

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG**  
**ENGENHARIA CIVIL**  
**PABLO MARCOS MANOEL DOS REIS**

**ANÁLISE DE CUSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR  
COM AVALIAÇÃO DE DOIS SISTEMAS: estrutura de concreto armado com  
alvenaria de vedação em bloco cerâmico e estrutura de *light steel frame***

**Varginha  
2018**

**PABLO MARCOS MANOEL DOS REIS**

**ANÁLISE DE CUSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR  
COM AVALIAÇÃO DE DOIS SISTEMAS: estrutura de concreto armado com  
alvenaria de vedação em bloco cerâmico e estrutura de *light steel frame***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como requisito parcial para a obtenção de grau bacharel sob a orientação do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

**Varginha  
2018**

**PABLO MARCOS MANOEL DOS REIS**

**ANÁLISE DE CUSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO POPULAR  
COM AVALIAÇÃO DE DOIS SISTEMAS: estrutura de concreto armado com  
alvenaria de vedação em bloco cerâmico e estrutura de *light steel frame***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG, como requisito parcial para a obtenção de grau bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Leopoldo Freire Bueno

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

## RESUMO

O presente trabalho se trata de uma análise de custos, onde se propõe realizar uma comparação entre as despesas diretas para se construir uma residência térrea de padrão popular utilizando dois sistemas diferentes, sendo eles o método construtivo industrializado *light steel frame*, em que a estrutura é composta por perfis de aço galvanizado, e o método construtivo convencional, que utiliza de elementos de concreto armado e alvenaria de vedação. Devido ao grande déficit habitacional existente no país, é relevante estudar meios de se encontrar uma solução econômica para a construção em massa de moradias. Foi definido um modelo de casa a ser estudado, bem como foi desenvolvido a planilha de custos diretos referentes à construção empregando o método construtivo convencional, e o mesmo procedimento foi realizado para o sistema *light steel frame*. Por fim, foram realizadas as comparações e considerações finais, onde foram apontadas razões para as diferenças de custos verificadas. Os custos para a obra em alvenaria convencional foram definidos com base no levantamento dos quantitativos gerais do projeto, sendo consideradas todas as etapas da obra, utilizando o SINAPI como base para obtenção das composições analíticas dos serviços e preços unitários, já para a obra com o sistema *light steel frame* o orçamento foi desenvolvido através de cotações de preços realizadas pelo próprio autor. Com os orçamentos realizados, pôde-se concluir que os custos unitários por metro quadrado do projeto de estudo estão próximos, e pertencem à mesma ordem de grandeza dos índices do Custo Unitário Básico, para ambos os sistemas construtivos.

**Palavras-Chave:** *Light steel frame*. Orçamento. Moradias populares. Déficit habitacional.

## **ABSTRACT**

*The present work deals with a cost analysis, where it is proposed to make a comparison between the direct expenses to construct a single-family dwelling of popular standard using two different systems, being the industrialized constructional method light steel frame, in which the structure is composed of galvanized steel profiles, and the conventional constructional method, which uses reinforced concrete elements and masonry sealing. Due to the great housing deficit existing in the country, it is relevant to study ways of finding an economic solution for the mass construction of housing. It was defined a house model to be studied, as well as the direct cost worksheet for the construction using the conventional constructive method, and the same procedure was performed for the light steel frame system. Finally, the comparisons and final considerations were made, where reasons were indicated for the observed differences in costs. The costs for the conventional masonry work were defined based on the survey of the general quantitative of the project, considering all stages of the work, using SINAPI as a basis for obtaining the analytical compositions of the services and unit prices, for the job with the light steel frame system the budget was developed through price quotes made by the author himself. With the budgets made, it was possible to conclude that the unit costs per square meter of the study project are close, and belong to the same order of magnitude of the Basic Unit Cost indices, for both construction systems.*

