frame* (LSF ou estruturas em aço galvanizado), que será o objeto de estudo deste trabalho.

Através de levantamento de custos da implantação do (LSF) baseado em projetos específicos no desenvolvimento desta pesquisa, criou-se um comparativo de valores com o sistema convencional de construção em estrutura de concreto armado e vedação com tijolos cerâmicos, para com isso avaliar se os benefícios que o *Light Steel Frame* (LSF) traz para a edificação residencial superam o valor excedido investido.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar custos da execução da estrutura e vedação de uma residência usando o sistema *Light Steel Frame* (LSF) com a execução em sistema convencional de estruturas de concreto armado e alvenarias de blocos cerâmicos, na região metropolitana de Porto Alegre.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo específico deste trabalho é:

Avaliar se é viável financeiramente a utilização do *Light Steel Frame* (LSF) em vez de sistema convencional.

2.3 HIPÓTESE

De acordo com a percepção do mercado, o sistema *Light Steel Frame* (LSF) apresenta custos maiores na parte de estrutura e vedação do que o sistema convencional de construção, mas considerando-se as demais vantagens da sua aplicação, este sistema construtivo se torna viável.

2.4 PRESSUPOSTOS

Este trabalho está baseado em projeto arquitetônico e projetos específicos elaborados conforme a normatização vigente, também sendo considerados materiais entregues em obra e mão de obra não ociosa.

2.5 PREMISA

O sistema *Light Steel Frame* (LSF) tem vantagens na execução como velocidade construtiva e menos resíduos em relação ao sistema convencional de concreto armado com vedação em

alvenaria de blocos cerâmicos, mas por se tratar de método construtivo inovador, gera dúvida referente ao seu custo para implantação.

2.6 DELIMITAÇÕES

A avaliação que está sendo feita neste trabalho se restringe à estrutura e vedação de uma obra executada na cidade de Viamão, localizada na grande Porto Alegre.

2.7 LIMITAÇÕES

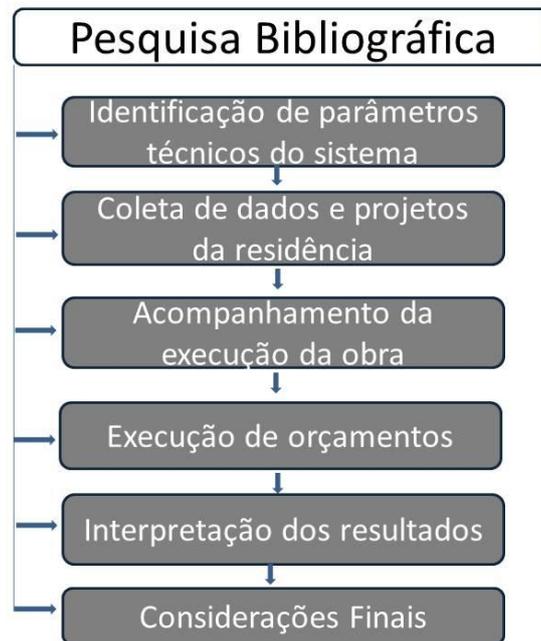
O trabalho está limitado por:

- a) Considerar terreno plano e com solo denso, onde as fundações não vão se diferenciar de forma significativa entre o *Light Steel Frame* (LSF) e o sistema convencional de estrutura com concreto armado e alvenaria de blocos cerâmicos;
- b) Considerar residência com padrão normal de construção de acordo com o CUB (custo unitário básico) do RS;
- c) Não está considerado no orçamento a parte externa da residência (piscina, muros, drenagem, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, ar condicionados, pisos, revestimentos, pintura, entrada de água, saída de esgoto, ligação de energia elétrica, calçamentos e jardinagem), BDI (custos e despesas indiretas), bem como deslocamentos de mão de obra e material.

2.8 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir:

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

A **pesquisa bibliográfica** teve por objetivo obter conhecimento aprofundado sobre o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF). A partir dessa pesquisa foi possível o entendimento do que é e de como é composto o *Light Steel Frame* (LSF). Ela foi realizada durante todo o período de elaboração do presente trabalho, através do estudo de publicações, livros, artigos e revistas.

Simultaneamente com a pesquisa bibliográfica foi executada a etapa da **identificação dos parâmetros técnicos do sistema** para auxiliar na avaliação da implantação do sistema na residência estudada.

A etapa de **coleta de dados e projetos da residência** permitiu o estudo do projeto, a implantação no local da obra e definição dos materiais. Ao longo do desenvolvimento do trabalho **acompanhou-se a execução da obra** e montagem do sistema *Light Steel Frame* (LSF), que conforme programação da empresa durou seis meses.

Na etapa seguinte executou-se o levantamento de medições através da interpretação dos projetos e custos dos materiais utilizados para execução da residência, tanto no sistema *Light Steel Frame* (LSF) como também considerando o sistema convencional de concreto armado e alvenarias de vedação. Com base nas composições de custos dos serviços e nos índices SINAPI considerando homem/hora para mão de obra, foi executado o **orçamento** para ambos os sistemas que compõe este trabalho.

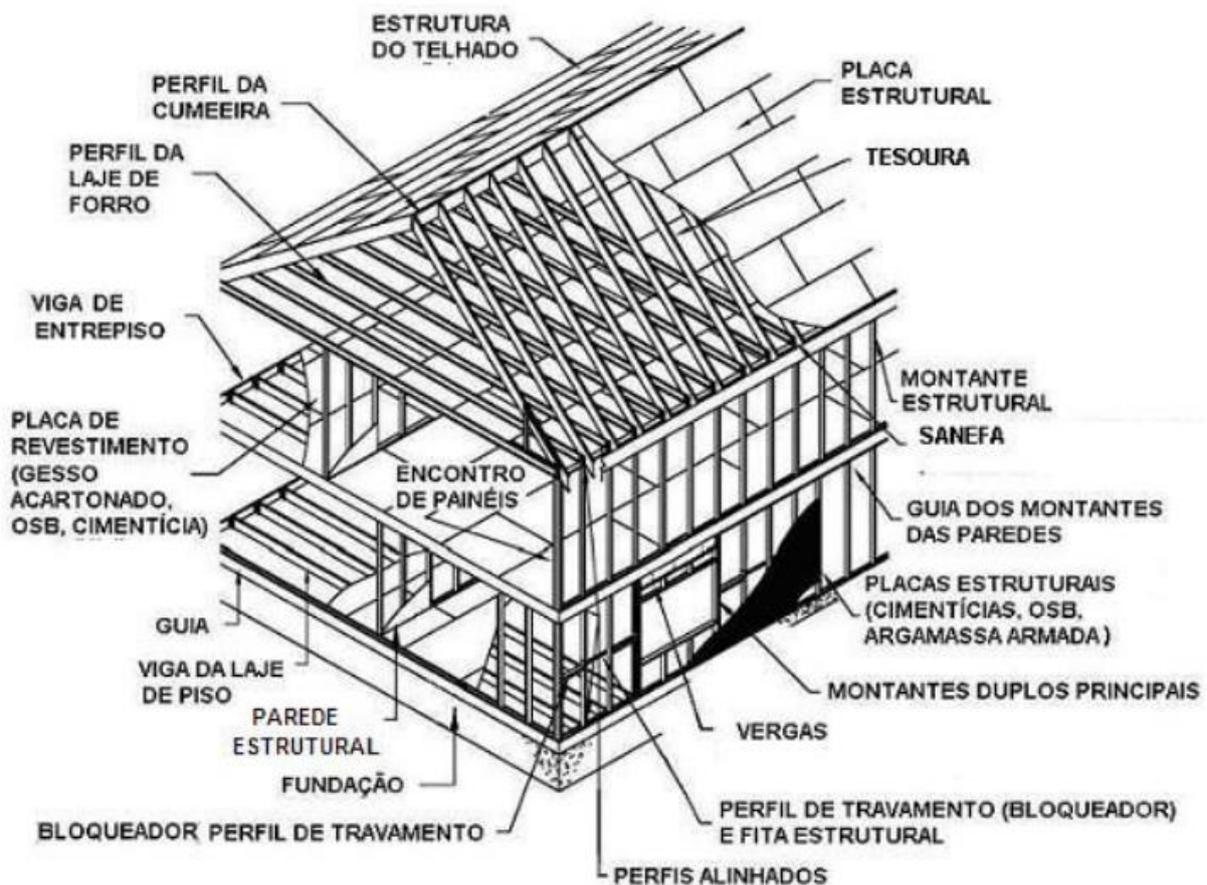
Nas etapas finais do presente trabalho **interpretou-se dos resultados** para obter as conclusões sobre os objetivos abordados.

Na última etapa, foram apresentadas as **considerações finais** referentes às experiências adquiridas.

3 SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME* (LSF)

O sistema *Light Steel Frame* (LSF) é um sistema autoportante de construção a seco. Este sistema é caracterizado por ser composto por outros subsistemas, que além do estrutural, que é também de fundação, há subsistemas de contraventamento, isolamento térmico e acústico, fechamento interno e externo, instalações hidráulicas e elétricas (CRASTO, 2005, p. 13-15). A Figura 2 apresenta alguns componentes do sistema.

Figura 2 – Componentes do Sistema *Light Steel Frame* (LSF)



fonte: (FREITAS; CRASTO, 2006)

3.1 SISTEMA CONSTRUTIVO

3.1.1 Características do projeto

O sistema *Light Steel Frame* (LSF) é um sistema industrializado, portanto, seus componentes possuem medidas específicas. Com o objetivo de evitar desperdício de tempo e visar a otimização de custos é importante que o projeto considere as medidas conforme a modulação desses materiais.

Além disso, existem poucas limitações dentro de um projeto de *Light Steel Frame* (LSF), uma vez que ele constitui um sistema flexível e, por ser um sistema que permite o uso de diferentes materiais de acabamento, permite que cada construção tenha sua identidade, por mais que todas elas compartilhem do mesmo sistema construtivo.

3.1.2 Componentes do sistema

O sistema *Light Steel Frame* (LSF) constitui um sistema construtivo racional e industrial. Os principais componentes do sistema, todos industrializados (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 12) são:

- **Estrutura:** Perfis leves de aço galvanizado, dobrados a frio, que formam, entre outros, painéis estruturais e não estruturais, vigas e tesouras;
- **Fechamento externo:** Placas de OSB (*Oriented Strand Board*), Placas Cimentícias;
- **Fechamento interno:** Placas de gesso acartonado (*drywall*);
- **Isolamento térmico e acústico:** Lã de vidro ou lã de rocha;
- **Impermeabilização e subcobertura:** Manta asfáltica, emulsão;
- **Elementos de fixação:** Parafusos autoperfurantes e autobrocantes;
- **Instalação hidráulica:** PVC ou PEX;
- **Instalação elétrica convencional;**
- **Telhado:** Telha cerâmica, metálica, *shingle*, entre outros;
- **Revestimento e acabamentos:** Pintura, textura, cerâmica, entre outros.

3.1.3 Etapas de construção

As etapas de construção, a serem detalhadas a seguir, (FREITAS; CRASTO, 2006) são:

- Execução de fundações
- Montagem de estrutura
- Execução de cobertura
- Execução de fechamento externo
- Instalações elétricas e hidráulicas
- Fechamento interno
- Acabamento

3.1.3.1 Execução de fundações

Uma vez que não existe necessidade de suportar grandes cargas, a fundação para casas de *Light Steel Frame* (LSF) podem ser do tipo superficial. Dentre os diversos tipos de fundações utilizados nesse sistema construtivo os principais são: *radier* e sapata corrida (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 26). Para a escolha da fundação, o projetista deve levar em conta o peso da estrutura e as condições do terreno e do solo.

A fundação *radier* é a mais utilizada nesse tipo de construção e constitui uma laje de concreto armado de cerca de 15cm de espessura, que dispensa a perfuração do solo. O terreno deve ser nivelado e preparado para receber o concreto colocando-se uma camada de brita sobre a terra e uma manta impermeabilizante sobre a brita. O *radier* é feito em toda extensão da casa incluindo as calçadas laterais, as áreas para varanda e garagem. Pode-se também fazer reforços nas regiões do *radier*, onde ficarão as paredes estruturais apoiadas, conforme descrição a seguir. (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 27).

1° Passo

Quando o terreno estiver acertado e nivelado, cavam-se as vigas baldrame (conforme Figura 3) que se localizam abaixo do nível do *radier* e posicionadas nos locais que ficaram dispostas as paredes estruturais do sistema *Light Steel Frame* (LSF).

Figura 3 – Escavação para vigas baldrame



fonte: (GESTOR DE OBRAS, 2016)

2° Passo

Em seguida, coloca-se as tubulações de água, esgoto, fios de energia e as fôrmas das bordas niveladas na cota final. O terreno recebe, então, uma camada de brita graduada, que é depois compactada. Coloca-se, a seguir, uma manta de impermeabilização, o mais utilizado é manta plástica de polietileno de alta densidade (PEAD). Sobre a manta fixam-se as armaduras das vigas de paredes e também a malha de aço compondo a armadura principal do *radier*. A Figura 4 mostra as instalações elétrica e hidráulica, armaduras e manta.

Figura 4 – Disposição da manta, armaduras e instalações



fonte: (GESTOR DE OBRAS, 2016)

3° Passo

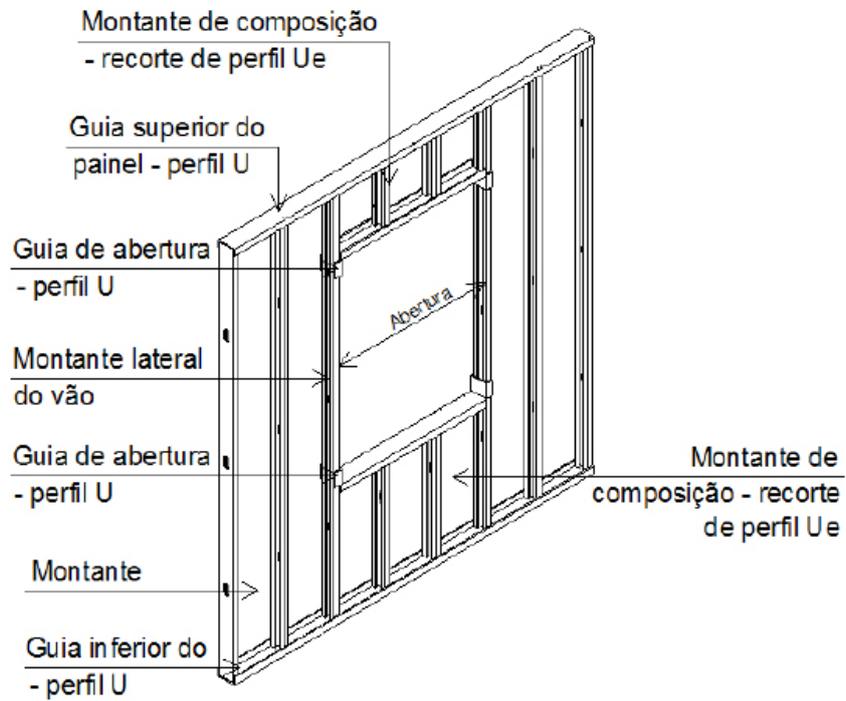
Em seguida é feita a concretagem do *radier*, com a opção de se realizar o desempenamento e o alisamento com polidora de piso, conforme Figura 5. As fôrmas são retiradas depois de três dias.

Figura 5 – Concretagem e alisamento da superfície do *radier*

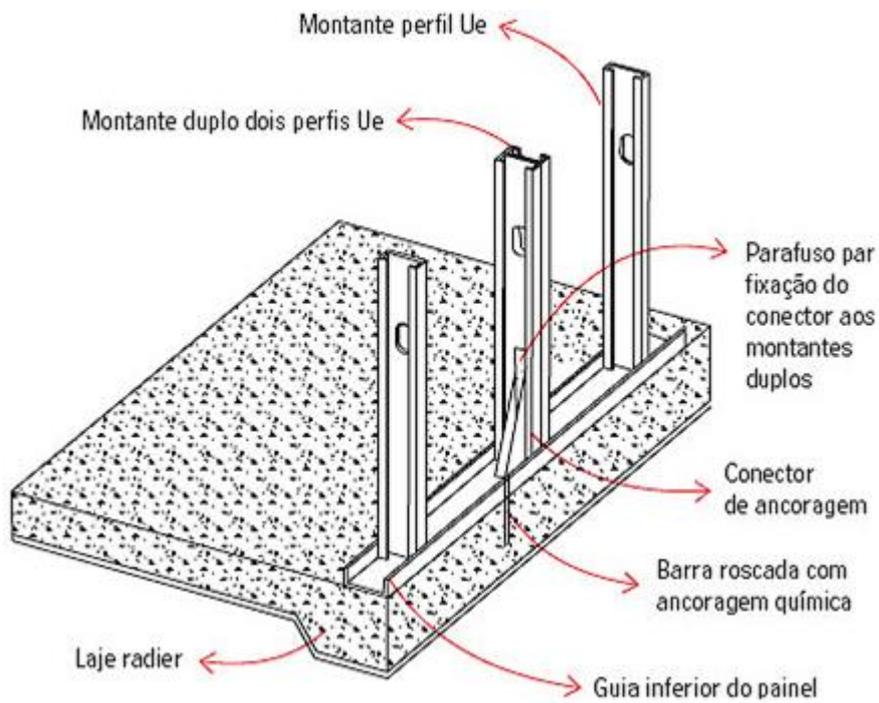
fonte: (GESTOR DE OBRAS, 2016)

3.1.3.2 Montagem de estrutura

A segunda etapa do método construtivo constitui a montagem dos painéis de aço galvanizado do sistema e a fixação dos painéis no *radier*, conforme Figuras 6 e 7. Para a montagem dos painéis é preciso ter em mãos os desenhos e as medidas exatas de cada um. Assim, os perfis metálicos são marcados, cortados e vincados de maneira a se encaixar perfeitamente, formando painéis rígidos. Depois de prontos, os painéis devem ser enumerados e levados à obra. Sobre o *radier* são colocadas chapas de aço para a fixação dos perfis metálicos. Com um marcador devem ser demarcados os alinhamentos das paredes externas e internas sobre o *radier* e furados os pontos de fixação com uma broca especial para concreto. Os painéis metálicos são, então, colocados sobre as marcações. A fixação dos painéis ao *radier* é feita com uso de *parabolts* (chumbadores). Os painéis (Figura 6) são também parafusados uns aos outros formando uma estrutura rígida, finalizando a estrutura (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 32).

Figura 6 – Detalhe Painel *Light Steel Frame*

fonte: (FREITAS; CRASTO, 2006)

Figura 7 – Detalhe da ancoragem do painel em laje *radier*

fonte: (FREITAS; CRASTO, 2006)

3.1.3.3 Lajes para estrutura Light Steel Frame (LSF)

De acordo com (SUL MÓDULOS, 2017) as lajes podem ser formadas por um conjunto de perfis metálicos na parte interna, e as placas de OSB são aplicadas sobre essa estrutura formando o piso, criando-se uma espécie de “laje seca”.

Posteriormente, pode ser aplicado ou não um revestimento cimentício dotado de armadura para prevenir a fissuração, que irá prover a sensação de uma laje de piso convencional em concreto. Na residência estudada optou-se por fazer uma camada de placas cimentícias sobre os painéis OSB. Na parte inferior das lajes são aplicadas as placas de *drywall* formando o teto na face inferior, que fica praticamente pronto para receber acabamento final e pintura.

Uma eventual necessidade de passagem de tubulações hidrossanitárias também se torna facilitada, devido à característica do sistema. Esta laje não necessita de escoramento.

É importante destacar a importância da utilização da lã de vidro ou lã de rocha, da mesma forma que é feito nas paredes, para garantir a eficiência acústica do sistema e evitar a propagação de barulhos indesejáveis para o andar de baixo, quando for o caso.

3.1.3.4 Execução de cobertura

A estrutura da cobertura pode ser feita através de tesouras metálicas, sobre as quais são colocadas as placas de madeira (OSB) ou cimentícias com fibrocelulose, que constituem a base para o telhamento (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 64). Sobre estas placas, fixa-se uma membrana hidrófuga ou manta impermeável que além de impermeabilizar serve para melhorar o conforto térmico da casa. Segundo Domarascki e Fagiani (2009, p. 46), o LSF apresenta o mesmo princípio construtivo e características das edificações convencionais, podendo ter o sistema de cobertura composto por telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento ou telhas tipo *shingle* (telhas planas e finas compostas por grãos de cerâmica, fibra de vidro e asfalto). A Figura 8 apresenta detalhe da disposição dos componentes.

Figura 8 – Detalhe estrutura *Light Steel Frame* (cobertura)

Componentes do Light Steel Framing

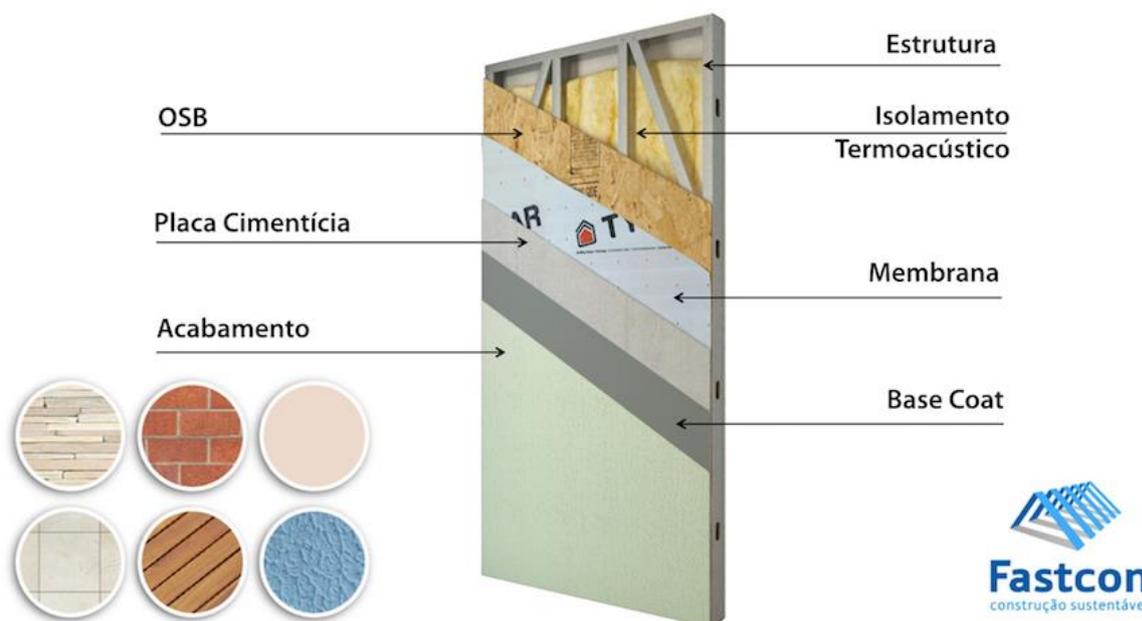


fonte: (PORTAL METÁLICA, s./d.)

3.1.3.5 Execução de fechamento externo

As paredes de fechamento externo devem ser constituídas por várias camadas, formando um “sanduíche”. Essas paredes externas podem ser constituídas por chapas maciças cimentícias e chapas OSB com funções de vedação e travamento da estrutura, ainda sendo instaladas entre as chapas manta impermeável e lã de fibra de vidro para controle de trocas térmicas e acústicas (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 80). A Figura 9 possui detalhe das vedações externas.

Figura 9 – Detalhamento de fechamento externo



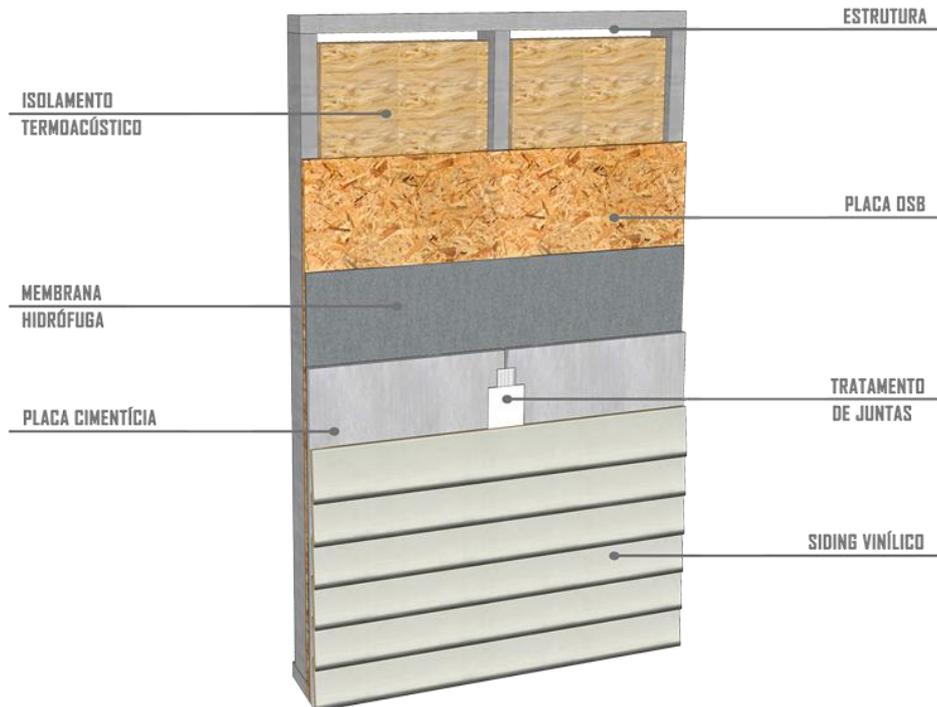
fonte: (DICA DA ARQUITETA, 2016)

3.1.3.5.1 Siding Vinílico

O *Siding Vinílico* é considerado uma opção de alto padrão, por se tratar de um produto importado e apresentar um valor superior aos outros revestimentos. No entanto, pode ser uma boa alternativa em longo prazo, visto a sua grande durabilidade e menor necessidade de manutenção. Para sua instalação é recomendado que as peças sejam posicionadas sobre a barreira impermeável (membrana hidrófuga) e fixadas às chapas de OSB com parafusos, acrescentando maior resistência a solicitações horizontais. Entretanto há a possibilidade de dispensar as chapas OSB e fixar as régua diretamente nos perfis metálicos na estrutura (LP BUILDING PRODUCTS, 2012b).

Ainda segundo o autor, o *Siding Vinílico* tem uma textura que imita a aparência de madeira natural e dispensa pintura e é comercializado em variadas cores (claras, para menor absorção de calor). Porém, pode ser revestido com pintura, sem prejuízo ao produto, faz-se necessária, apenas, da utilização de uma tinta especial para superfícies plásticas, que contenham resinas acrílicas e uretano.

Na figura 10 demonstra-se a disposição desta opção para acabamento das paredes.

Figura 10 – Revestimento externo *Siding Vinílico*

(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

3.1.3.6 Acabamento

O método construtivo *Light Steel Frame* pode receber diferentes tipos de acabamento, tais como: pintura (texturizadas, lisas), revestimentos cerâmicos, gesso, massa corrida, entre outros. As inúmeras opções de acabamento fazem com que o método não seja monótono, uma vez que cada construção pode ter um aspecto diferente, constituindo sua própria identidade (CRASTO, 2005). A Figura 11 apresenta tanto revestimento com pedras, como também acabamento com pintura.

Figura 11 – Acabamentos externos (revestimento porcelanato amadeirado, porcelanato grandes formatos e textura)



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

3.1.3.7 Fechamento interno

Pode ser feito paralelamente às instalações elétricas e hidráulicas. Estes fechamentos são executados com placas de gesso acartonado, os quais auxiliam na fixação destas instalações (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 86). As placas de gesso acartonado podem ser de três tipos (JARDIM; CAMPOS, s./d.):

- Placas comuns (*standard*), utilizadas em áreas secas, apresentam o cartão na cor natural;
- Placas resistentes à umidade (RU), também chamadas de placas verdes, são indicadas para ambientes úmidos;
- Placa resistente ao fogo (RF), utilizada quando há a necessidade de proteção passiva, são diferenciadas pela cor vermelha do cartão envelopador do gesso.

Segundo Santiago (2008, p. 21), “Os sistemas de acabamento devem atender aos critérios de habitabilidade, desempenho estrutural, resistência e reação ao fogo, estanqueidade à água, conforto termoacústico, durabilidade e estética”. A Figura 12 apresenta fechamento com gesso acartonado.

Figura 12 – Fechamento interno com placas de gesso acartonado



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

3.1.3.8 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações elétricas são feitas com eletrodutos convencionais, e normalmente com tubos rígidos de cor amarela. Depois da colocação dos eletrodutos, que são passados entre os perfis de aço, devem ser instaladas as mantas de isolamento térmico e acústico e os painéis de gesso acartonado das paredes internas, que vão servir de base para a colocação das tomadas.

As instalações hidráulicas também podem ser feitas com tubulações convencionais, mas é mais indicada a utilização de tubos flexíveis conhecidos como tubos PEX (polietileno reticulado), que resistem a altas temperaturas e podem ser utilizados tanto para água fria como para água quente, de maneira a garantir muito mais rapidez na execução. A Figura 13 apresenta detalhe do local de distribuição de água em tubos PEX.

Figura 13 – Instalação hidráulica com tubos PEX



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

São várias as vantagens do uso do *Light Steel Frame* (LSF), podemos enfatizar inúmeras que influem diretamente nas questões de economia nas mais variadas etapas do processo construtivo (CENTERSTEEL, 2012).

3.2.1 Isolamento Termoacústico

Isolamento dentro de uma edificação tem a função de proporcionar um melhor conforto térmico e acústico dentro dos ambientes, fazendo com que as condições externas influenciem nas internas. Esse desempenho é satisfatório quando proporciona qualidade ambiental adequada, sendo influenciado por uma série de fatores como a posição da edificação e suas dependências, o tipo de fechamento e cobertura, seus revestimentos, esquadrias, etc. (CRASTO, 2005, p. 165)

Segundo conceito antigo os materiais de grande massa e densidade são os melhores isolantes termoacústicos, porém, com o avanço tecnológico de produtos e processos, essa lei não se aplica ao LSF. Crasto (2005, p. 165) afirma que “os princípios de isolamento termoacústico em LSF baseiam-se em conceitos mais atuais de isolamento multicamada, que consiste em combinar placas leves de

fechamento afastadas, formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante (lã mineral)”. Aumentando-se a espessura desse material isolante aumenta-se a eficiência de desempenho do sistema. O isolamento térmico tem como principal objetivo minimizar as perdas de calor no inverno e de controlar os ganhos de calor no verão. Já o isolamento acústico é usado para minimizar a transmissão de sons de um ambiente para o outro ou do meio externo para o meio interno e vice e versa. Segundo Crasto (2005, p. 169-170), os materiais de isolação, instalados entre os painéis internos e externos, são geralmente porosos e/ou fibrosos os quais tem excelente comportamento como isolante térmico e acústico. O material mais utilizado para isolamento é a lã mineral, como a lã de rocha e a lã de vidro. Além disso, em locais muito frios para aumentar a eficiência térmica da edificação, são utilizados materiais isolantes na parte exterior dos painéis, como o poliestireno expandido. A Figura 14 apresenta detalhes do isolamento.

Figura 14 – Isolamento termoacústico com lã de vidro



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

3.2.2 Velocidade construtiva

Por se tratar de uma construção industrializada, com grande parte dos materiais produzidos em indústria, e estes virem, de certa forma, “prontos” para a obra, faz com que a velocidade de construção do LSF seja de um menor tempo se comparada a tradicional, por exemplo.

O LSF é um sistema no qual pode prever mais precisamente o tempo de execução da edificação, colaborando também com um orçamento inicial mais confiável. Segundo Jardim e Campos (2005, p. 34), “A necessidade de um projeto detalhado para montagem do *Light Steel Frame* (LSF) é fator facilitador da auditoria na obra, através do acompanhamento arquitetônico, que permite verificar o cronograma físico-financeiro e a perfeita execução estrutural do sistema”. O APÊNDICE D mostra detalhes de montagem de um projeto residencial com o sistema *Light Steel Frame* (LSF).

3.2.3 Segurança estrutural

A segurança estrutural é um ponto chave na escolha de um sistema construtivo. O fato de se usar materiais leves em sua composição, em contraste com um material bem mais pesado utilizado na construção tradicional de concreto armado e alvenaria, leva muitos leigos no assunto a pensar se o material empregado no LSF realmente resiste a todos os esforços que podem ser solicitados pela estrutura. Conforme explica a Diretriz SINAT N° 003 (2012, p. 15) para cada tipo de edificação projetada e local implantada é essencial que seja feito por um profissional devidamente habilitado, todo um cálculo estrutural específico. Deve ser previsto o espaçamento entre os montantes, quantidade de travessas, bloqueadores, barras de contraventamento, devem ser consideradas as cargas laterais da ação do vento, enfim verificar a estabilidade e calcular o dimensionamento de toda a estrutura.

3.2.4 Durabilidade

O conceito de durabilidade parte do princípio que uma edificação conserve os requisitos de segurança, de funcionalidade e de estética para a qual foi projetada, sendo denominado de vida útil o tempo que essa construção satisfaz estes requisitos. Por se tratar de uma estrutura basicamente constituída por perfis de aço, logo vem à tona a questão da corrosão. Os perfis de aço galvanizado, conforme consta em FuturEng (2014), podem alcançar uma vida útil de centenas de anos, conforme a espessura da camada de proteção de zinco. Através de estudos foi constatado também que o zinco tem boa capacidade de proteger o aço contra a corrosão durante todos os processos de montagem e construção, mantendo essa função também durante a vida útil da edificação.

A placa OSB é outro material que deve atender ao quesito de vida útil exigido. Por se tratar de um material composto de madeira, deve receber todos os procedimentos exigidos por uma

madeira utilizada na construção civil, principalmente com relação à secagem e tratamento contra ataques biológicos, testado e garantido pelos fornecedores. Fator importante que deve ser avaliado é a possibilidade de ocorrência de manifestações patológicas (FUTURENG, 2014).

3.2.5 Desempenho Perante Incêndios

Segundo Diretriz SINAT N° 003 (2012, p. 23), os requisitos de segurança contra incêndios são expressos pela dificuldade de inflamação generalizada (reação ao fogo dos materiais de acabamento), limitação da densidade ótima da fumaça (facilidade de fuga, avaliada pelo desenvolvimento da fumaça dentro da edificação) e resistência ao fogo dos elementos construtivos, mais precisamente dos elementos estruturais. O aço, por ser considerado um material que não possui grande resistência ao fogo, como explica FuturEng (2014, s./p.) “os elementos estruturais do aço perdem cerca de 50% da sua resistência mecânica quando aquecidos a uma temperatura superior a 550°C”, sendo este valor atingido facilmente em caso de incêndio. Por esse motivo a estrutura do LSF deve ser protegida por materiais que não entrem em combustão facilmente.

Os materiais utilizados nessa proteção devem ter como propriedades um alto ponto de fusão, boa capacidade de deformação perante o calor, resistência as ações de origem térmica, aderência a estrutura aplicada, resistência duradoura a ataques químicos (FUTURENG, 2014). Conforme consta em FuturEng (2014), essa estrutura pode ser protegida pela aplicação das placas de gesso, juntamente com a aplicação da lã mineral no interior do entre placas para contribuir significativamente para essa resistência. As placas de gesso acartonado atuam com as funções de absorver uma grande quantidade de calor e de atrasar a passagem de fluxo térmico. Assim as estruturas resistem facilmente a períodos de fogo de 30 minutos.

4 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA CONVENCIONAL

No Brasil, o sistema construtivo convencional em concreto armado é amplamente utilizado na construção de residências. Esse sistema é utilizado junto à alvenaria de blocos cerâmicos, responsável pelo fechamento e isolamento da edificação. O concreto armado é constituído pela associação de concreto e aço, no qual ambos os materiais apresentam características mútuas de boa aderência e coeficiente de dilatação térmica praticamente igual. Essa união advém do fato que o concreto possui baixa resistência a tração, sendo função do aço, absorver os esforços de tração e cisalhamento que atuam nos elementos de concreto (ARAUJO; RODRIGUES; FREITAS, 2000, p. 90).

Sendo assim, a estrutura de concreto armado é constituída por elementos estruturais isolados, com função de distribuição e encaminhamento dos esforços advindos dos elementos da edificação. Esses elementos, em conjunto com alvenaria de vedação formam o sistema construtivo convencional mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Sistema convencional de construção com estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

4.1 COMPOSIÇÃO DE PAREDES

Os sistemas construtivos convencionais, assim como o LSF, desempenham duplo papel: vedação e suporte estrutural. Segundo Pasto (2007, p. 5), a construção em alvenaria estrutural é composta basicamente por blocos estruturais ou de concreto ou cerâmico que são colocados uns

sobre os outros, unidos por argamassa ou cola especial, formando um conjunto coeso e rígido, suficiente para suportar as solicitações verticais e horizontais de uma edificação. Este sistema não apresenta vigas e pilares, os próprios blocos e as ligações têm a capacidade de absorver as cargas da estrutura, por isso este sistema é o que mais se aproxima ao LSF, por ser autoportante. O outro sistema muito utilizado na construção civil do Brasil é composto por vigas e pilares de concreto armado, responsáveis por sustentar as solicitações da edificação, e paredes de alvenaria de vedação, que além de responsáveis por vedarem a edificação, devem ser capazes de suportar as cargas horizontais.

4.1.1 Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação não é dimensionada para resistir a ações além de seu peso próprio. É responsável pelo fechamento da edificação e também pela compartimentação dos ambientes internos. A maioria das edificações utiliza do processo construtivo convencional, que emprega a alvenaria de vedação com estrutura de concreto armado moldada no local. Pauluzzi [entre 2012 e 2017] menciona que, geralmente, as construções não utilizam projeto de alvenaria, as soluções são improvisadas durante a execução dos serviços e, além dos blocos serem normalmente vazados horizontalmente, o que impossibilita a passagem das instalações sem os conhecidos rasgos na alvenaria (figura 16), aumentando o retrabalho e o desperdício de materiais, consequentemente diminuindo a produtividade.

Figura 16 – Aberturas em paredes de alvenaria



fonte: (PAULUZZI, entre 2012 e 2016)

Visto os problemas comuns de execução deste tipo de sistema construtivo, há o estudo conhecido como “vedação racionalizada”, que utiliza blocos com furos na vertical e apresenta passos importantes para o desenvolvimento das atividades do sistema, com o objetivo de diminuir o desperdício em obra e conscientizar os construtores da importância de um planejamento e projeto da construção (PAULUZZI, [entre 2012 e 2017]).