**Keywords:** *Light steel frame. Budget. Popular houses. Housing deficit.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Construção em concreto armado com alvenaria de vedação. ....	16
Figura 2 – Estrutura de uma residência em <i>light steel frame</i> . ....	18
Figura 3 – Montagem de estrutura de LSF sobre fundação radier. ....	20
Figura 4 – Efeitos da ação no vento na estrutura: a) translação e b) tombamento. ....	20
Figura 5 - Perfis de LSF ancorados sobre radier ....	21
Figura 6 – Esquema da ancoragem química com barra roscada.....	21
Figura 7 – Esquema da ancoragem com fita metálica. ....	22
Figura 8 – Pilares sobre fundação radier ....	22
Figura 9 – Painéis de aço leve montados prontos para instalação. ....	23
Figura 10 – Esquema da redistribuição das cargas sobre a verga. ....	24
Figura 11 – Laje pré-moldada à espera do lançamento do concreto. ....	26
Figura 12 – Vigas apoiadas sobre pilares em uma obra. ....	27
Figura 13 – Armaduras e formas. ....	28
Figura 14 – Construção em LSF “envelopada” por membrana hidrófuga. ....	29
Figura 15 – Problema causado por infiltração. ....	29
Figura 16 – Parede com lã de PET ....	30
Figura 17 – Instalações hidrossanitárias e elétricas em <i>light steel frame</i> . ....	31
Figura 18 – Composição do fechamento no sistema <i>light steel frame</i> . ....	32
Figura 19 – Composição do fechamento no sistema <i>light steel frame</i> . ....	33
Figura 20 – Telhado em <i>light steel frame</i> com telhas coloniais. ....	34
Figura 21 – Casa em <i>light steel frame</i> com pintura finalizada. ....	34
Figura 22 – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho. ....	41
Figura 23 – Planta baixa arquitetônica do projeto base. ....	42
Figura 24 – Projeção do corte A. ....	43
Figura 25 – Projeção do corte B. ....	43
Figura 26 – Vista em perspectiva. ....	43
Figura 27 – elementos de concreto armado (laje ocultada). ....	45
Figura 28- Planta de modulação dos montantes. ....	46
Figura 29- Planta baixa arquitetônica com medidas adaptadas. ....	47
Figura 30– Estrutura de <i>light steel frame</i> . ....	48
Figura 31– Corte do painel frontal da casa. ....	49
Figura 32-Serviços disponíveis de reservatório de água. ....	50
Figura 33 – Caixa d’água de 750 litros no catálogo de insumos. ....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – CUB residencial de baixo padrão. ....	37
Tabela 2 – Componentes do déficit habitacional.....	39
Tabela 3 – Composição do serviço de instalação do reservatório de 1000 L.....	50
Tabela 4 – Composição do serviço de instalação do reservatório de 500 L.....	51
Tabela 5 – Composição calculada para o serviço de instalação do reservatório de 750 L.....	51
Tabela 6 – Resumo do orçamento. ....	52
Tabela 7 – Percentual de mão de obra. ....	54
Tabela 8 – Percentual de materiais. ....	55
Tabela 9 – Percentual de equipamentos. ....	55
Tabela 10 – Comparação com o CUB. ....	56
Tabela 11 – Consumo de peças lineares do pacote LSF.....	56
Tabela 12 – Consumo de peças unitárias do pacote LSF. ....	57
Tabela 13 – Consumo de placas. ....	57
Tabela 14 – Consumo de massas de tratamento e revestimento.....	57
Tabela 15 – Consumo de telhas cerâmicas. ....	57
Tabela 16 – Consumo de itens disponíveis em rolos. ....	58
Tabela 17 – Consumo de parafusos para fixação de placas. ....	58
Tabela 18 – Lista de compra de perfis e fitas. ....	58
Tabela 19 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem. ....	59
Tabela 20 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem. ....	59
Tabela 21 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem. ....	59
Tabela 22 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem. ....	59
Tabela 23 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem. ....	59
Tabela 24 – Lista de materiais com cotação de preços.....	60
Tabela 25 – Custo de mão de obra por metro quadrado de obra-branca. ....	61
Tabela 26 – Custo total da obra branca. ....	61
Tabela 27 – Resumo dos custos não incluídos na obra-branca. ....	62
Tabela 28 – Custos das etapas equivalentes à obra-branca. ....	64
Tabela 29 – Análise comparativa de variação de custos. ....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Perfis típicos utilizados na estrutura de LSF .....	23
Quadro 2 – Tipos de parafusos e aplicações.....	25
Quadro 3 – características básicas dos tipos de orçamento. ....	35

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual dos componentes do déficit habitacional na região sudeste. ....	39
Gráfico 2 – Representatividade de cada etapa no custo total em porcentagem.....	53
Gráfico 3– Custos diretos dos dois sistemas construtivos.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CUB – Custo Unitário Básico

EPI – Equipamento de proteção individual

LSF – *Light Steel Frame*

OSB – *Oriented Strand Board*

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCPO – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Apresentação.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Sistema de concreto armado .....	15
3.1.1 Sistema <i>Light Steel Frame</i> .....	17
<b>3.2 Etapas construtivas .....</b>	<b>19</b>
3.2.1 Fundação.....	19
3.2.2 Ancoragem .....	20
3.2.3 Estrutura .....	22
3.2.3.1 <i>Light steel frame</i> .....	22
3.2.3.2 Sistema convencional .....	26
3.2.4 Impermeabilização.....	28
3.2.5 Isolamento térmico e acústico .....	29
3.2.6 Instalações hidrossanitárias e elétricas .....	31
3.2.7 Fechamentos .....	32
3.2.8 Cobertura .....	33
3.2.3 Revestimentos.....	34
<b>3.3 Orçamento.....</b>	<b>34</b>
3.3.1 Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO).....	36
3.3.2 SINAPI .....	36
3.3.3 Custo Unitário Básico (CUB).....	37
3.3.4 Encargos sociais e BDI (benefício e despesas indiretas).....	38
<b>3.4 Déficit habitacional.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 Habitação popular ou de interesse social .....</b>	<b>40</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Projeto base para o estudo.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Procedimentos da elaboração do orçamento.....</b>	<b>44</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Concepções estruturais adotadas .....</b>	<b>45</b>
5.1.1 Sistema construtivo de alvenaria .....	45
5.1.2 Sistema <i>light steel frame</i> .....	46
5.1.2.1 Adequação do projeto base.....	46
5.1.2.2 Descrição da concepção estrutural .....	47
<b>5.2 Determinação dos custos diretos .....</b>	<b>49</b>
5.2.1 Sistema construtivo de alvenaria .....	49
5.2.1.1 Custo unitário por metro quadrado .....	53
5.2.1.2 Mão de obra, materiais e equipamentos .....	54
5.2.2 Sistema <i>Light Steel Frame</i> .....	56
5.2.2.1 Lista de compras de itens da obra branca .....	58

5.2.2.2 Custos totais com materiais de construção (obra-branca) .....	60
5.2.2.3 Mão de obra e custo total da obra-branca.....	61
5.2.2.4 Serviços não inclusos na obra-branca.....	61
5.2.2.5 Custo total da obra em <i>light steel frame</i> .....	62
5.2.2.6 Custo unitário por metro quadrado.....	62
<b>5.3 Análises comparativas de custos entre os dois sistemas construtivos .....</b>	<b>63</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE A - Planilha de custos diretos: alvenaria convencional .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – Planilha de custos diretos: serviços não inclusos na obra-branca .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil recentemente atingiu a marca de 7,7 milhões de famílias sem residência própria. O déficit habitacional no país é um problema há muito tempo, e mesmo com a implementação de programas do governo como o Minha Casa Minha Vida o índice cresceu nos últimos anos, em virtude principalmente da crise que levou a economia a uma recessão da qual o país ainda está em período de recuperação. A crise também ocasionou um grande enfraquecimento do setor da construção civil, que estava numa boa fase nos anos anteriores. Diante deste grave cenário é necessário encontrar meios de sanar completamente ou ao menos amenizar o problema da falta de moradias no país.

Este trabalho se propõe a realizar uma análise de custos para a construção de um modelo de casa de baixo padrão, onde se pretende comparar os custos diretos da obra, empregando dois sistemas diferentes de construção, sendo eles o sistema construtivo convencional, utilizando elementos de concreto armado e alvenaria de vedação, e o sistema construtivo industrializado *light steel frame*, onde a estrutura é sustentada por perfis de aço leve galvanizado. As demais peculiaridades do método serão apresentadas no desenvolvimento. Neste trabalho foram realizados os levantamentos de custos acerca dos dois sistemas construtivos, bem como também foi definido o projeto base para a análise. Foram também realizadas também as comparações e as considerações finais acerca da análise realizada.

A comparação entre o sistema de alvenaria convencional e o sistema *light steel frame*, no quesito financeiro, pode abrir portas à outras possibilidades para a construção de habitações populares em grande escala, mostrando que o sistema que utiliza estruturas leves de aço galvanizado com perfis formados a frio, que ainda está em expansão no Brasil, pode ser bastante competitivo em relação ao sistema predominantemente usado.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise de custos avaliando dois processos construtivos para uma casa popular: sistema convencional de concreto armado com alvenaria de vedação em bloco cerâmico e o sistema *light steel frame*.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica apresentando cada sistema construtivo em estudo.
- Apresentar as etapas construtivas e principais peculiaridades de cada sistema;
- Desenvolver o projeto base para o orçamento com os dois sistemas;
- Desenvolver o orçamento para a construção com o sistema convencional.
- Desenvolver o orçamento para a construção em *light steel frame*;
- Analisar os custos para cada sistema evidenciando qual tem melhor condição financeira para o usuário da habitação.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 Apresentação

#### 3.1.1 Sistema de concreto armado

Entende-se por sistema construtivo convencional a utilização de estrutura de concreto armado juntamente com a alvenaria de vedação. É o método usado na maioria quase absoluta das construções de qualquer finalidade no Brasil.

O concreto é um material de construção feito pelo homem que se assemelha a uma pedra. Combinando cimento, agregado graúdo e água obtém-se o concreto. A água permite a fixação e união dos materiais. Diferentes misturas são adicionadas para que o concreto obtenha específicas características. O concreto é geralmente reforçado com o uso de barras de aço, antes de ser lançado nos moldes. (QUIZA, 2017).

O designado concreto armado é a associação do concreto simples com uma armadura, usualmente constituída por barras de aço. Os dois materiais devem resistir solidariamente aos esforços solicitantes. Essa solidariedade é garantida pela aderência (PINHEIRO, 2007). Em uma estrutura de concreto armado, o uso de aço em vigas e pilares ou lajes é indispensável e o dimensionamento precisa ser bem calculado seguindo as normas vigentes dos órgãos reguladores, no caso do Brasil, a ABNT.

Quando a alvenaria é empregada na construção para resistir cargas, ela é chamada alvenaria resistente (autoportante), pois além do seu peso próprio, ela suporta cargas (peso das lajes, telhados, pavimento superior, etc). No entanto, quando a alvenaria não é dimensionada para resistir cargas verticais além de seu peso próprio, ela é denominada Alvenaria de vedação (GOMES, 2009). A alvenaria de vedação compreende a execução de estruturas que não desempenham função estrutural, embora estejam sujeitas a cargas acidentais. É constituída de tijolos ou blocos, unidos através de argamassa de assentamento. Tem a função de separar ambientes internos de uma construção e prover o fechamento externo, além de funcionarem como isolantes térmicos e acústicos.