4.2 COMPOSIÇÃO DE LAJES DO SISTEMA CONVENCIONAL

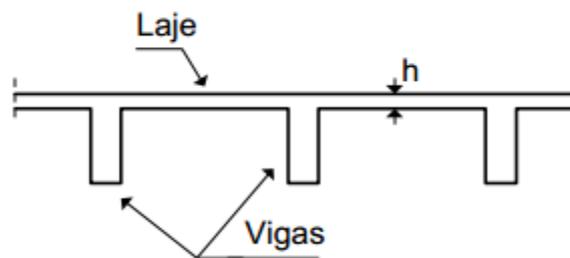
As lajes são elementos estruturais de planos bidimensionais, com uma espessura bem menor em relação às outras dimensões, com carregamento predominantemente transversal. Em uma estrutura convencional, como por exemplo laje-viga-pilar, as lajes possuem, de forma geral, dupla função estrutural: transmitir o carregamento aplicado diretamente no piso para as vigas e/ou pilares e funcionar como diafragma rígido, ao distribuir as cargas horizontais atuantes na estrutura de contraventamento, contribuindo para o mesmo. (CUNHA, 1998)

4.2.1 Lajes de concreto maciça

A laje maciça de concreto é a mais utilizada na construção civil por ter um método executivo e de cálculo simplificado, é uma placa plana de concreto armado maciço e sua espessura varia conforme as necessidades de cada projeto arquitetônico.

Segundo Araújo (2014, pg.2) as lajes maciças são placas de espessura uniforme, apoiadas ao longo do seu contorno. Os apoios podem ser constituídos por vigas ou por alvenarias, sendo este o tipo de laje predominante nos edifícios residenciais onde os vãos são relativamente pequenos. Como o projeto em estudo tem vãos consideráveis esse sistema não foi considerado. A figura 17 mostra o detalhe da laje maciça.

Figura 17 – Detalhe laje maciça



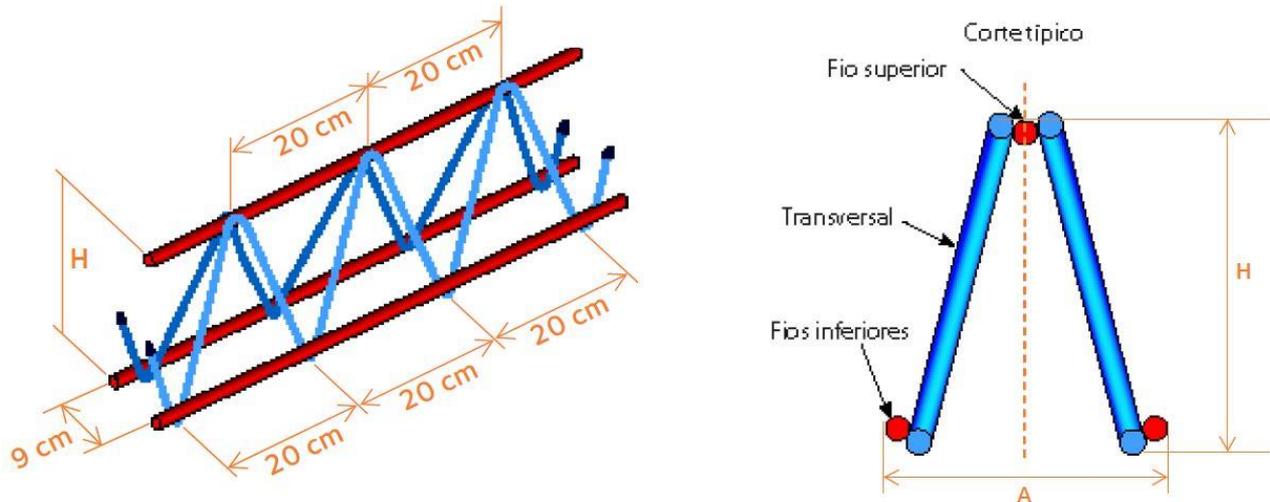
fonte: (ARAÚJO, 2014, P.2)

4.2.2 Lajes treliçadas

Lajes treliçadas são estruturas compostas por vigotas pré-fabricadas com armadura treliçada. A NBR 14859-1 define vigotas pré-fabricadas como estruturas constituídas por concreto estrutural, executadas industrialmente fora do local de utilização definitivo da estrutura ou mesmo em canteiros de obra, sob rigorosas condições de controle de qualidade. Englobam total ou parcialmente a armadura inferior de tração, integrando parcialmente a seção de concreto da nervura longitudinal.

De acordo com BELGO, a armação treliçada é formada por um fio superior (banzo superior), duas diagonais ou sinusóides e dois fios inferiores (banzo inferior). A figura 18 mostra o detalhe da vigota treliçada.

Figura 18 – Detalhe vigota treliçada

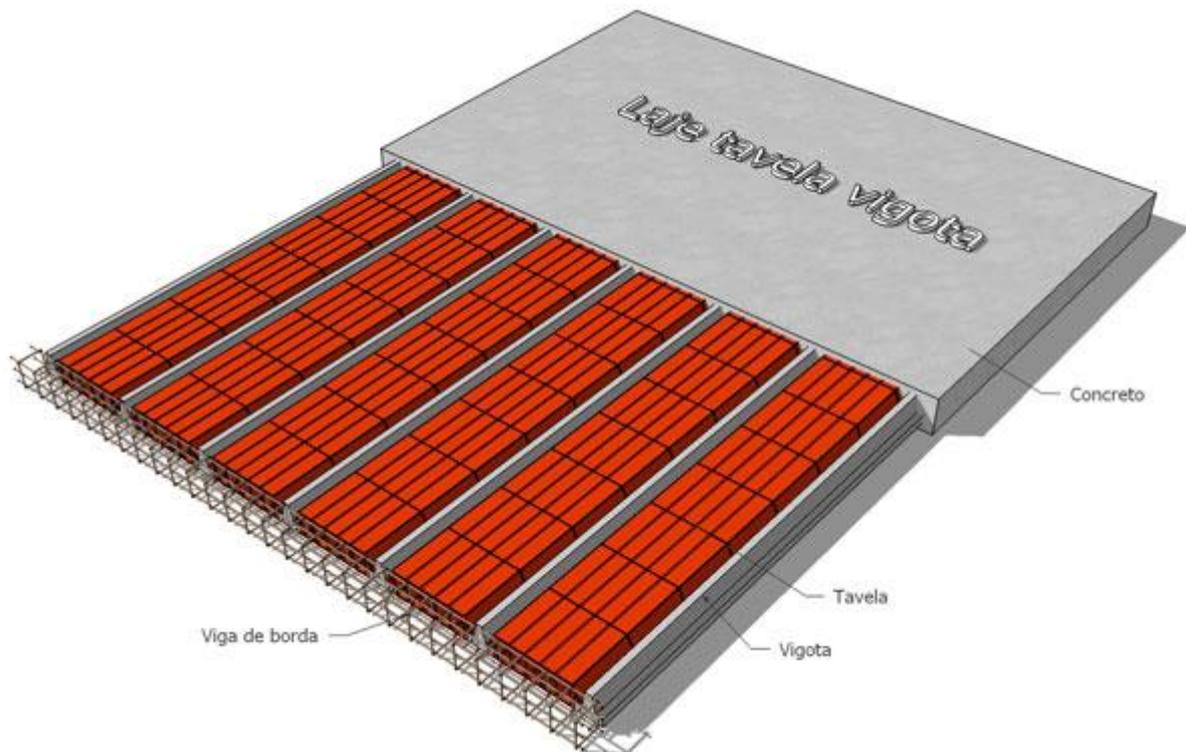


Fonte: ARMAÇÃO TRELIÇADA (MANUAL TÉCNICO LAJES TRELIÇADAS BELGO)

Conforme NBR 14859-1 o material de enchimento não é considerado um material estrutural no contexto da laje. A princípio qualquer produto inerte pode ser utilizado para essa função, sendo os mais comuns a tavela cerâmica e o EPS. Apesar de não ser necessário para a resistência da laje, a boa qualidade deste material é importante para a segurança durante a fase de montagem e moldagem da laje, pois os blocos de enchimentos são responsáveis por transferir o peso do concreto ainda fresco às vigotas que se apoiam sobre as linhas de escora. Assim sendo torna-se necessário que uma unidade do elemento de enchimento resista a uma carga de 1,0 kN ou seja o suficiente para suportar esforços de trabalho durante a montagem e concretagem da laje. Para os elementos de enchimento com 7,0 e 8,0 cm de altura, admite-se a redução desse valor para 0,7 kN.

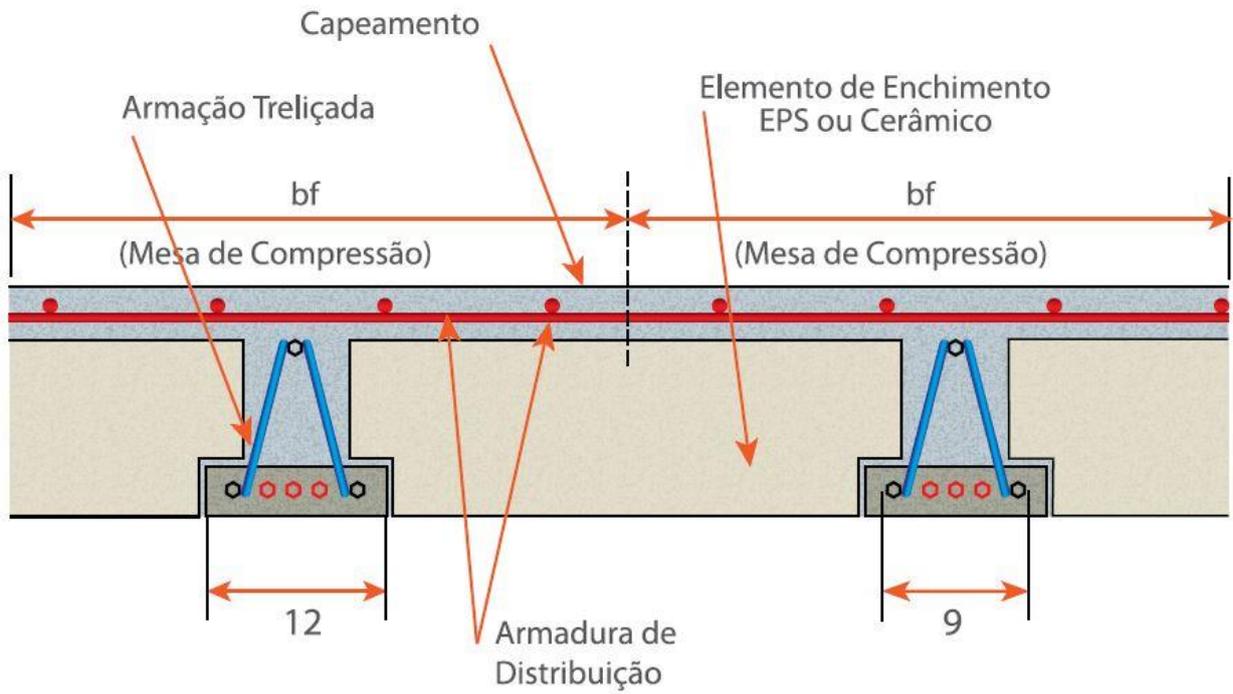
Para o estudo comparativo foi considerado o modelo da figura 19 e figura 20 que mostram a disposição de uma laje de vigota treliçada e tavela cerâmica.

Figura 19 – Imagem ilustrativa de uma laje de vigota e tavela



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Figura 20 – Imagem ilustrativa do detalhe da laje de vigota e elemento de enchimento



fonte: ARMAÇÃO TRELIÇADA (MANUAL TÉCNICO LAJES TRELIÇADAS BELGO)

5 DESCRIÇÃO DO PROJETO ORÇADO

A concepção do projeto foi idealizada segundo o método construtivo *Light Steel Frame* (LSF) e baseou-se no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar que somam aproximadamente 442 m² de área privativa em LSF cujas plantas baixas são mostradas nas figuras 24 e 25. A partir deste projeto, fez-se o desenvolvimento dos projetos complementares e da fundação, este último utilizando a fundação *Radier*. O dimensionamento estrutural e das instalações complementares para o sistema *Light Steel Frame* (LSF) foi realizado de acordo com as respectivas normas técnicas por uma empresa especializada no sistema, deixando os detalhes dos procedimentos de cálculo omitidos devido a serem bastante conhecidos no meio técnico. Baseado em modulações para o LSF e para o sistema convencional de concreto armado com alvenaria de vedação foi possível fazer o levantamento de custos das estruturas e vedação para ambos os sistemas.

A residência estudada situa-se no Condomínio Horizontal Ecovillage Urban Resort, esta é composta por 3 pavimentos (garagem, pavimento térreo e segundo pavimento), dos quais a garagem foi executada em estrutura de concreto armado com vedação de blocos cerâmicos, os outros dois pavimentos foram executados em *Light Steel Frame* (LSF). Para o presente trabalho foi desconsiderado o pavimento da garagem, considerando este como se fosse a base para execução dos outros dois pavimentos. A área externa da casa (piscina, jardins, estruturas anexas à casa e instalações externas da residência) não foram computadas neste orçamento, bem como instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, pisos, revestimentos, marcenaria, pintura, deslocamentos de mão de obra e material. Afim de deixar mais claro o entendimento do projeto executado, seguem nas figuras 21, 22 e 23 algumas imagens da residência já finalizada.

Figura 21 – Imagem da fachada frontal da residência



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Figura 22 – Fachada lateral da residência



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Figura 23 – Fundos da residência



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

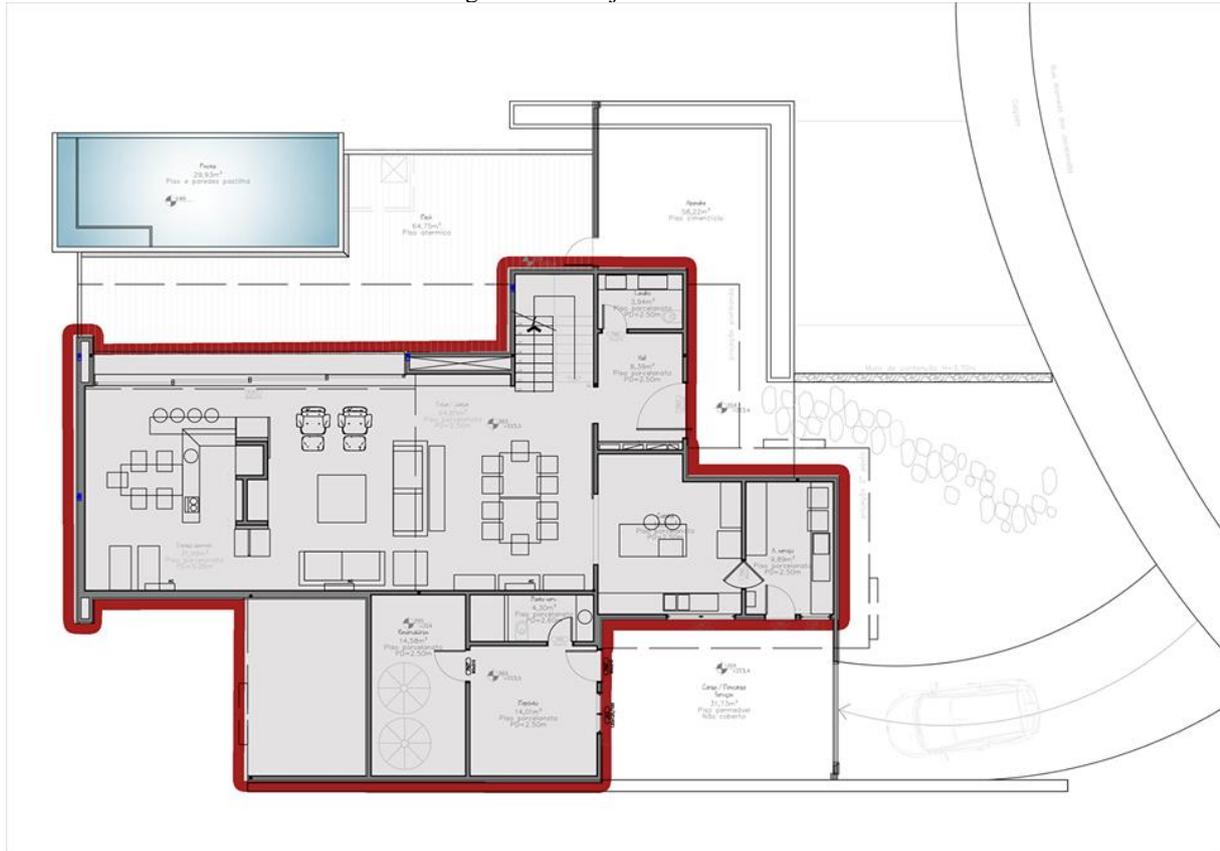
5.1 PLANTAS BAIXAS

Para o presente trabalho foram consideradas somente as áreas do pavimento térreo e do segundo pavimento. Estas áreas foram escolhidas por se tratarem da parte da residência que foram construídas utilizando o sistema *Light Steel Frame* (LSF). Os projetos completos encontram-se nos anexos B e C.

5.1.1 Pavimento térreo

O pavimento térreo tem uma área construída de 214m², dividida nos seguintes cômodos: hall, lavabo, escada, espaço gourmet, sala estar/ jantar, cozinha, área de serviço, depósito, banheiro serviço e área de reservatórios. A figura 24 mostra a área delimitada no pavimento térreo ao qual se executou o quantitativo para aquisição dos custos.

Figura 24 – Projeto Pavimento térreo



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

5.1.2 Segundo pavimento

O segundo pavimento tem uma área construída de 228 m², que está dividida nos seguintes cômodos: escadaria, home/ cinema, 3 suítes sendo uma delas com *jacuzzi*. A figura 25 contém a delimitação de área considerada para orçamento comparativo.

Figura 25 – Projeto Segundo Pavimento



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

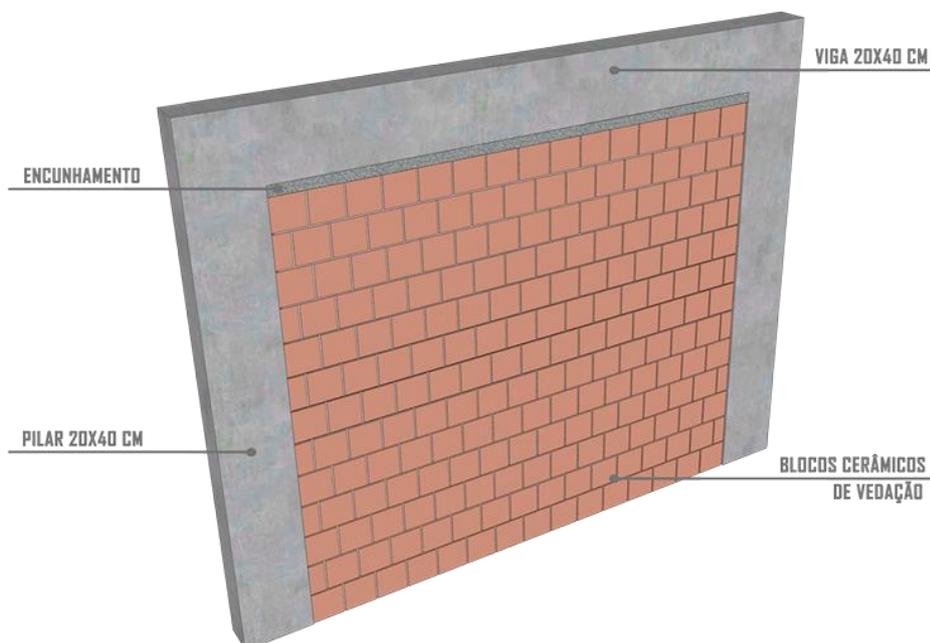
5.2 COMPOSIÇÃO DE PAREDES

Como este trabalho pretende comparar o custo entre estrutura e vedação dos sistemas construtivos *Light Steel Frame* (LSF) e o sistema convencional de concreto armado com vedação em alvenaria de blocos cerâmicos, as composições de paredes apresentadas neste trabalho, tanto de LSF como nos sistemas convencionais são formadas por estrutura, fechamento, revestimento externo e interno, foram utilizados como referência painéis com 3,8 metros de comprimento por três metros de altura para fazer a comparação orçamentária da residência estudada.