Os métodos empregados no processo construtivo convencional para a execução de alvenaria de vedação, contrapisos e revestimentos de paredes assentam-se em bases bastante artesanais com deficiente fiscalização dos serviços, organização e padronização do processo de produção. Normalmente, os procedimentos adotados nos canteiros limitam-se a reprodução de práticas correntes na construção civil que, no entanto, carecem de confirmação técnica quanto a sua pertinência. Por outro lado, os projetos enviados à obra não favorecem a reversão deste quadro, apresentando um nível de detalhamento construtivo insuficiente à consecução de um

produto de qualidade assegurada além de conterem incorreções que, não raro, somente são evidenciadas no momento da execução (GUEDES, 2002).

Figura 1 - Construção em concreto armado com alvenaria de vedação.



Fonte: (FASTCON, 2015).

De acordo com Pinheiro (2007), as principais vantagens do uso do concreto armado são as seguintes:

- É moldável, permitindo grande variabilidade de formas e de concepções arquitetônicas;
- Apresenta boa resistência à maioria dos tipos de solicitação, desde que seja feito um correto dimensionamento e um adequado detalhamento das armaduras;
- A estrutura é monolítica, fazendo com que todo o conjunto trabalhe quando a peça é solicitada;
- Baixo custo dos materiais - água e agregados graúdos e miúdos;
- Baixo custo de mão-de-obra, pois em geral não exige profissionais com elevado nível de qualificação;
- Processos construtivos conhecidos e bem difundidos em quase todo o país;
- Facilidade e rapidez de execução, principalmente se forem utilizadas peças pré-moldadas;
- O concreto é durável e protege a armação contra a corrosão;
- Os gastos de manutenção são reduzidos.

Ainda segundo Pinheiro (2007), as principais desvantagens da utilização do concreto armado são as seguintes:

- Baixa resistência à tração;
- Fragilidade;
- Fissuração;
- Peso próprio elevado;
- Custo de formas para moldagem;

- Corrosão das armaduras.

Além das desvantagens acima mencionadas, vale ressaltar também uma que talvez seja o mais grave problema na construção civil no Brasil no que diz respeito aos custos de uma obra, que é o desperdício. No que diz respeito à materiais, as perdas chegam a representar 8% do custo de uma obra executada utilizando o sistema construtivo convencional. Realizando-se uma análise abrangente, considerando também os gastos com retrabalho, o prejuízo pode chegar aos 30% em alguns casos (RODRIGUES, 2001).

### 3.1.1 Sistema *Light Steel Frame*

O *Light Steel Frame* surgiu na América do Norte como forma de suprir a grande demanda por habitações num período em que a população se multiplicava exponencialmente. Anteriormente à utilização dos perfis de aço, era utilizada a madeira em larga escala na construção de casas, numa técnica conhecida como *Wood Frame*. O conceito de construções montáveis surgiu ainda quando se utilizava a madeira, porém, com a grande procura e início da preocupação com questões ambientais como o desmatamento, os construtores se viram obrigados a buscar alternativas em relação ao material utilizado, e assim iniciou-se a substituição da madeira pelo aço.

A partir da metade do século XX, as siderúrgicas americanas, começaram a disponibilizar aços com menores espessuras e maior resistência à corrosão. Começava, então, a tecnologia dos aços galvanizados. Este fato possibilitou a troca lenta e gradual das estruturas de madeira por perfis de aço, se intensificando com a passagem do furacão Andrew pela costa leste americana, que em 1992, causou intensa destruição. Após isso, as Companhias Seguradoras sobretaxaram as obras em *Wood Framing* e subtaxaram o *Light Steel Framing*, dando amplo incentivo ao desenvolvimento e aplicação da tecnologia metálica. Nos Estados Unidos, em 1992, de acordo com a revista ARQUITETURE, edição de setembro de 2004, havia registro de que, aproximadamente, 500 casas haviam sido construídas em "*Light Steel Framing*" e, esse número, em 2004, já é da ordem de 500.000 casas. (CAMPOS e JARDIM, 2004).

No Brasil, desde o início dos anos 1990, o LSF tem sido aplicado em edificações destinadas aos padrões de renda média e alta. Com a difusão do sistema e o consequente aumento da escala de produção dos materiais nele utilizados, o custo final da construção LSF diminuiu bastante, permitindo o seu emprego também em habitações populares. Atualmente,

cerca de 3% das construções no país utilizam o sistema, e a expectativa para o futuro é que esse índice venha a crescer bastante, devido aos esforços da iniciativa privada que tentam difundir e popularizar cada vez mais esse tipo de construção.

Figura 2 – Estrutura de uma residência em *light steel frame*.



Fonte: (CBIC, 2017).

De acordo com Saint-Gobain (2014), as principais vantagens apresentadas pelo *Light Steel Frame* são:

- Os produtos que constituem o sistema são padronizados com tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, e a matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade, tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura;
- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, já que são largamente utilizados pela indústria;
- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos;
- Construção industrializada, o que diminui o uso de recursos naturais e o desperdício;
- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;

- Melhores níveis de desempenho termo acústico, que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento;
- Facilidade na execução das ligações;
- Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem;
- O aço é um material incombustível;
- O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades;
- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico, não limitando a criatividade do arquiteto.

A principal desvantagem do sistema *Light Steel Frame* é o déficit de mão de obra especializada. Por ser um sistema construtivo ainda não muito difundido, é difícil encontrar mão de obra executiva e também projetistas que trabalhem com esse sistema dependendo da região. Esse fator tem grande potencial para onerar a obra e muitas vezes inviabilizá-la.

## **3.2 Etapas construtivas**

### **3.2.1 Fundação**

Por ser muito leve, a estrutura de Steel Frame e os componentes de fechamento exigem bem menos da fundação do que outras construções. Um painel estrutural pesa apenas 20% de uma parede equivalente em blocos. No entanto, como a estrutura distribui a carga uniformemente ao longo dos painéis estruturais, a fundação deverá ser contínua suportando os painéis em toda a sua extensão. A escolha do tipo de fundação vai depender além da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade de solo firme. Essas informações são obtidas através da sondagem do terreno. As fundações são efetuadas segundo o processo da construção convencional e como em qualquer outra construção deve se observar o isolamento contra a umidade (CRASTO; FREITAS; SANTIAGO, 2012).

O tipo de fundação mais comumente utilizada para obras em LSF é a fundação radier. O radier é um tipo de fundação superficial semelhante a uma laje de concreto armado de espessura contínua ou variável, que pode conter elementos de enrijecimento como vigas ou nervuras (CHIQUITO, 2017). Muito utilizado em obras habitacionais como do Programa Minha Casa Minha Vida, o radier é um sistema de fundação rasa, conhecido por reduzir o tempo de execução de uma obra, oferecer custo mais baixo em relação a outros tipos de fundações e é recomendado quando os sistemas estruturais são leves (PEREIRA, 2013).

Embora o peso da estrutura construída em alvenaria convencional seja bem superior à com LSF, para construções de pequeno porte, como casas térreas, o radier também é frequentemente empregado, como mencionado acima. No entanto, para este método construtivo, também é bastante comum encontrarmos outros tipos de fundações rasas.

Figura 3 – Montagem de estrutura de LSF sobre fundação radier.

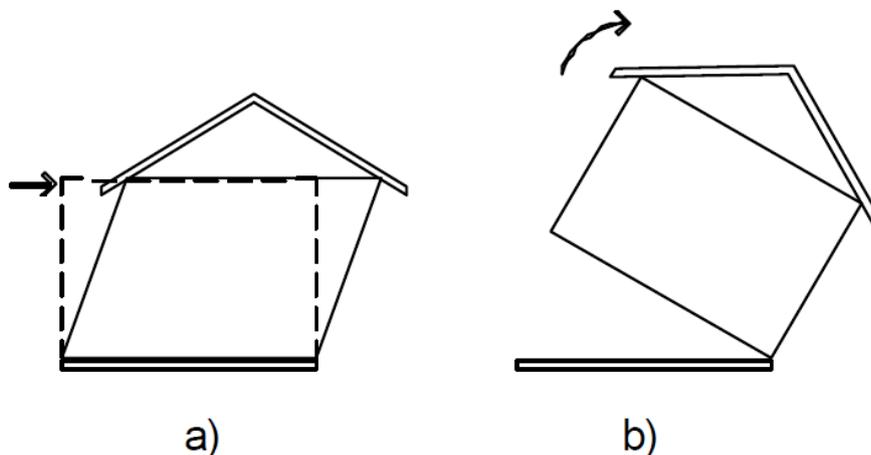


Fonte: (FRANZEN, 2012).

### 3.2.2 Ancoragem

A ancoragem da estrutura consiste na fixação da mesma sobre a fundação, para garantir que esta não sofra deslocamentos ou seja simplesmente arrancada de sua posição devido a forças externas, principalmente a do vento. Para evitar o movimento da edificação devido à pressão do vento, a superestrutura deve ser firmemente ancorada na fundação. Esses movimentos podem ser de translação ou tombamento com rotação do edifício. A translação é uma ação onde o edifício desloca-se lateralmente devido à ação do vento. Tombamento é uma elevação da estrutura em que a rotação pode ser causada por assimetria na direção dos ventos que atingem a edificação (MIRANDA; ZAMBONI, 2016).

Figura 4 – Efeitos da ação no vento na estrutura: a) translação e b) tombamento.



Fonte: (CRASTO, 2015).