5.2.1 Estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação

A figura 26 demonstra de forma esquemática a estrutura e vedação utilizada no estudo para comparação de valores. Ressalva-se que o encunhamento foi identificado apenas como exemplo. Ele não foi considerado neste trabalho.

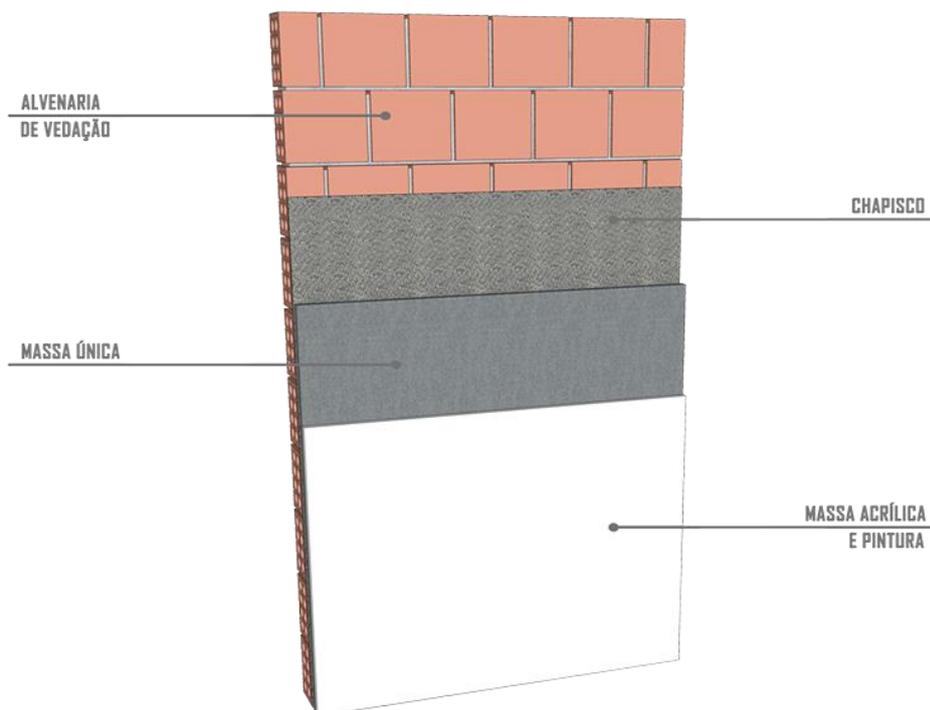
Figura 26 – Imagem demonstrativa da estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Para a estrutura de concreto armado considerou-se vigas e pilares com medidas de 20x40cm, concreto de 15 Mpa, nas vigas foi considerado Aço CA-50 5/8” (16mm), nos pilares foi considerado Aço CA-50 3/4” (20mm). Para as alvenarias de espessura 19cm foram considerados blocos cerâmicos de vedação com medidas (14cmx19cmx39cm) e argamassa com junta de 15mm e com traço de 1:2:5 (cimento: cal: areia média). No acabamento considerou-se aplicação de uma camada de chapisco de traço 1:3 (cimento e areia média), de aproximadamente 7 mm nas duas faces da parede, acrescida na parte interna de uma camada de 15 mm de massa única com traço de 1:1:4 (cimento: cal: areia média lavada), selador, massa corrida pva e pintura acrílica. Externamente, considerou-se, uma camada de massa única de 25 mm de espessura com traço de 1:1:4 (cimento: cal: areia média lavada), selante, textura grafiato e tinta acrílica. A figura 27, mostra de forma esquemática (sem escala) a sequência de acabamentos apontados para uso externo.

Figura 27 – Imagem ilustrativa dos acabamentos externos para alvenaria de vedação

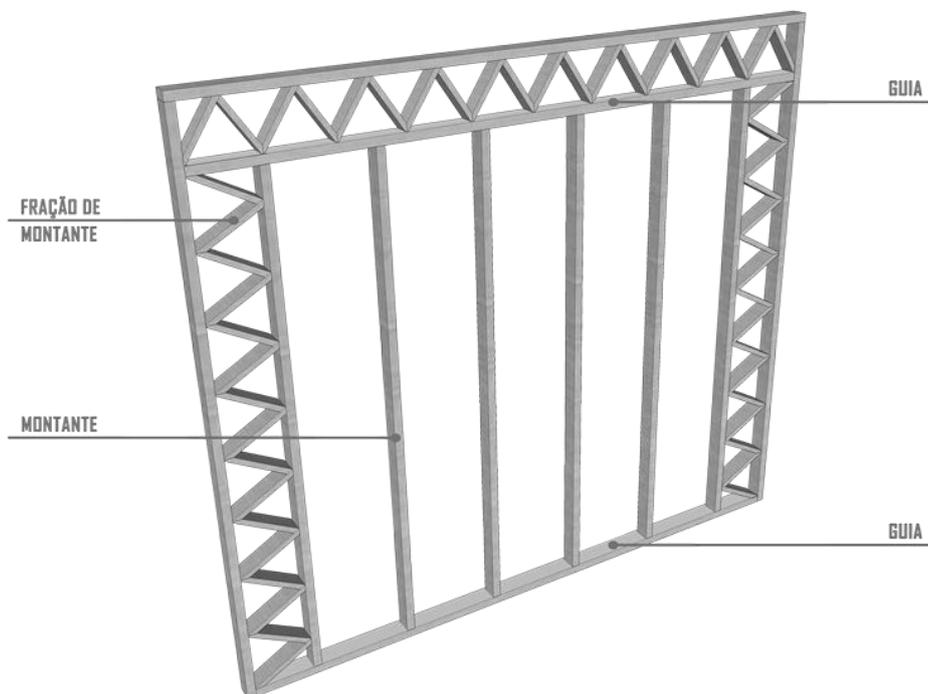


(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

5.2.2 Sistema *Light Steel Frame* (LSF)

Como dito anteriormente, as paredes em LSF são compostas por perfis metálicos, painéis ou perfis de contraventamento, painéis de vedação, barreira hidrófuga, isolamento termoacústico e acabamentos.

Para este estudo, considerou-se um painel de aço constituído de 3 guias (2 superiores (viga) e inferior) de 3,8 m e 8 montantes de 2,6 m de comprimento, espaçados a cada 600 mm e 52 pedaços de montantes com 40 cm constituindo o reforço da viga e pilares. A figura 28 ilustra esquematicamente a estrutura em LSF utilizada neste estudo para compor as paredes, este quadro foi desenvolvido de acordo com um padrão médio de perfis fornecidos na obra pela empresa contratada.

Figura 28 – Imagem demonstrativa da estrutura de *Light Steel Frame* (LSF)

(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

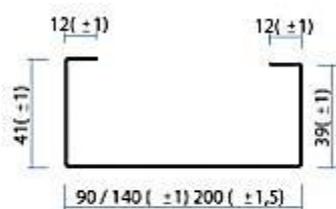
As guias e os montantes escolhidos são produzidos a partir de aço Zincado de Alta Resistência (ZAR) com resistência ao escoamento de 230 MPa, de espessura 0,95 mm. Para chegar a correspondente quantidade de aço em quilograma de painel, seguiram-se os passos apresentados por FUTURENG ([entre 2003 e 2017]), considerando a massa específica do aço de 7860 kg/m³.

As dimensões dos montantes e guias seguem conforme apresentado por Smart Sistemas Construtivos (2016) para perfis de largura 140 mm (M140 e G140) de acordo com a NBR 15253 (2014), conforme figura 29.

Figura 29 – Detalhamento de montante e guia do sistema *Light Steel Frame* (LSF)

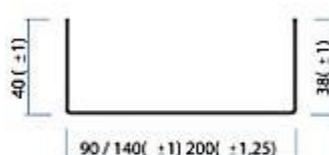
Montante Estrutural

Espessura: #0,80mm - #0,95mm -
#1,25mm (M90 / M140 / M200)



Guia Estrutural

Espessura: #0,80mm - #0,95mm -
#1,25mm (G90 / G140 / G200)



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Para o painel de *Light Steel Frame* (LSF) considerado como base para o trabalho desenvolvido, calculou-se a área da seção transversal dos montantes e guias e foi obtido, respectivamente, 231,8 mm² e 207,1 mm². Contabilizando a quantidade linear de montantes e guias para todo o painel, chegou-se a 41,6 m de montante e 11,4 m de guia. Multiplicando tais valores pela massa específica do aço e somando os resultados, resultou no valor de 94,35 kg para o conjunto do painel. Porém, visto que os valores foram ligeiramente aproximados e como não foram consideradas as conexões e parafusos, optou-se, ainda, por adicionar uma quebra de 10% no valor encontrado, chegando a quantidade final – utilizada no estudo – de 103,785 kg por painel. A área considerada em cada painel para montagem do sistema todo foi de 11,4 m², assim nos permite definir que o painel de aço tem em média 9,1 kg/m² que foi obtida pela divisão do peso do painel LSF (103,785kg) pela área total do painel (11,4 m²).

O fechamento externo de placa cimentícia apresentado a seguir, juntamente com o fechamento do item 3.1.3.4.1 (*Siding Vinílico*) deste trabalho, integram umas das opções mais procuradas por construtores de Porto Alegre. Como, geralmente, no fechamento interno são utilizados os mesmos materiais, todas as composições de paredes apresentadas para o LSF, neste trabalho, consideram painéis OSB 11,1 mm, seguido de placas de gesso acartonado, uma camada de massa corrida e pintura interna. Além de lã de vidro 50 mm no interior dos painéis para isolamento termoacústico. Para o presente trabalho foi considerado o fechamento com placas cimentícias na parte externa.

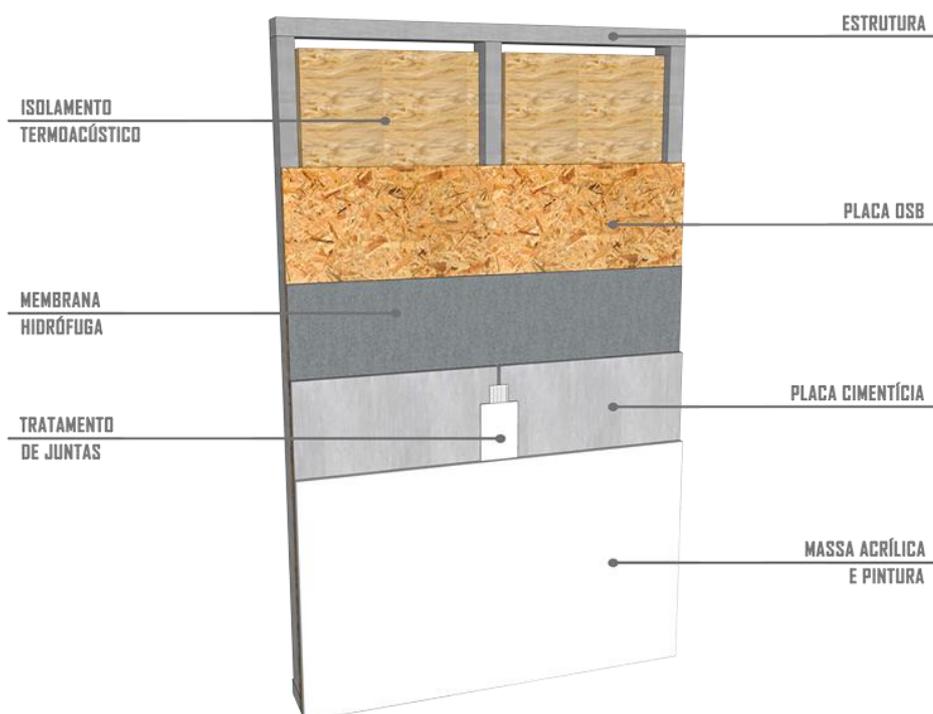
5.2.2.1 Placa Cimentícia

As placas cimentícia geralmente são empregadas no fechamento externo da edificação, mas também podem ser usadas em substituição às placas de gesso acartonado (SANTIAGO, 2008, p. 139). Sua aplicação com outros tipos de revestimento depende das recomendações do fabricante; alguns não garantem o desempenho adequado da placa quando em conjunto com outro material e por vezes retiram a garantia do produto.

Existem dois tipos comuns de acabamento para as placas cimentícias, a argamassa flexível (*base coat*) ou tratamento de juntas (*jazer*). Usualmente, utiliza-se a primeira opção, também devido à proximidade com os acabamentos em alvenaria, porém recomenda-se o uso do tratamento de juntas em atenção à proposta do Light Steel Frame (LSF) e uma obra seca.

Para o estudo, optou-se pelo fechamento externo com painel OSB 11,1 mm, membrana hidrófuga, placa cimentícia 10 mm, tratamento de juntas com tela reforçada, selante acrílico flexível, massa acrílica, textura, selador e pintura acrílica. A figura 30, por sua vez, apresenta a sequência do fechamento externo.

Figura 30 – Revestimento externo utilizado no *Light Steel Frame* (LSF) da residência



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

5.3 COMPOSIÇÃO DE LAJES

Lajes são elementos planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira, sendo esta denominada espessura. A principal função das lajes é receber os carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção (pessoas, móveis e equipamentos), e transferi-los para os apoios.

5.3.1 Laje estrutura convencional

No sistema convencional foi considerada para orçamento lajes pré-fabricadas de 12cm constituída de vigotas treliçadas com espessura de 8cm e preenchimento com tabelas cerâmicas de 7cm de altura, malha de aço CA-60 6,0mm - 0,222kg/m, considerando uma camada de 4 cm de concreto pré-fabricado com resistência de 15 Mpa para cobertura. A figura 31 mostra a laje considerada no estudo e seus componentes.

Figura 31 – Laje pré-fabricada



(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

5.3.2 Lajes estrutura *Light Steel Frame* (LSF)

De acordo com SUL MÓDULOS (2017) as lajes podem ser formadas por um conjunto de perfis metálicos na parte interna, e as placas de OSB são aplicadas sobre essa estrutura formando o piso, criando-se uma espécie de “laje seca”.

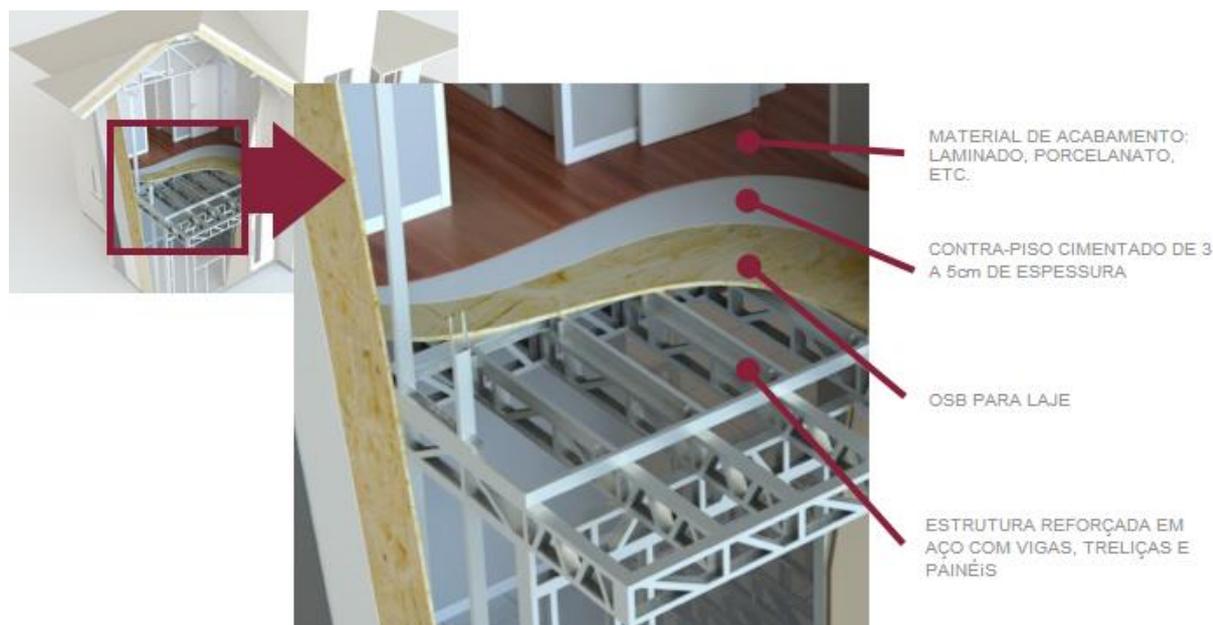
Posteriormente, pode ser aplicado ou não um revestimento cimentício dotado de armadura para prevenir a fissuração, que irá prover a sensação de uma laje de piso convencional em concreto. Na residência estudada optou-se por fazer uma camada de placas cimentícias sobre os painéis OSB e não aplicando revestimento dotado de armadura. Na parte inferior das lajes são aplicadas as placas de drywall formando o teto na face inferior, que fica praticamente pronto para receber acabamento final e pintura.

Uma eventual necessidade de passagem de tubulações hidrossanitárias também torna-se facilitada, devido à característica do sistema. Esta laje não necessita de escoramento.

É importante destacar a importância da utilização da lã de vidro ou lã de rocha, da mesma forma que é feito nas paredes, para garantir a eficiência acústica do sistema e evitar a propagação de barulhos indesejáveis para o andar de baixo, quando for o caso.

Referente a estrutura para a laje da residência em estudo considerou-se que esta seria toda formada por treliças espaçadas em 40cm umas das outras, cada m^2 de laje sendo formada por 5 metros de guias e 5 metros de montantes contabilizando a quantidade linear de montantes e guias, considerando a área da seção transversal dos montantes e guias, respectivamente, $231,8 \text{ mm}^2$ e $207,1 \text{ mm}^2$ e multiplicando tais valores pela massa específica do aço e somando os resultados, chegamos a massa de 17,25 kg para o conjunto da laje, como devemos considerar uma quebra de 10% nos materiais, o total considerado para cada m^2 de laje foi 19kg de aço. A figura 32 ilustra o modelo de laje para LSF.

Figura 32 – Laje Light Steel Frame



fonte: (SUL MÓDULOS, 2017)

6 CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DE OBRA

Quando alguém se propõe a orçar uma obra de construção civil, muitas vezes acaba cometendo um erro banal sobre o ponto de vista técnico. Não sabe diferenciar o conceito de custos com o de preço. Não consegue distinguir custo direto do custo indireto. São diferenças fundamentais que podem mais tarde trazer grandes dores de cabeça para quem orça ou para o proprietário da obra.

6.1 CÁLCULO DOS CUSTOS DIRETOS

De acordo com revista Pini (2009), o custo direto se refere ao conjunto de serviços necessários para compor o produto final, que é a edificação em si, e é constituído pelos insumos representados por materiais, equipamentos e mão-de-obra.

Assim, tendo o projeto em mãos, precisamos listar todos os serviços que deverão ser executados e lançados numa planilha (planilha de custos), levantar os seus quantitativos e calcular os Custos Unitários de cada um desses serviços.

Os custos unitários são calculados pela composição de custos unitários, onde vamos encontrar os índices de consumo de materiais, o número de horas necessárias para cada tipo de trabalhador, número de horas de equipamentos para cada unidade de serviço, sobre os quais serão aplicados respectivamente os preços de mercado de salários, materiais e horas de equipamento.

Cotar os preços de materiais e de equipamentos não é uma tarefa difícil, pois basta fazer uma consulta junto aos vários fornecedores por meio de telefonemas ou email, ou mesmo indo diretamente às lojas de materiais de construção para obter pessoalmente os preços.

Já no caso de salário dos trabalhadores, a cotação é um pouco mais complicada. Normalmente cada especialidade tem como base os salários de mercado. Caso contrário, há que obedecer ao piso salarial estabelecido no dissídio coletivo com os trabalhadores. Sobre o salário deve ser calculado as leis sociais básicas, atualmente em torno de 127,00%, o que equivale multiplicar o salário por 2,27. Calculado todos os custos unitários (composições localizadas no APÊNDICE A), estes são lançados na planilha de custos e multiplicados pelos respectivos quantitativos. Assim, obtemos os custos de cada serviço e, somados todos eles, obteremos o subtotal dos custos diretos.

6.2 CÁLCULO DOS CUSTOS INDIRETOS

Segundo a revista Pini (2009) custos indiretos são aqueles serviços de apoio necessários para executar a obra. Antes de começar a construção, precisamos implantar o "canteiro de obra", que são instalações provisórias de escritórios, banheiros, vestiários, refeitórios, depósitos de materiais etc., que são exigidos pela legislação, mais um custo mensal de administração local, constituído pelo engenheiro de obra, funcionários administrativos, consumo de energia, água, telefones, materiais de limpeza etc. Além disso, há também os custos de mobilização e desmobilização, no início e no final da obra.

Quando alguém se refere ao custo de obra, deve ser verificado se nesse custo estão incluídos os custos indiretos ou não. Em geral, os valores de custos unitários por metro quadrado de construção publicados pelas revistas especializadas não incluem os custos indiretos nem os custos relativos aos projetos arquitetônicos, cálculo estrutural, de instalações elétricas e hidráulicas, movimento de terra, fundações especiais, ajardinamento, muramentos, taxas e emolumentos e remuneração do construtor etc. Portanto, para se ter o custo real da construção, tudo isso deve ser levado em conta, antes de aplicar o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Calculado o total do custo (direto e indireto), para se obter o orçamento é necessário calcular o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas). O BDI é uma espécie de margem que se aplica no comércio para calcular o preço de venda. No caso da construção civil são compostas, principalmente, pelo rateio da administração central, despesas financeiras de capital de giro, a taxa de risco do empreendimento, todos os tributos federais e municipais, despesas comerciais e evidentemente o lucro do empreendedor. Na construção, o BDI vai de 30% a 40% do Custo.

7 ORÇAMENTO

Segundo Tisaka (2006, p. 18) visto o regime competitivo na construção civil, faz-se necessário um conhecimento adequado e suficiente na forma de calcular o orçamento, para não se ter o risco de passar ao cliente preços excessivamente elevados e fora da realidade do mercado ou um preço insuficiente para cobrir os custos incidentes e conseqüentemente ter grandes prejuízos.

Na visão tradicional, um orçamento é uma previsão (ou estimativa) do custo ou valor de venda de uma obra. O custo (C) total da obra é o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução. O valor de venda (P) é igual ao custo acrescido da margem de lucro (L), ou seja, $C + L = P$ (GONZÁLEZ, 2008, p. 7).

O orçamento foi elaborado a partir do levantamento das quantidades e dos tipos materiais necessários para construção da estrutura e da vedação da residência. O quantitativo de materiais foi produzido de acordo com o pressuposto de projeto apresentado anteriormente e utilizando com base as informações de uma parede de 3,8 m de comprimento e 3 m de altura, compatível com as modulações médias utilizadas para a residência conforme informado pela fornecedora dos painéis (CENTERSTEEL). Para os orçamentos do sistema em LSF, foram examinados os dados apresentados por apenas uma empresa do ramo da construção em LSF da cidade de Porto Alegre, devido à dificuldade em encontrar empresas que atuem neste tipo de construção. Por conseguinte, optou-se por considerar, também, apenas os dados fornecidos por uma empresa da construção civil que executa obras de concreto armado com blocos cerâmicos para alvenaria vedação, também de Porto Alegre. As composições para orçamento foram baseadas nas informações da (TCPO 13, 2010), bem como valores de material e mão de obra do (SINAPI-RS, 2017) e de fornecedores da região de Porto Alegre. Para o orçamento foram considerados somente os custos diretos da obra e uma taxa de encargos sociais de 127% sobre a mão de obra.

Para os orçamentos comparativos baseados nos projetos da residência foi considerado que o pavimento da garagem não existiria, considerando um terreno plano para execução dos serviços. Foi delimitada uma área em projeto conforme figuras 24 e 25 para o estudo em questão, na qual se considerou áreas do primeiro e segundo pavimento da residência. Todos os materiais foram considerados entregues na obra, ou seja, fretes e demais deslocamentos não entraram no orçamento, assim como foi considerada mão de obra local, sem deslocamentos consideráveis. Os serviços de instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, pisos, revestimentos, esquadrias, pintura, ar condicionado e marcenaria não foram abordados no orçamento comparativo. Serviços externos à residência (terraplanagem, tapumes, barracos e depósitos, entrada de luz, entrada de água, saída de

esgoto, calçamento, jardinagem, piscina, iluminação externa) não foram considerados nessa comparação, por serem serviços com bastante variabilidade e imaginando que se fossem considerados valores para todos os itens haveria uma redução na diferença entre os valores de um sistema para o outro, principalmente porque no sistema convencional de concreto armado e blocos cerâmicos de vedação exigiria um maior custo em fundações profundas, barracos e depósitos, remoção de entulhos da obra. O maior tempo de obra acarreta também mais despesas como transportes, mão de obra e segurança.

Destaca-se ainda que para as composições dos orçamentos, foi considerado como se as paredes fizessem parte de uma obra de repetição, assim evitando maiores erros nos quantitativos. Nestas composições não estão aplicadas os benefícios e despesas indiretas (BDI) requeridas por uma empresa, ou seja, toda administração de obra seria por conta do dono do imóvel.

A tabela 2 e tabela 3 discriminam respectivamente os custos unitários dos serviços para estrutura e vedação do sistema com estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos e o sistema *Light Steel Frame* (LSF) para a residência em estudo.

Tabela 2 – Orçamento estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação

ORÇAMENTO CONCRETO ARMADO COM FECHAMENTO EM ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS							
MÊS	NOVEMBRO			2017			
	TCC II						
TIPO	EXECUÇÃO			CUSTO			
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT	UN	TOTAL	CUSTO UNIT M.O	CUSTO UNIT MATERIAL	CUSTO UNIT TOTAL
1	ESTRUTURAS						
1.1	Execução de viga baldrame 20x40cm de concreto armado	12,46	m³	R\$ 16.926,16	R\$ 707	R\$ 652	R\$ 1.358
1.2	Execução de pilar 20x40cm de concreto armado primeiro e segundo pavimento conforme modulação painel (48 pilares de 3m)	11,52	m³	R\$ 25.889,01	R\$ 1.316	R\$ 931	R\$ 2.247
1.3	Execução de vigas aéreas 20x40cm de concreto armado no primeiro e segundo pavimento	17,47	m³	R\$ 36.428,79	R\$ 1.051	R\$ 1.035	R\$ 2.085
1.4	Execução de lajes pré-fabricadas e=12cm, considerando vigota e=8cm, tavela e=7cm e concreto armado e=4cm	225,00	m²	R\$ 40.275,00	R\$ 95	R\$ 84	R\$ 179
	TOTAL ITEM 1			R\$ 119.518,97			
2	PAREDES AIVENARIA						
2.1	Execução de alvenaria de blocos de vedação e=19cm para primeiro pavimento	270,00	m²	R\$ 12.420,00	R\$ 19	R\$ 27	R\$ 46
2.2	Execução de alvenaria de blocos de vedação e=19cm para segundo pavimento	298,00	m³	R\$ 13.708,00	R\$ 19	R\$ 27	R\$ 46
2.3	Execução de alvenaria de blocos de vedação e=19cm para platibanda	168,00	m²	R\$ 7.728,00	R\$ 19	R\$ 27	R\$ 46
2.4	Execução de cinta de concreto armado para amarração da platibanda	95,00	mI	R\$ 4.977,05	R\$ 25	R\$ 27	R\$ 52
	TOTAL ITEM 2			R\$ 38.833,05			
3	CONTRAPISOS E ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO						
3.1	Execução de chapisco e massa única 2,5cm em paredes externas	737,00	m²	R\$ 32.472,22	R\$ 28	R\$ 16	R\$ 44
3.2	Execução de chapisco e massa única 2 cm em paredes internas	735,00	m²	R\$ 29.370,60	R\$ 26	R\$ 14	R\$ 40
3.3	Execução de lastro de brita 2 e=7cm com apilotamento, camada para assentamento de contrapiso	170,15	m²	R\$ 6.389,13	R\$ 6	R\$ 32	R\$ 38
3.4	Execução de contrapiso e= 5cm impermeável térreo , segundo piso e acessos	170,15	m²	R\$ 9.038,37	R\$ 31	R\$ 22	R\$ 53
	TOTAL ITEM 3			R\$ 77.270,32			
4	FORROS DE GESSO						
4.1	Execução de forro de gesso acartonado com negativo, incluindo fornecimento e colocação de lâ de rocha	369,00	m²	R\$ 33.210,00	R\$ 48	R\$ 42	R\$ 90
	TOTAL ITEM 4			R\$ 33.210,00			
5	COBERTURA						
5.1	Execução de cobertura em estrutura metálica e telha sanduiche termoacústica	228,00	m²	R\$ 75.696,00	R\$ 159	R\$ 173	R\$ 332
5.2	Rufos para platibanda do telhado incluído fixação	87,00	mI	R\$ 5.220,00	R\$ 25	R\$ 35	R\$ 60
5.3	Calhas e algerosas de chapa galvanizada para telhado incluindo fixação	92,00	m²	R\$ 5.980,00	R\$ 30	R\$ 35	R\$ 65
	TOTAL ITEM 5			R\$ 86.896,00			
	TOTAL			R\$ 355.728,34			

(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

Tabela 3 – Orçamento *Light Steel Frame* (LSF)

ORÇAMENTO LIGHT STEEL FRAME							
MÊS	NOVEMBRO			2017			
	TCC II						
TIPO	EXECUÇÃO			CUSTO			
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT	UN	TOTAL	CUSTO UNIT M.O	CUSTO UNIT MATERIAL	CUSTO UNIT TOTAL
1	ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO						
1.1	Execução de radier de concreto armado e=15cm	34,20	m³	R\$ 32.558,40	R\$ 343	R\$ 609	R\$ 952
	TOTAL ITEM 1			R\$ 32.558,40			
2	PAREDES E LAJES						
2.1	Estrutura de aço para paredes steel frame	736,00	m²	R\$ 80.224,00	R\$ 31	R\$ 78	R\$ 109
2.2	Fornecimento e fixação de lâ em paredes de Steel	736,00	m²	R\$ 13.248,00	R\$ 8	R\$ 10	R\$ 18
2.3	Revestimento de paredes com placas OSB na parte interna e externa	1472,00	m²	R\$ 78.016,00	R\$ 28	R\$ 25	R\$ 53
2.4	Fornecimento e instalação de membrana hidrofuga na parte externa	422,00	m²	R\$ 10.550,00	R\$ 14	R\$ 11	R\$ 25
2.5	Revestimento paredes internas banheiros com placas cimentícias, considerando tratamento de juntas	105,00	m²	R\$ 8.505,00	R\$ 30	R\$ 51	R\$ 81
2.6	Revestimento paredes parte externa com placas cimentícias, considerando tratamento de juntas	422,00	m²	R\$ 34.182,00	R\$ 30	R\$ 51	R\$ 81
2.7	Revestimento drywall em paredes internas	553,00	m²	R\$ 24.332,00	R\$ 28	R\$ 16	R\$ 44
2.8	Laje perfil Metálico steel frame 19 kg/M²	228,00	m²	R\$ 51.984,00	R\$ 65	R\$ 163	R\$ 228
2.9	Revestimento de placas OSB sobre laje steel	228,00	m²	R\$ 12.084,00	R\$ 28	R\$ 25	R\$ 53
2.10	Revestimento de placas cimentícia sobre laje steel	228,00	m²	R\$ 18.468,00	R\$ 30	R\$ 51	R\$ 81
	TOTAL ITEM 2			R\$ 331.593,00			
3	REGULARIZAÇÃO CONTRAPISO TÉRREO						
3.1	Regularização de laje pavimento inferior com camada cimentada 2cm para assentamento de pisos	198,00	m²	R\$ 5.346,00	R\$ 16	R\$ 11	R\$ 27
	TOTAL ITEM 3			R\$ 5.346,00			
4	FORROS DE GESSO						
4.1	Execução de forro de gesso acartonado com negativo, incluindo fornecimento e colocação de lâ de rocha	369,00	m²	R\$ 33.210,00	R\$ 48	R\$ 42	R\$ 90
	TOTAL ITEM 4			R\$ 33.210,00			
5	COBERTURA						
5.1	Execução de cobertura em estrutura metálica e telha sanduiche termoacústica	228,00	m²	R\$ 75.696,00	R\$ 159	R\$ 173	R\$ 332
5.2	Rufos para platibanda do telhado incluído fixação	87,00	ml	R\$ 5.220,00	R\$ 25	R\$ 35	R\$ 60
5.3	Calhas e algerosas de chapa galvanizada para telhado incluindo fixação	92,00	m²	R\$ 5.980,00	R\$ 30	R\$ 35	R\$ 65
	TOTAL ITEM 5			R\$ 86.896,00			
	TOTAL			R\$ 489.603,40			

(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

8 ANÁLISE

O presente trabalho abordou o uso do sistema *Light Steel Frame* com perfis metálicos e fechamento externo de placas cimentícias em toda a casa. O embasamento teórico possibilitou a compreensão de todo o sistema do método construtivo LSF, e de suas particularidades, assim como o uso das placas cimentícias para o contraventamento e fechamento das paredes e também de outros materiais envolvidos neste tipo de obra. A montagem dos painéis fora do canteiro de obra é muito propício, já que esse sistema exige maior precisão na execução. Ocorrendo assim uma industrialização da obra, proporcionando menos erros, menor desperdício de materiais e maior velocidade para a construção e consequentemente para a entrega da casa. Tem-se por base também que tal estudo orçamentário não leva em conta o tempo de construção da obra, que no método *Light Steel Frame* pode chegar a menos da metade do tempo, o período de execução também reflete na liquidez do empreendimento e no retorno mais rápido do capital investido. Na residência em estudo a montagem do LSF considerando toda estrutura metálica, plaqueamentos externos, plaqueamentos internos e forros de gesso levaram aproximadamente 3 meses para serem concluídos, considerando 4 pessoas trabalhando, no entanto, a parte de acabamentos da parte civil levaram 2 meses para ficarem todos instalados, assim somando-se 6 meses de obra.

No quesito mão de obra especializada é aconselhável o treinamento próprio dos trabalhadores e não contratação de mão de obra que já conhece o sistema. Com o treinamento próprio pode se evitar que o trabalhador venha com vícios errôneos de trabalho. Outro fator que contribui é a organização do canteiro de obras, a construção seca já tem como característica uma melhor organização e limpeza, com isso, além do canteiro se tornar um ambiente menos hostil, acaba-se ganhando em produtividade e segurança. Outras vantagens estão ligadas ao que diz respeito à manutenção e versatilidade da casa. A manutenção das instalações elétricas e hidráulicas é muito mais simples, rápida e menos desgastante, pois todo e qualquer reparo é feito pelo lado de dentro da casa, sem quebra de paredes apenas remoção, desparafusamento das placas liberando todo o acesso necessário para o reparo. O aspecto sustentabilidade deste tipo de construção é de grande importância, pois gera pouco lixo, os materiais são renováveis e há menos emissão de CO₂ em comparação com a alvenaria cerâmica.

O *Light Steel Frame* (LSF) mostrou-se um método construtivo bastante competitivo financeiramente comparando-se com as técnicas mais usuais do mercado de construção. Vale

ressaltar também que é possível a diminuição do valor final quando a quantidade de matéria prima comprada for bastante alta para produção em grande escala, sendo possível obter um custo menor de insumos. Quando colocados todos os fatores positivos que acompanham a construção, a viabilidade do empreendimento é muito superior e na verdade se torna o sistema construtivo mais interessante e atraente tanto para investidores como para futuros usuários.

A proposta teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre os custos finais da estrutura e vedação da residência, considerando o sistema *Light Steel Framing* (LSF) e o sistema construtivo convencional com estruturas de concreto armado e alvenarias de vedação.

Observa-se que nos sistemas construtivos estudados o custo das etapas de estruturas e paredes significativamente nos orçamentos. A tabela 4 apresenta a diferença de custos resumidos em cada etapa construtiva (o orçamento completo do sistema convencional e do LSF constam respectivamente na tabela 2 e 3), demonstrando que o sistema *Light Steel Frame* é mais oneroso nas etapas de estrutura e vedação.

Tabela 4 – Comparativos entre valores de serviços para os sistemas estudados

COMPARATIVO ENTRE VALORES DE SERVIÇOS PARA OS SISTEMAS			
ITEM	SERVIÇOS	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO COM BLOCOS DE VEDAÇÃO	LIGHT STEEL FRAME (LSF)
1	Estruturas para paredes e lajes, paredes e revestimentos das paredes	R\$ 235.622,34	R\$ 369.497,40
2	Cobertura de estrutura metálica com telhas sanduíche, calhas, algerosas e rufos galvanizados	R\$ 86.896,00	R\$ 86.896,00
3	Forros de gesso acartonado	R\$ 33.210,00	R\$ 33.210,00
	TOTAL	R\$ 355.728,34	R\$ 489.603,40

(fonte: elaborado pelo autor, 2017)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O embasamento teórico do trabalho possibilitou a compreensão do sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF) e suas particularidades, demonstrando uma visão ampla sobre as vantagens e desvantagens da aplicação do sistema, frente ao sistema construtivo convencional de concreto armado aliado à alvenaria de blocos cerâmicos de vedação.

De maneira geral, observa-se que o sistema LSF apresenta vantagens técnicas e construtivas, como o grau de industrialização, leveza da estrutura, velocidade construtiva, versatilidade e facilidade de manutenção. Entretanto, na análise de custo para estrutura e vedação da residência em questão, o sistema construtivo convencional mostra-se mais econômico para a região da Grande Porto Alegre, apresentando uma diferença favorável de aproximadamente 40% para o custo total do sistema *Light Steel Frame* (LSF).