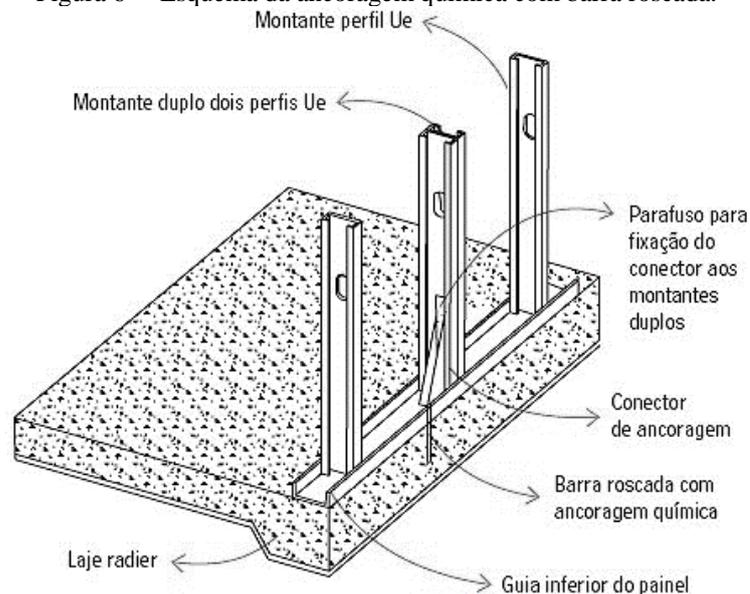
As mais utilizadas para estruturas de LSF são a ancoragem química com barra rosca e a ancoragem, com fita metálica. Para o primeiro tipo, é colada à fundação uma barra, em orifício executado após o concreto da fundação adquirir a resistência especificada. A colagem é feita geralmente com resina epoxídica, que permite uma ponte de aderência entre a barra e a fundação. A estrutura da edificação, então, é fixada à fundação com uma barra rosqueada através de uma peça de aço que se ajusta à guia do montante (um dos perfis verticais do esqueleto da estrutura) e aparafusada. Para o segundo tipo mais utilizado, é utilizada uma fita metálica chumbada à fundação, para desenvolver a ancoragem. Nesse caso, a fita metálica, que nada mais é que uma fita de aço galvanizada, com dobras para aumentar a capacidade aderente, é chumbada à fundação para a fixação em conjunto com o montante (CRASTO, 2015).

Figura 5 - Perfis de LSF ancorados sobre radier



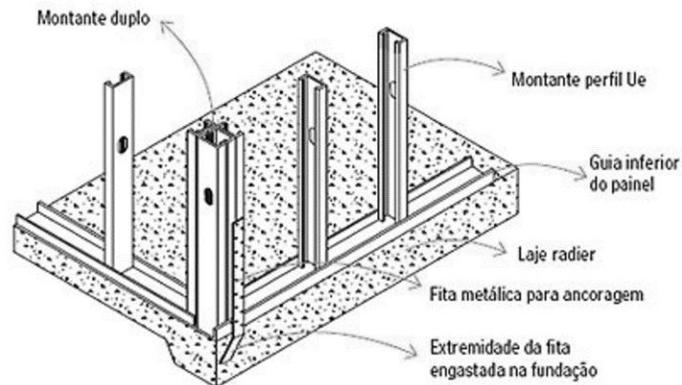
Fonte: (TÉCHNE, 2008).

Figura 6 – Esquema da ancoragem química com barra rosca.



Fonte: (TÉCHNE, 2008).

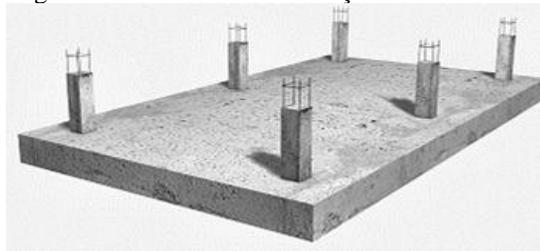
Figura 7 – Esquema da ancoragem com fita metálica.



Fonte: (TÉCHNE, 2008).

A ancoragem para estruturas de concreto armado é realizada através dos pilares, que são erguidos a partir de esperas que estão ligadas às ferragens da fundação, seja ela radier, sapatas ou qualquer outro tipo. As paredes de vedação são assentadas sobre o alicerce utilizando argamassa de assentamento, e posteriormente ancoradas aos pilares adjacentes por meio de ferragens ou telas metálicas.

Figura 8 – Pilares sobre fundação radier



Fonte: (RESTREPO, 2012).

### 3.2.3 Estrutura

#### 3.2.3.1 *Light steel frame*

A estrutura do sistema *light steel frame* é formada por painéis metálicos constituídos de perfis de aço. Os perfis típicos para *light steel frame* são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco, pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conforme a NBR 15253 de 2014. Os perfis que serão usados para este sistema construtivo já vêm de fábrica com vãos, sulcos ou orifícios para compatibilização com projetos elétricos ou hidrossanitários e encaixes durante a montagem dos painéis. Os painéis são, geralmente, executados anteriormente em fábricas, o que garante uma melhor produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho. Porém, o sistema oferece a possibilidade de execução destes painéis junto ao canteiro de obras, não sendo esta, no entanto, a condição ideal de trabalho (MARTINS, 2011).