Os resultados demonstram que grande parte da diferença de custos pode ser abatida adotando novas considerações de projeto e reduzindo as limitações impostas pelo mesmo, com o acréscimo de serviços não computados neste orçamento como os transportes, fundações profundas, fretes, limpeza de obra, barracos, depósitos, retirada de entulhos, segurança e equipamentos locados, assim ocorreria um aumento de valores para o sistema convencional por serem mais acentuados os gastos nestes itens devido ter cargas maiores, maior número de resíduos e maior período de obra comparado com o *Light Steel Frame* (LSF).

A crescente industrialização e a disseminação dos benefícios do sistema em conjunto com incentivos governamentais, podem tornar a prática do sistema mais comum, reduzindo custos e barreiras culturais.

Com o intuito de incentivar o estudo de novas técnicas construtivas e promover soluções mais racionalizadas à construção civil, percebeu-se a importância da comparação prévia das alternativas disponíveis no mercado. A pesquisa realizada a respeito de um sistema construtivo diferente dos sistemas tradicionalmente empregados no país possibilitou a abrangência dos conhecimentos sobre um método construtivo que tem como base, princípios sustentáveis. É compreensível que exista receio às novas tecnologias, principalmente as que dispensam o uso de paredes maciças, mas espera-se que o reconhecimento do desempenho promovido por este tipo de tecnologia supere o preconceito existente. Preconceito este, que impede o desenvolvimento do país e o avanço de novas técnicas construtivas, por vezes com desempenho superior às outras opções no mercado.

Com a difusão do sistema LSF espera-se que o custo de mão de obra e materiais seja reduzido ao longo do tempo e que este tipo de construção ganhe cada vez mais espaço e aceitação da população brasileira e mais especificamente à região de Porto Alegre.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. Curso de concreto armado. 2. ed. Rio Grande, 2014.v.2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859-1: Laje pré-fabricada – requisitos.** Rio De Janeiro, 2002.

BELGO. **Manual Técnico de Lajes Treliçadas.** 40f. Grupo Arcelor.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Relatórios de insumos setembro de 2017).** Paraná. 2013. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria660> Acesso em: 12 Out. 2017.

CAMPOS, A. S. **O que é o Light Steel Framing?** [s./d.]. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura, Fórum da Construção. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>. Acesso em: 4 set. 2017.

CENTERSTEEL. **Vantagens.** 2012. Disponível em: <http://lightsteelframe.ind.br/?page_id=25>. Acesso em: 14 mar. 2016.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing,** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

CUNHA, A. J. P.; SOUZA, V. C. M. **Lajes em concreto armado e protendido.** 2. ed. Niterói: EDUFF, 1998. 580 p

DICA DA ARQUITETA. **O que é Light Steel Frame?.** 2016. Disponível em: <<http://www.dicadaarquitectura.com.br/2016/06/o-que-e-light-steel-frame.html>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

FREITAS, A. M. S; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: arquitetura.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006.

FUTURENG. **ETICS.** 2014. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/etics>>. Acesso em: 15 maio 2016.

GESTOR DE OBRAS. **Saiba tudo o que é necessário para executar um Radier + bônus para download.** 2016. Disponível em: <https://www.gestordeobras.com.br/saiba-tudo-o-que-e-necessario-para-executar-um-radier>>. Acesso em: 4 set. 2017.

JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. **Inovação em construção civil: monografias.** São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 27-45.

LP BUILDING PRODUCTS. **Catálogo Técnico LS OSB: Placas estruturais para construção CES.** Curitiba, 2012a. Não paginado.

MATTOS, A. D. **Como interpretar uma composição de custos**. São Paulo: Blog Pini, 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/como-interpretar-uma-composicao-de-custos-338922-1.aspx>>. Acesso em: 02 maio 2017.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de casos, exemplos**. São Paulo: Pini 3ed., 2006. 281 p.

OLIVEIRA, G. V. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em light Steel framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2012. 78 p.

PASTRO, R. Z. **Alvenaria estrutural: sistema construtivo**. Itatiba: Universidade de São Francisco, 2007. 86 p.

PAULUZZI. **Alvenaria estrutural**. Sapucaia do Sul, [entre 2012 e 2016]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 07 out. 2017.

PINI. TCPO, **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

PINI. **Custos Diretos e Indiretos**. Ed. São Paulo: Pini, Junho 2009. Não paginado. Disponível em: <http://construcomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/95/artigo299236-1.aspx>. Acesso em: 02 jan. 2018.

PORTAL METÁLICA - **CONSTRUÇÃO CIVIL. Sistema Industrializado de Construção: Steel Framing Edificações Leves**. [s./d.]. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/sistema-industrializado-de-construcao-steel-framing>>. Acesso em: 4 set. 2017.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SINAT – **Diretriz para Avaliação técnica de produtos**. <Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”)>, 2016

SMART SISTEMAS CONSTRUTIVOS. **Perfis Light Steel Framing**. Ponta Grossa, 2016. Não paginado. Disponível em: <<http://smartsistemasconstrutivos.com.br/linha-light-steel-framing/>>. Acesso em: 17 out. 2017.

SULMÓDULOS. **Produtos Steel Frame**. Porto Alegre, [entre 1987 e 2017]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.sulmodulos.com.br/produtos/steel-frame/>>. Acesso em: 17 Outubro 2017.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo, 2006. 367 p.

APÊNDICE A – Composições abertas dos orçamentos

COMPOSIÇÕES DE SERVIÇOS

(% DE LEIS SOCIAIS ADOTADO NESTE
ORÇAMENTO:

127 %)

63

C.01 Armadura de Aço para Vigas - cortado e dobrado na obra (0,38Kg/ml) (KG) R\$ 5,63

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.02.03	BARRA DE AÇO CA-50 (ATÉ 12,5MM)	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	1,100	R\$ 3,89	R\$ 0,00	
01.02.04	ARAME RECOZIDO (BITOLA: 18 BWG)	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	0,020	R\$ 0,18	R\$ 0,00	
02.01.05	FERREIRO/ARMADOR	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	0,093	R\$ 0,00	R\$ 0,69	
SUB-TOTAIS						R\$ 4,07	R\$ 0,69	
LEIS SOCIAIS							R\$ 0,87	
TOTALS						R\$ 4,07	R\$ 1,56	R\$ 5,63

C.02 Concreto FCK 15 MPa (BOMBEADO/LANÇADO/ADENSADO/ACABADO) R\$ 370,15

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.05.02	CONCRETO USINADO E BOMBEADO FCK 15 Mpa	M³	R\$ 327,00	R\$ 0,00	1,050	R\$ 343,35	R\$ 0,00	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	1,500	R\$ 0,00	R\$ 8,34	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,500	R\$ 0,00	R\$ 3,47	
SUB-TOTAIS						R\$ 343,35	R\$ 11,81	
LEIS SOCIAIS							R\$ 14,99	
TOTALS						R\$ 343,35	R\$ 26,80	R\$ 370,15

C.03 Escoramento de laje com escora metálica h=1,8 a 2,7m (M2) R\$ 8,59

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.04.02	ESCORA METÁLICA 1,80 A 2,70 DE ALTURA	LOC/UN/MÊS	R\$ 7,33	R\$ 0,00	1,000	R\$ 7,33	R\$ 0,00	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,100	R\$ 0,00	R\$ 0,56	
SUB-TOTAIS						R\$ 7,33	R\$ 0,56	
LEIS SOCIAIS							R\$ 0,71	
TOTALS						R\$ 7,33	R\$ 1,26	R\$ 8,59

C.04 Armadura de tela de Aço (6,5Kg/m2) (KG) R\$ 16,00

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.02.05	ACO CA-60 6,0mm - 0,222kg/m	M ²	R\$ 14,63	R\$ 0,00	1,030	R\$ 15,07	R\$ 0,00	
02.01.05	FERREIRO/ARMADOR	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	0,020	R\$ 0,00	R\$ 0,15	
02.01.04	AJUDANTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,040	R\$ 0,00	R\$ 0,22	
01.02.04	ARAME RECOZIDO (BITOLA: 18 BWG)	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	0,010	R\$ 0,09	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 15,16	R\$ 0,37	
LEIS SOCIAIS								R\$ 0,47
TOTAIS						R\$ 15,16	R\$ 0,84	R\$ 16,00

C.05 Armadura de Aço para Vigas (Bitolas até 12,5mm) (0,39Kg/ML) (KG) R\$ 6,43

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.05	FERREIRO/ARMADOR	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	0,080	R\$ 0,00	R\$ 0,59	
02.01.04	AJUDANTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,080	R\$ 0,00	R\$ 0,44	
01.02.01	ARAME GALVANIZADO (BITOLA: 16 BWG)	KG	R\$ 9,34	R\$ 0,00	0,020	R\$ 0,19	R\$ 0,00	
01.02.03	BARRA DE AÇO CA-50 (ATÉ 12,5MM)	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	1,100	R\$ 3,89	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 4,08	R\$ 1,03	
LEIS SOCIAIS								R\$ 1,31
TOTAIS						R\$ 4,08	R\$ 2,35	R\$ 6,43

C.06 Alvenaria de Blocos Cerâmico de Vedação e=19cm j:15mm arg ci-cal-ar 1:2:5 (M2) R\$ 44,74

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,600	R\$ 0,00	R\$ 4,16	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,700	R\$ 0,00	R\$ 3,89	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M ³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,022	R\$ 1,32	R\$ 0,00	
01.05.04	CAL HIDRATADA	KG	R\$ 0,50	R\$ 0,00	0,650	R\$ 0,33	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	5,730	R\$ 3,21	R\$ 0,00	
01.04.03	BLOCO DE CERÂMICO VEDAÇÃO 14X19X39	UN.	R\$ 1,65	R\$ 0,00	13,100	R\$ 21,62	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 26,47	R\$ 8,05	
LEIS SOCIAIS								R\$ 10,22
TOTAIS						R\$ 26,47	R\$ 18,27	R\$ 44,74

C.07 **Revestimento com argamassa única interna e=2cm** **(M2)** **R\$ 34,76**
ci:ca:areia média lavada 1:1:4

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,900	R\$ 0,00	R\$ 6,24	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,700	R\$ 0,00	R\$ 3,89	
01.01.08	ARGAMASSA MISTA INDUSTRIALIZADA	M ³	R\$ 535,00	R\$ 0,00	0,022	R\$ 11,77	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 11,77	R\$ 10,13	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 12,86	
TOTAIS						R\$ 11,77	R\$ 22,99	R\$ 34,76

C.08 **Revestimento com argamassa única interna e=2,5cm** **(M2)** **R\$ 38,86**
ci:ca:areia média lavada 1:1:4

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,950	R\$ 0,00	R\$ 6,58	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,750	R\$ 0,00	R\$ 4,17	
01.01.08	ARGAMASSA MISTA INDUSTRIALIZADA	M ³	R\$ 535,00	R\$ 0,00	0,027	R\$ 14,45	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 14,45	R\$ 10,75	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 13,66	
TOTAIS						R\$ 14,45	R\$ 24,41	R\$ 38,86

C.09 **Chapisco interno/externo cimento e areia traço 1:3** **(M2)** **R\$ 5,19**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,100	R\$ 0,00	R\$ 0,69	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,150	R\$ 0,00	R\$ 0,83	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M ³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,006	R\$ 0,37	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	2,430	R\$ 1,36	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 1,73	R\$ 1,53	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 1,94	
TOTAIS						R\$ 1,73	R\$ 3,47	R\$ 5,19

C.10 **Revestimento externo (emboço) argamassa de cal e areia traço 1:5 e=1,5cm** **(M2)** **R\$ 22,24**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,600	R\$ 0,00	R\$ 4,16	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,700	R\$ 0,00	R\$ 3,89	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,019	R\$ 1,14	R\$ 0,00	
01.05.04	CAL HIDRATADA	KG	R\$ 0,50	R\$ 0,00	3,630	R\$ 1,82	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	1,815	R\$ 1,02	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 3,97	R\$ 8,05	
LEIS SOCIAIS							R\$ 10,22	
TOTAIS						R\$ 3,97	R\$ 18,27	R\$ 22,24

C.11 **Funilaria: algerosas e rufos** **(M2)** **R\$ 65,00**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.04.18	RUFO CHAPA GALVANIZADA COLOCADO	M	R\$ 65,00	R\$ 0,00	1,000	R\$ 65,00	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 65,00	R\$ 0,00	
LEIS SOCIAIS							R\$ 0,00	
TOTAIS						R\$ 65,00	R\$ 0,00	R\$ 65,00

C.12 **Estrutura metálica para abrigo** **(M2)** **R\$ 177,80**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.04.19	ESTRUTURA P/ COBERTURA EM AÇO A36, INCLUSIVE MONTAGEM	KG	R\$ 12,70	R\$ 0,00	14,000	R\$ 177,80	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 177,80	R\$ 0,00	
LEIS SOCIAIS							R\$ 0,00	
TOTAIS						R\$ 177,80	R\$ 0,00	R\$ 177,80

C.13 **Lastro de brita para contrapiso térreo e carros e=7cm** **(M2)** **R\$ 37,55**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	2,500	R\$ 0,00	R\$ 13,90	
01.01.06	BRITA 2	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,100	R\$ 6,00	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 6,00	R\$ 13,90	
LEIS SOCIAIS							R\$ 17,65	
TOTAIS						R\$ 6,00	R\$ 31,55	R\$ 37,55

C.14 **Contrapiso concr. Imperm. Térreo 5cm** **(M2)** **R\$ 53,12**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,700	R\$ 0,00	R\$ 4,85	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,850	R\$ 0,00	R\$ 4,73	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,063	R\$ 3,78	R\$ 0,00	
01.01.05	BRITA 3	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,076	R\$ 4,56	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	35,000	R\$ 19,60	R\$ 0,00	
01.05.07	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE P/ CONCRETO OU ARGAMASSA	L	R\$ 4,91	R\$ 0,00	0,700	R\$ 3,44	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 31,38	R\$ 9,58	
LEIS SOCIAIS								R\$ 12,16
TOTAIS						R\$ 31,38	R\$ 21,74	R\$ 53,12

C.15 **Camada cimentado de regularização para piso colado e=2cm** **(M2)** **R\$ 25,51**

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,400	R\$ 0,00	R\$ 2,77	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,700	R\$ 0,00	R\$ 3,89	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,037	R\$ 2,22	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	14,580	R\$ 8,16	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 10,38	R\$ 6,66	
LEIS SOCIAIS								R\$ 8,46
TOTAIS						R\$ 10,38	R\$ 15,13	R\$ 25,51

C.16 Radier Concreto Armado fck=18MPa e=15cm

(M3)

R\$ 951,88

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.07	BETONEIRA 320L MOTOR 3HP LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	0,360	R\$ 3,25		
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIX	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	360,000	R\$ 201,60		
01.01.02	AREIA MEDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,615	R\$ 36,90		
01.01.07	BRITA 1 OU 2	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,850	R\$ 51,00		
01.05.01	EMULSAO DESMOLDANTE	L	R\$ 10,16	R\$ 0,00	0,103	R\$ 1,05		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	0,136	R\$ 1,35		
01.03.03	SARRAFO PINHO 3a. 2,5 x 5,0cm	M	R\$ 0,73	R\$ 0,00	1,035	R\$ 0,76		
01.03.04	CHAPA COMPENSADO FORMA RESINADA 12mm	M²	R\$ 21,44	R\$ 0,00	0,414	R\$ 8,88		
01.02.03	ACO CA-50 3/4" - 2,480kg/m	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	85,000	R\$ 300,90		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	3,000		R\$ 21,45	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	1,440		R\$ 10,61	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	1,440		R\$ 8,01	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	4,000		R\$ 27,72	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	15,000		R\$ 83,40	
SUB-TOTAIS						R\$ 608,68	R\$ 151,19	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 192,01	
TOTALS						R\$ 608,68	R\$ 343,20	R\$ 951,88

C.17 Viga Baldrame Concreto Armado FCK 15 MPA Completa

(M3)

R\$ 1.358,44

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.07	BETONEIRA 320L MOTOR 3HP LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	1,200	R\$ 10,84		
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIX	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	350,000	R\$ 196,00		
01.01.02	AREIA MEDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,620	R\$ 37,20		
01.01.07	BRITA 1 OU 2	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,850	R\$ 51,00		
01.05.01	EMULSAO DESMOLDANTE	L	R\$ 10,16	R\$ 0,00	0,103	R\$ 1,05		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	2,000	R\$ 19,90		
01.03.02	TÁBUA CONSTRUÇÃO	M²	R\$ 27,20	R\$ 0,00	3,750	R\$ 102,00		
01.03.01	PONTALETE CONSTRUÇÃO(BITOLA 3" x 3")	M	R\$ 8,90	R\$ 0,00	10,000	R\$ 89,00		
01.02.03	ACO CA-50 5/8" - 1,570kg/m	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	40,000	R\$ 141,60		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	13,000		R\$ 92,95	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	4,000		R\$ 29,48	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	4,000		R\$ 22,24	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	4,000		R\$ 27,72	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	25,000		R\$ 139,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 651,58	R\$ 311,39	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 395,47	

TOTAIS	R\$ 651,58	R\$ 706,86	R\$ 1.358,44
--------	------------	------------	--------------

C.18 **Cinta de amarração para platibanda** (M) R\$ 52,39

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.07	BETONEIRA 320L MOTOR 3HP LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,001	R\$ 0,03		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	D	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,001	R\$ 0,03		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	0,072	R\$ 0,65		
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	10,500	R\$ 5,88		
01.01.02	AREIA MEDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,018	R\$ 1,08		
01.01.07	BRITA 1 OU 2	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,025	R\$ 1,50		
01.05.01	EMULSAO DESMOLDANTE	L	R\$ 10,16	R\$ 0,00	0,024	R\$ 0,24		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	0,060	R\$ 0,60		
01.03.02	TÁBUA CONSTRUÇÃO	M²	R\$ 27,20	R\$ 0,00	0,125	R\$ 3,40		
01.03.01	PONTALETE CONSTRUÇÃO(BITOLA 3" x 3")	M	R\$ 8,90	R\$ 0,00	0,480	R\$ 4,27		
01.02.03	ACO CA-50 3/8" - 0,624kg/m	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	2,700	R\$ 9,56		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	0,330		R\$ 2,36	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	0,288		R\$ 2,12	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,288		R\$ 1,60	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,120		R\$ 0,83	
02.01.01	SERVEnte	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,750		R\$ 4,17	
SUB-TOTAIS						R\$ 27,23	R\$ 11,08	
LEIS SOCIAIS		%	R\$ 11,08		127,000		R\$ 14,08	
TOTAIS						R\$ 27,23	R\$ 25,16	R\$ 52,39

C.19 **Viga Concreto Armado- escora, forma, arm, lanc, cura, desforma** (M3) R\$ 2.085,22

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.05.02	CONCRETO PRE-MISTURADO fck 15 MPa	M³	R\$ 327,00	R\$ 0,00	1,050	R\$ 343,35		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	H	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
01.03.06	ESCORA DE MADEIRA ROLIÇA	ML	R\$ 2,02	R\$ 0,00	33,600	R\$ 67,87		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	3,000	R\$ 27,09		
01.05.01	EMULSAO DESMOLDANTE	L	R\$ 10,16	R\$ 0,00	1,100	R\$ 11,18		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	2,400	R\$ 23,88		
01.03.01	PONTALETE CONSTRUÇÃO(BITOLA 3" x 3")	M	R\$ 8,90	R\$ 0,00	15,600	R\$ 138,84		
01.03.03	SARRAFO PINHO 3a. 2,5 x 5,0cm	M	R\$ 0,73	R\$ 0,00	46,000	R\$ 33,58		
01.03.04	CHAPA COMPENSADO FORMA RESINADA 12mm	M²	R\$ 21,44	R\$ 0,00	4,440	R\$ 95,19		
01.02.03	ACO CA-50 5/8" - 1570kg/m	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	82,500	R\$ 292,05		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	30,000		R\$ 214,50	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	9,000		R\$ 66,33	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	9,000		R\$ 50,04	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	3,000		R\$ 20,79	
02.01.01	SERVEnte	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	20,000		R\$ 111,20	
SUB-TOTAIS						R\$ 1.034,53	R\$ 462,86	

LEIS SOCIAIS	%	R\$ 462,86	127,000	R\$ 587,83	R\$	R\$
TOTAIS				R\$ 1.034,53	R\$ 1.050,69	R\$ 2.085,22

C.20 **Pilar de Concreto Arado-escor, forma, arm,lanc, cura,d.** (M3) R\$ 2.246,92

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.05.02	CONCRETO PRE-MISTURADO fck 15 MPa	M³	R\$ 327,00	R\$ 0,00	1,050	R\$ 343,35		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	H	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	3,600	R\$ 32,51		
01.05.01	EMULSAO DESMOLDANTE	L	R\$ 10,16	R\$ 0,00	1,100	R\$ 11,18		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	3,200	R\$ 31,84		
01.03.03	SARRAFO PINHO 3a. 2,5 x 5,0cm	M	R\$ 0,73	R\$ 0,00	45,000	R\$ 32,85		
01.03.04	CHAPA COMPENSADO FORMA RESINADA 12mm	M²	R\$ 21,44	R\$ 0,00	5,920	R\$ 126,92		
01.02.03	ACO CA-50 3/4" - 2,480kg/m	KG	R\$ 3,54	R\$ 0,00	99,000	R\$ 350,46		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	40,000		R\$ 286,00	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	10,800		R\$ 79,60	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	10,800		R\$ 60,05	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	3,000		R\$ 20,79	
02.01.01	SERVEENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	24,000		R\$ 133,44	

SUB-TOTAIS						R\$ 930,61	R\$ 579,87	
LEIS SOCIAIS	%	R\$ 579,87	127,000			R\$ 736,44	R\$	R\$
TOTAIS						R\$ 930,61	1.316,31	2.246,92

C.21 **Laje pré-fabricada 12cm vigota e tavela cerâmica sobrecarga de 350kg/m2 vão até 5m** (M2) R\$ 178,43

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
01.05.02	CONCRETO PRE-MISTURADO fck 15 MPa	M²	R\$ 327,00	R\$ 0,00	0,055	R\$ 17,99		
02.01.01	MOTOR ELETRICO 2HP P/VIBRADOR LOCACAO	H	R\$ 25,00	R\$ 0,00	0,060	R\$ 1,50		
01.03.06	ESCORA DE MADEIRA ROLIÇA	ML	R\$ 2,02	R\$ 0,00	1,500	R\$ 3,03		
01.02.04	ARAME RECOZIDO 18 BWG	KG	R\$ 9,03	R\$ 0,00	0,050	R\$ 0,45		
01.02.02	PREGOS BITOLAS VARIADAS	KG	R\$ 9,95	R\$ 0,00	0,025	R\$ 0,25		
01.04.21	LAJE PRE-FABRICADA ENTREPISO 12cm CERAM.	M²	R\$ 41,42	R\$ 0,00	1,000	R\$ 41,42		
01.03.03	SARRAFO PINHO 3a. 2,5 x 5,0cm	M	R\$ 0,73	R\$ 0,00	1,000	R\$ 0,73		
01.03.02	TÁBUA CONSTRUÇÃO	M²	R\$ 27,20	R\$ 0,00	0,125	R\$ 3,40		
01.02.05	ACO CA-60 6,0mm - 0,222kg/m	M²	R\$ 14,63	R\$ 0,00	1,042	R\$ 15,24		
02.01.03	CARPINTEIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,15	1,000		R\$ 7,15	
02.01.05	FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 7,37	1,000		R\$ 7,37	
02.01.04	AJUDANTE DE FERREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	1,000		R\$ 5,56	
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	1,500		R\$ 10,40	
02.01.01	SERVEENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	2,000		R\$ 11,12	

SUB-TOTAIS						R\$ 84,01	R\$ 41,60	
LEIS SOCIAIS	%	R\$ 41,60	127,000			R\$ 52,83	R\$	R\$
TOTAIS						R\$ 84,01	R\$ 94,42	R\$ 178,43

C.22 Alvenaria de Blocos Cerâmico de Vedação e=19cm (M2) R\$ 44,74
 j:15mm arg ci-cal-ar 1:2:5

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,600	R\$ 0,00	R\$ 4,16	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,700	R\$ 0,00	R\$ 3,89	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,022	R\$ 1,32	R\$ 0,00	
01.05.04	CAL HIDRATADA	KG	R\$ 0,50	R\$ 0,00	0,650	R\$ 0,33	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	5,730	R\$ 3,21	R\$ 0,00	
01.04.03	BLOCO DE CERÂMICO VEDAÇÃO 14X19X39	UN.	R\$ 1,65	R\$ 0,00	13,100	R\$ 21,62	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 26,47	R\$ 8,05	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 10,22	
TOTAIS						R\$ 26,47	R\$ 18,27	R\$ 44,74

C.23 Chapisco interno/externo cimento e areia traço 1:3 (M2) R\$ 5,19

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,100	R\$ 0,00	R\$ 0,69	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,150	R\$ 0,00	R\$ 0,83	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,006	R\$ 0,37	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	2,430	R\$ 1,36	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 1,73	R\$ 1,53	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 1,94	
TOTAIS						R\$ 1,73	R\$ 3,47	R\$ 5,19

C.24 Revestimento com argamassa mista (reboco) interna e=1cm (M2) R\$ 22,80

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.02	PEDREIRO	H	R\$ 0,00	R\$ 6,93	0,600	R\$ 0,00	R\$ 4,16	
02.01.01	SERVENTE	H	R\$ 0,00	R\$ 5,56	0,720	R\$ 0,00	R\$ 4,00	
01.01.02	AREIA MÉDIA	M³	R\$ 60,00	R\$ 0,00	0,024	R\$ 1,46	R\$ 0,00	
01.05.04	CAL HIDRATADA	KG	R\$ 0,50	R\$ 0,00	2,660	R\$ 1,33	R\$ 0,00	
01.05.03	CIMENTO PORTLAND CPIV	KG	R\$ 0,56	R\$ 0,00	2,660	R\$ 1,49	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 4,28	R\$ 8,16	
LEIS SOCIAIS						127,000	R\$ 10,36	
TOTAIS						R\$ 4,28	R\$ 18,53	R\$ 22,80

C.25 Forro de acartonado com colocação de lâ (M2) R\$ 88,91

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
02.01.09	FIXAÇÃO DE PLACAS DRYWALL COM TRATAMENTO DE JUNTAS	M²	R\$ 0,00	R\$ 12,00	1,000		R\$ 12,00	
02.01.10	FIXAÇÃO SISTEMA FORRO COM COLOCAÇÃO DE ISOLAMENTO DE LÃ	M²	R\$ 0,00	R\$ 9,00	1,000		R\$ 9,00	
01.04.22	PLACA DE GESSO ACARTONADO 120 X 180CM	M²	R\$ 12,96	R\$ 0,00	1,050	R\$ 13,61		
01.04.23	LÃ DE ROCHA 50MM	M²	R\$ 9,00	R\$ 0,00	1,050	R\$ 9,45		
01.04.24	PARAFUSOS CABEÇA TROMBETA	UNID	R\$ 0,05	R\$ 0,00	8,000	R\$ 0,40		
01.04.25	ARAME GALVANIZADO	KG	R\$ 13,00	R\$ 0,00	0,330	R\$ 4,29		
01.04.26	MASSA DRYWALL JUNTAS	KG	R\$ 1,80	R\$ 0,00	0,660	R\$ 1,19		
01.04.27	PERFIL F530	UNID	R\$ 3,24	R\$ 0,00	1,540	R\$ 4,99		
01.04.28	PENDURAL	UNID	R\$ 1,22	R\$ 0,00	4,600	R\$ 5,61		
01.04.29	PERFIL TABICA	UNID	R\$ 4,11	R\$ 0,00	0,350	R\$ 1,44		
01.04.30	FITA JUNTA DRYWALL	ML	R\$ 0,22	R\$ 0,00	1,200	R\$ 0,26		
SUB-TOTAIS						R\$ 41,24	R\$ 21,00	
LEIS SOCIAIS								R\$ 26,67
TOTAIS						R\$ 41,24	R\$ 47,67	R\$ 88,91

C.26 Pannel Metálico Steel Frame (KG) R\$ 16,26

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
	MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME	KG		R\$ 2,00	1,000		R\$ 2,00	
	PRÉ-MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME E FÁBRICA	KG		R\$ 1,39	1,000		R\$ 1,39	
	SERVIÇO DE PERFILARIA	KG	R\$ 8,56		1,000	R\$ 8,56	R\$ 0,00	
SUB-TOTAIS						R\$ 8,56	R\$ 3,39	
LEIS SOCIAIS								R\$ 4,31
TOTAIS						R\$ 8,56	R\$ 7,70	R\$ 16,26

C.27 Pannel Metálico Steel Frame (3,8X3) 11,4M² (UNID) R\$ 1.240,23

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
	MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME	KG		R\$ 2,00	103,785		R\$ 207,57	
	PRÉ-MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME E FÁBRICA	KG		R\$ 1,39	103,785		R\$ 144,26	
	SERVIÇO DE PERFILARIA	KG	R\$ 8,56		103,785	R\$ 888,40		
SUB-TOTAIS						R\$ 888,40	R\$ 351,83	
TOTAIS						R\$ 888,40	R\$ 351,83	R\$ 1.240,23

C.28 Laje Perfil Metálico steel frame 19KG/M² (m²) R\$ 227,05

INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL
MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME	KG		R\$ 2,00	19,000		R\$ 38,00	
PRÉ-MONTAGEM DE ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME E FÁBRICA	KG		R\$ 1,39	19,000		R\$ 26,41	
SERVIÇO DE PERFILARIA	KG	R\$ 8,56		19,000	R\$ 162,64		
SUB-TOTAIS						R\$ 162,64	R\$ 64,41
TOTAIS						R\$ 162,64	R\$ 64,41 R\$ 227,05

C.29 Revestimento drywall Steel Frame interno (M2) R\$ 42,70

INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL	
02.01.09 FIXAÇÃO DE PLACAS DRYWALL COM TRATAMENTO DE JUNTAS	M ²	R\$ 0,00	R\$ 12,00	1,000		R\$ 12,00		
01.04.22 PLACA DE GESSO ACARTONADO 120 X 180CM	M ²	R\$ 12,96	R\$ 0,00	1,050	R\$ 13,61			
01.04.24 PARAFUSOS CABEÇA TROMBETA	UNID	R\$ 0,05	R\$ 0,00	8,000	R\$ 0,40			
01.04.26 MASSA DRYWALL JUNTAS	KG	R\$ 1,80	R\$ 0,00	0,660	R\$ 1,19			
01.04.30 FITA JUNTA DRYWALL	ML	R\$ 0,22	R\$ 0,00	1,200	R\$ 0,26			
SUB-TOTAIS						R\$ 15,46	R\$ 12,00	
LEIS SOCIAIS					%	R\$ 12,00	127,000	R\$ 15,24
TOTAIS						R\$ 15,46	R\$ 27,24 R\$ 42,70	

C.30 Fixação de lâ Steel (M2) R\$ 17,40

INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL	
02.01.11 FIXAÇÃO LÃ	M ²	R\$ 0,00	R\$ 3,50	1,000		R\$ 3,50		
01.04.23 LÃ DE ROCHA 50MM	M ²	R\$ 9,00	R\$ 0,00	1,050	R\$ 9,45			
SUB-TOTAIS						R\$ 9,45	R\$ 3,50	
LEIS SOCIAIS					%	R\$ 3,50	127,000	R\$ 4,45
TOTAIS						R\$ 9,45	R\$ 7,95 R\$ 17,40	

C.31 Revestimento OSB interno e externo Steel Frame (M2) R\$ 52,02

INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL	
02.01.12 FIXAÇÃO OSB STEEL FRAME	M ²	R\$ 0,00	R\$ 12,00	1,000		R\$ 12,00		
01.04.31 CHAPA OSB ESTRUTURAL 120X240CM	M ²	R\$ 17,50	R\$ 0,00	1,050	R\$ 18,38			
01.04.32 PARAFUSO CABEÇA CHATA DENTADA	UNID	R\$ 0,20	R\$ 0,00	32,000	R\$ 6,40			
SUB-TOTAIS						R\$ 24,78	R\$ 12,00	
LEIS SOCIAIS					%	R\$ 12,00	127,000	R\$ 15,24
TOTAIS						R\$ 24,78	R\$ 27,24 R\$ 52,02	

C.32 Membrana Hidrofuga (M2) R\$ 23,65

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL		
02.01.12	INSTALAÇÃO DE MEMBRANA HIDROFUGA	M ²	R\$ 0,00	R\$ 5,88	1,000		R\$ 5,88			
01.04.31	GRAMPO GALVANIZADO TIPO TAPECEIRO	UNID	R\$ 0,04	R\$ 0,00	6,000	R\$ 0,24				
01.04.32	MEMBRANA HIDROFUGA	M ²	R\$ 9,58	R\$ 0,00	1,050	R\$ 10,06				
SUB-TOTAIS							R\$ 10,30	R\$ 5,88		
LEIS SOCIAIS							%	R\$ 5,88	127,000	R\$ 7,47
TOTAIS							R\$ 10,30	R\$ 13,35	R\$ 23,65	

C.33 Revestimento placa cimentícia com tratamento de juntas (M2) R\$ 79,76

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL		
02.01.13	FIXAÇÃO PLACA CIMENTÍCIA COM TRATAMENTO DE JUNTAS	M ²	R\$ 0,00	R\$ 13,00	1,000		R\$ 13,00			
01.04.33	PLACA CIMENTÍCIA 120X240CM 10mm	M ²	R\$ 30,50	R\$ 0,00	1,000	R\$ 30,50				
01.04.34	FITA JUNTA PLACA CIMENTÍCIA	ML	R\$ 0,86	R\$ 0,00	10,220	R\$ 8,79				
01.04.35	MASSA PLACA CIMENTÍCIA	KG	R\$ 18,80	R\$ 0,00	0,200	R\$ 3,76				
01.04.32	PARAFUSO CABEÇA CHATA DENTADA	UNID	R\$ 0,20	R\$ 0,00	36,000	R\$ 7,20				
SUB-TOTAIS							R\$ 50,25	R\$ 13,00		
LEIS SOCIAIS							%	R\$ 13,00	127,000	R\$ 16,51
TOTAIS							R\$ 50,25	R\$ 29,51	R\$ 79,76	

C.34 Cobertura estrutura metálica e telha sanduiche (M2) R\$ 331,90

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL		
	MONTAGEM DE ESTRUTURA METÁLICA PARA TELHADO COM FIXAÇÃO DAS TELHAS	M ²		R\$ 70,00	1,000		R\$ 70,00			
	ESTRUTURA METÁLICA PARA COBERTURA COM VÃO MENOR QUE 6M	M ²	R\$ 90,00		1,000	R\$ 90,00				
	TELHA SANDUICHE TRAPEZOIDAL COM ISOLAMENTO TERMO ACÚSTICO	M ²	R\$ 75,00		1,000	R\$ 75,00				
	PARAFUSOS TELHEIROS PARA FIXAÇÃO	M ²	R\$ 1,00		8,000	R\$ 8,00				
SUB-TOTAIS							R\$ 173,00	R\$ 70,00		
LEIS SOCIAIS							%	R\$ 70,00	127,000	R\$ 88,90
TOTAIS							R\$ 173,00	R\$ 158,90	R\$ 331,90	

C.35 Funilaria Cobertura (ML) R\$ 65,00

	INSUMO	UN	VLR UNIT MAT	VLR UNIT MO	COEF.	MAT	MO	TOTAL		
	CALHAS E ALGEROSAS PARA TELHADO METÁLICO COM FIXAÇÃO	ML	R\$ 65,00		1,000	R\$ 65,00				
SUB-TOTAIS							R\$ 65,00	R\$ 0,00		
LEIS SOCIAIS							%	R\$ 0,00	127,000	R\$ 0,00
TOTAIS							R\$ 65,00	R\$ 0,00	R\$ 65,00	