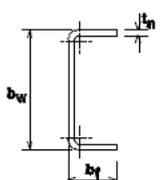
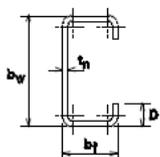
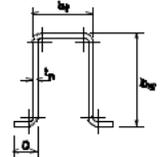
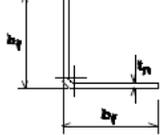
Figura 9 – Painéis de aço leve montados prontos para instalação.



Fonte: (CS HOUSE, 2013).

As especificações de padronização do material para os aços utilizados no sistema *light steel frame* se encontram nas normas da ABNT: NBR 10735 de 1989, NBR 7013 de 2003 e NBR 7008 de 2012. Os formatos da geometria da seção dos perfis estruturais de aço formados a frio são definidos pela ABNT NBR 6355 de 2012. O quadro 1 a seguir mostra os perfis mais utilizados para a estrutura em LSF:

Quadro 1 – Perfis típicos utilizados na estrutura de LSF

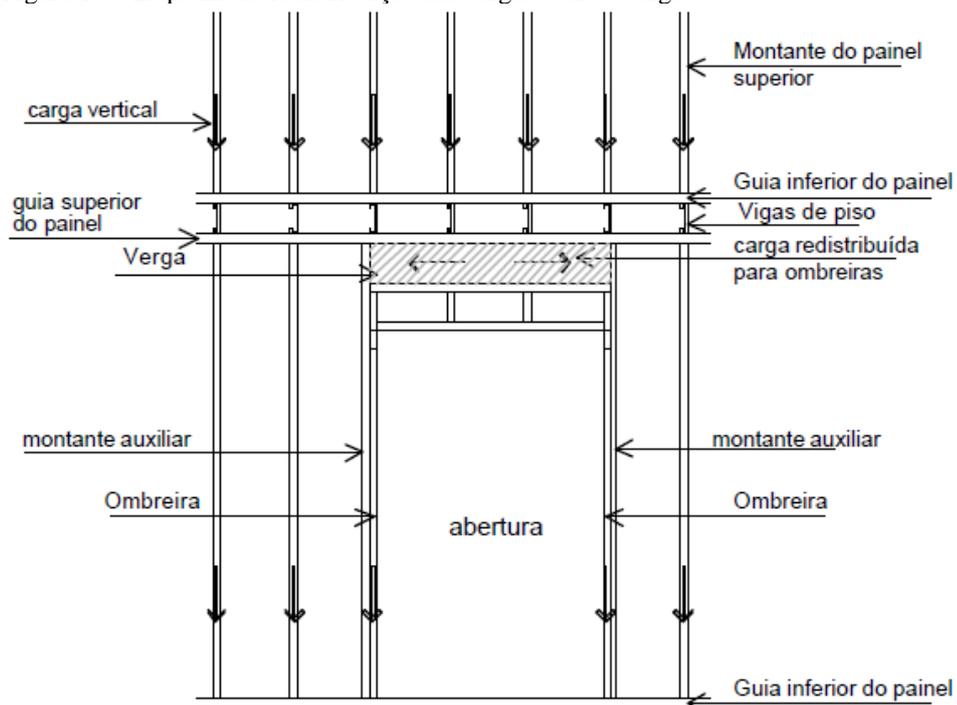
SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR6355:2003 <sup>1)</sup>	Utilização
	U simples $U\ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijeado $U_e\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijeador de alma Montante Verga Viga
	Cartola $C_r\ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: (ABNT NBR 6355:2012).

O conceito estrutural do sistema *light steel frame* é dividir as cargas em um maior número de elementos estruturais, sendo que cada um é projetado para receber uma pequena parcela de carga, o que possibilita a utilização de perfis conformados com chapas finas de aço. A modulação ou malha de distribuição destes perfis, usualmente, é de 400mm ou 600mm. Esta modulação permite o controle de utilização e a minimização do desperdício dos materiais complementares industrializados (CAMPOS e JARDIM, 2004).

Assim como na alvenaria convencional, em locais da estrutura com aberturas para portas ou janelas também são necessárias vergas e contra vergas. Estes elementos são importantes pois têm a função de redistribuir o carregamento dos montantes que foram interrompidos aos montantes que delimitam lateralmente o vão, estes montantes laterais são denominados ombreiras. A verga pode ter várias combinações, mas basicamente é composta de dois perfis U enrijecidos conectados por meio de uma peça aparafusada em cada extremidade, geralmente um perfil U, de altura igual a verga menos a aba da guia superior do painel, e por uma peça chamada guia da verga que é fixada as mesas inferiores dos dois perfis U enrijecidos. Além disso, a guia da verga é conectada as ombreiras, a fim de evitar a rotação da verga, e também permite a fixação dos montantes de composição, que não tem função estrutural e estão localizados entre a verga e a abertura, a fim de permitir a fixação das placas de fechamento (CRASTO, 2005).

Figura 10 – Esquema da redistribuição das cargas sobre a verga.



Fonte: (CRASTO, 2015).