APÊNDICE B – Imagens da Obra

FUNDAÇÃO PARA O LIGHT STEEL FRAME



INÍCIO MONTAGEM DOS PAINÉIS



INÍCIO MONTAGEM DO SEGUNDO PAVIMENTO



PLAQUEAMENTO OSB



PLAQUEAMENTO PLACAS CIMENTÍCIAS E EMASSAMENTO



PLAQUEAMENTO FUNDOS DA CASA



PLAQUEAMENTO COMPLETO



COBERTURA TELHA SANDUÍCHE

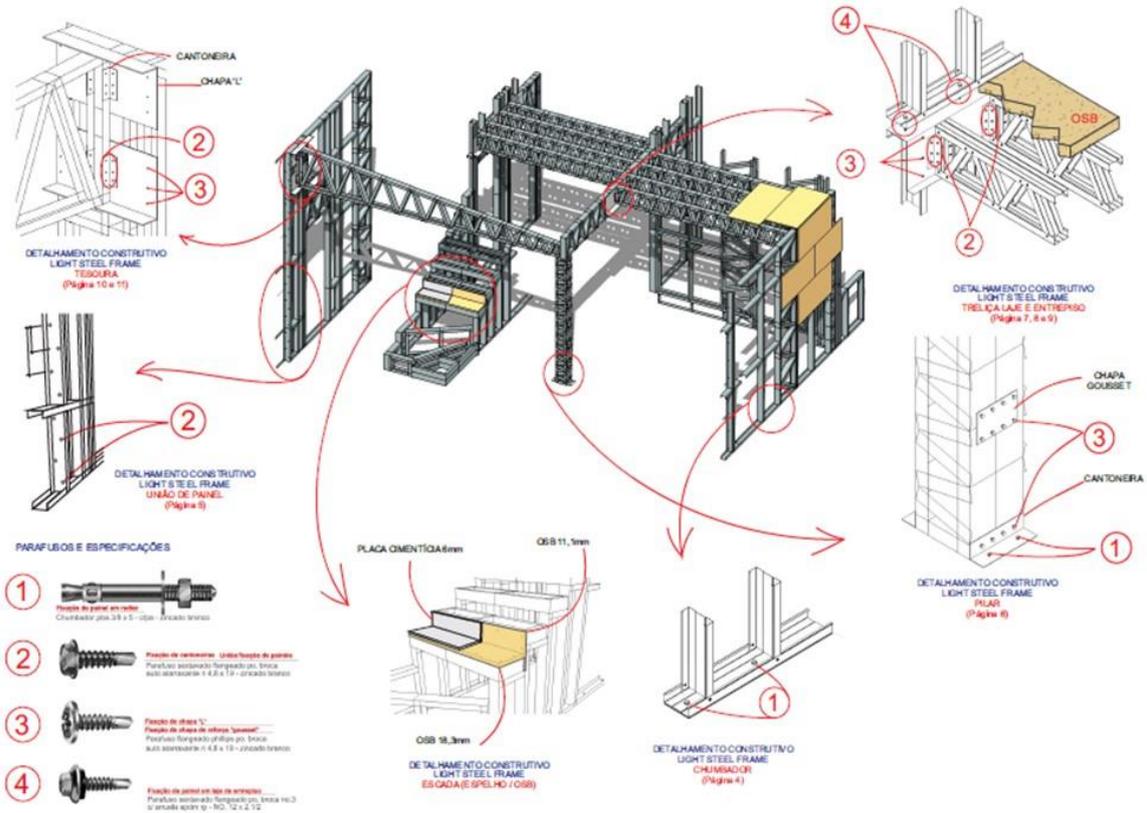


RESIDÊNCIA FINALIZADA

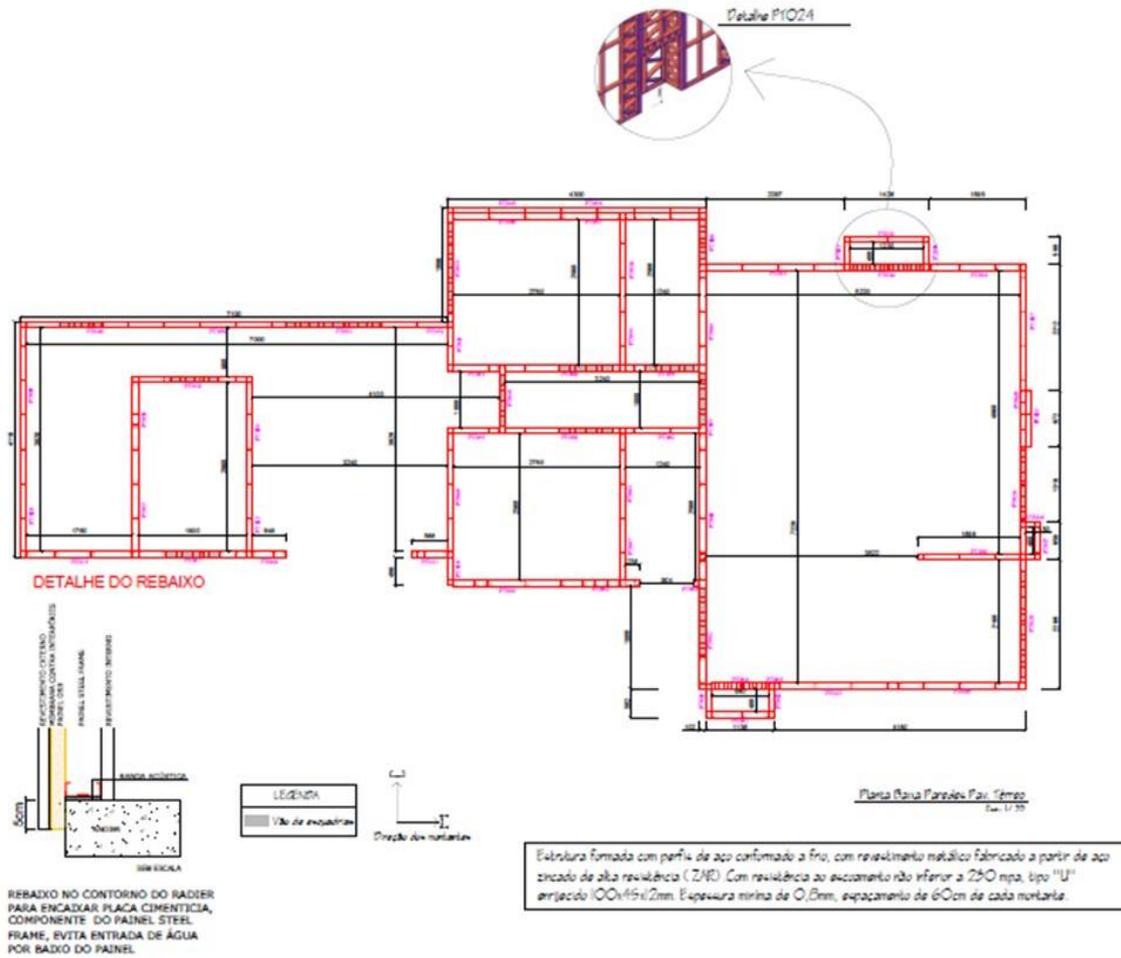


ANEXO A – Exemplo de Projeto Padrão Light Steel Frame

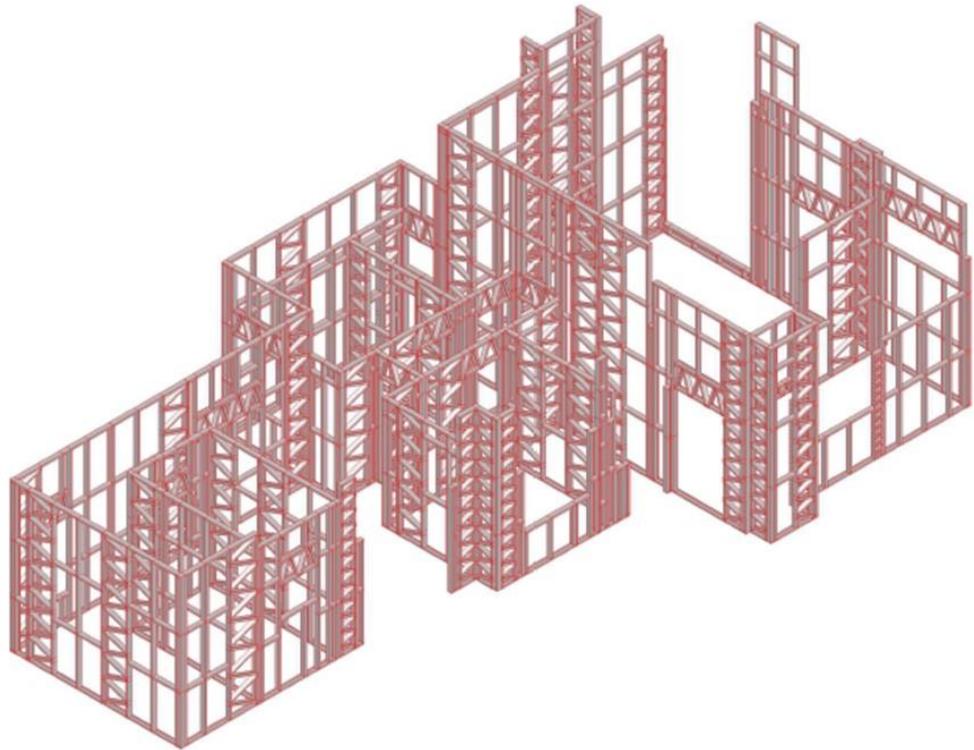
DETALHE MONTAGEM ESTRUTURA LIGHT STEEL FRAME



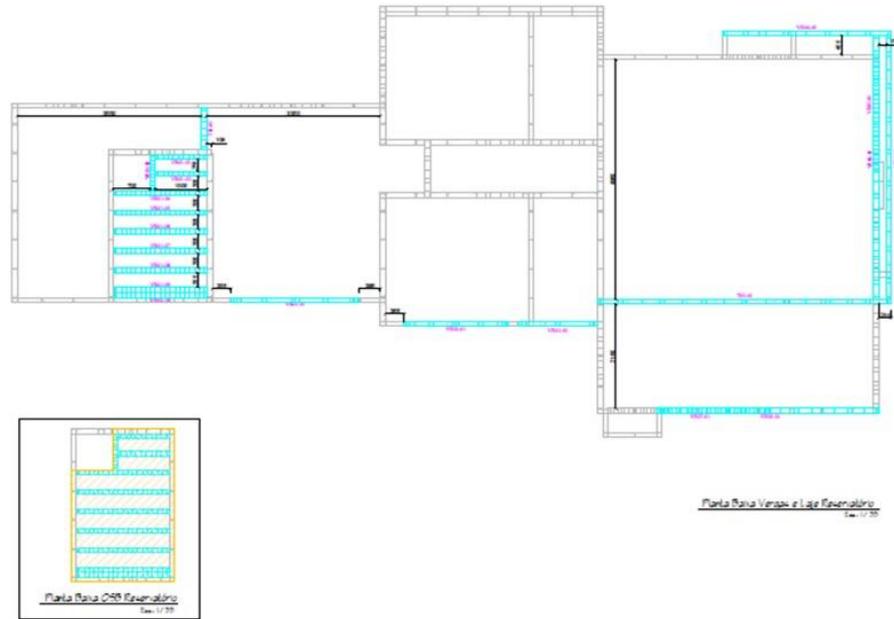
DETALHE PAGINAÇÃO MONTAGEM TÉRREO



PERSPECTIVA MONTAGEM TÉRREO

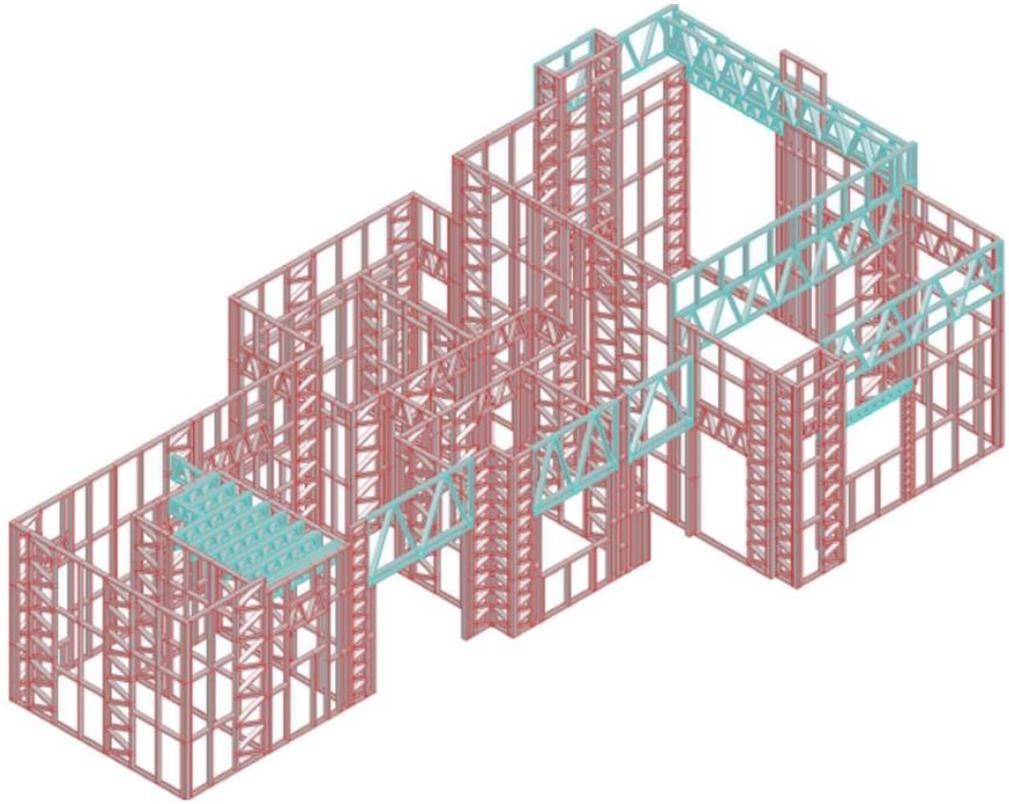


DETALHE PAGINAÇÃO MONTAGEM SEGUNDO PAVIMENTO

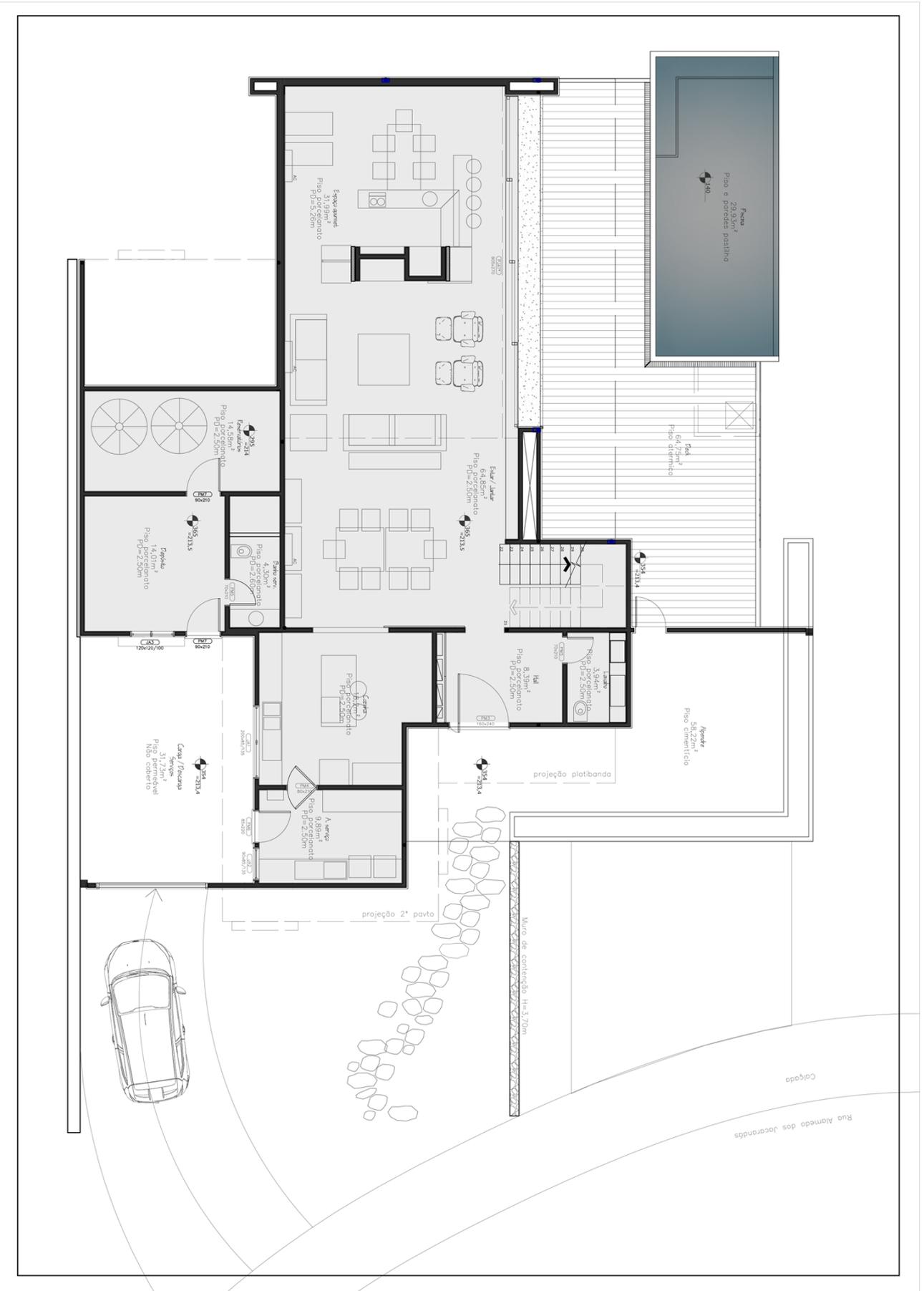


Estreita formada com perfil de aço conformado a frio, com revestimento metálico fabricado a partir de aço zincado de alta resistência (ZAD). Com nervelência ao eixoamento não inferior a 230 mm, tipo "U" emparelhado 100x15x2mm. Espessura mínima de 0,8mm, espaçamento de 60cm de cada montante.

DETALHE PERSPECTIVA SEGUNDO PAVIMENTO

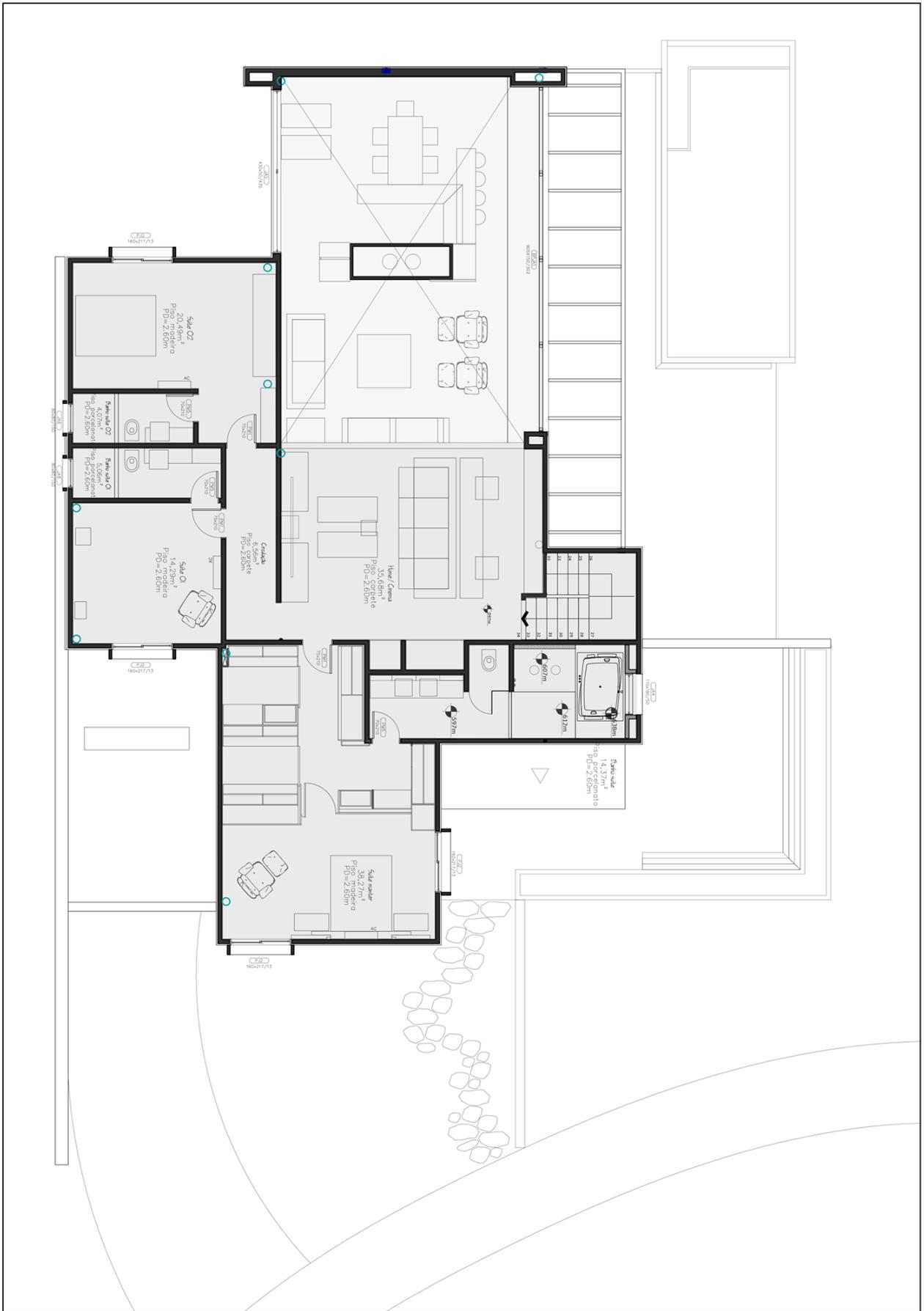


ANEXO B – Projeto Pavimento Térreo da Residência



Comparação de custos entre o sistema Light Steel Frame (LSF) e o sistema convencional

ANEXO C – Projeto Segundo Pavimento da Residência



Comparação de custos entre o sistema Light Steel Frame (LSF) e o sistema convencional