Para a ligação dos elementos metálicos entre si e outros materiais, são recomendados os parafusos do tipo auto-brocantes ou auto-atarrachantes com qualificação estrutural conforme a NBR 14762 de 2010. Assim como o aço utilizado nos perfis, os parafusos devem ser resistentes à corrosão, portanto deverão ser usados parafusos do tipo zincados. Para a ligação da estrutura de aço com outros materiais, podem ser utilizados chumbadores mecânicos (atuação por fricção e/ou base de suporte), químicos (atuação por adesão) ou sistemas de fixação acionados a pólvora (finca-pinos), que devem garantir a fixação do sistema no material base (LIMA, 2013).

O quadro 2 a seguir mostra os tipos de parafusos utilizados em construções com LSF e suas aplicações:

Quadro 2 – Tipos de parafusos e aplicações.

Tipo de cabeça	Aplicação	Tipo de ponta	Aplicação
 Panela	Usado para prender o montante à guia, ligações entre chapas onde não há interferência com o acabamento e para fixação de portais e acessórios. Ligação metal-metal.	 Ponta agulha – autoatarraxante – <i>Sharp point</i>	Perfuram chapas de aço com espessura máxima de 0,80 mm. São recomendados para uso em perfis de aço não estruturais e acabamento do tipo <i>siding</i> vinílico.
 Sextavada HWH	Usado para ligações entre painéis, ligações de perfis em tesouras, enrijecedores de alma em vigas de piso e em peças de apoio das tesouras. O perfil de sua cabeça causa interferência com o acabamento, portanto deve ser evitado nestes locais. Ligação metal-metal.	 Ponta broca – autoperfurante - S12 <i>Traxx – Drill point</i>	Perfuram chapas com espessura mínima de 0,80 mm. São recomendados nas ligações de perfis estruturais e quando se necessita conectar várias camadas de materiais (gesso acartonado, placa cimentícia, OSB, fitas e placa de gousset).
 Trombeta	Utilizado para fixação de placas de gesso acartonado, placas cimentícias e placas de OSB. Sua cabeça permite a total penetração no substrato, ficando rente à superfície. Não interfere no acabamento. Ligação chapa-metal.	 Ponta broca com asas – <i>Drill point</i>	Perfuram chapas cimentícias e osb. As asas proporcionam uma perfuração de maior diâmetro na placa, não permitindo que filamentos do material obstruam a perfuração. Ao entrar em contato com o perfil metálico as asas se desprendem.
 Lentilha	Utilizado em ligações tipo metal/metal, ou seja, entre vigas, montantes, guias, tesouras e fitas de aço galvanizado. Sua cabeça larga e baixa permite fixar firmemente as chapas de aço sem que estas se rasguem. Também denominado cabeça flangeada.		
 Oval “Lath”	Utilizado em ligações tipo chapa-metal, onde se precisa maior área de contato. Causa interferência com o acabamento.		
 Chata Dentada	Utilizado quando se deseja um menor dano no substrato em ligações entre as placas e o acabamento. Ligação chapa-metal.		

Fonte: (CSSBI, 2005. PINI, 2006. WALSYVA, 2011)

Para edificações de até dois pavimentos, o dimensionamento da estrutura pode ser realizado através do Método Prescritivo que consta da publicação “*Prescriptive Method For Residential Cold-Formed Steel Framing*” desenvolvido nos Estados Unidos, e no Brasil através do documento “Tabelas de Dimensionamento Estrutural para Edificações com o Sistema Construtivo em *Steel Framing*” (CRASTO, 2005). Na prática, o método prescritivo dispensa

obras de pequeno porte com até dois níveis de um dimensionamento estrutural mais específico, permitindo que o projetista ganhe tempo e produtividade. Para edificações com mais de dois pavimentos o dimensionamento deve atender as especificações das normas brasileiras para perfis formados a frio, o que, no caso, representa a obrigatoriedade de um dimensionamento mais acurado através de programas de análise estrutural por exemplo.

### 3.2.3.2 Sistema convencional

Nas construções de concreto armado, sejam elas de pequeno ou de grande porte, três elementos estruturais são bastante comuns: as lajes, as vigas e os pilares. Por isso, esses são os elementos estruturais mais importantes. Outros elementos, que podem não ocorrer em todas as construções, são: blocos e sapatas de fundação, estacas, tubulões, consolos, vigas-parede, tirantes, etc.

As lajes são os elementos planos que se destinam a receber a maior parte das ações aplicadas numa construção, como de pessoas, móveis, pisos, paredes, e os mais variados tipos de carga que podem existir em função da finalidade arquitetônica do espaço físico que a laje faz parte (BASTOS, 2006). Em estruturas de concreto armado as lajes podem ser executadas de várias formas, sendo as mais comuns a laje pré-moldada e a laje maciça.

Figura 11 – Laje pré-moldada à espera do lançamento do concreto.



Fonte: (DIEGO COBERTURAS, 2016).

De acordo com a NBR 6118 de 2014, vigas são elementos lineares em que a flexão é preponderante. Portanto, os esforços predominantes são o momento fletor e a força cortante. Nos edifícios, em geral, as vigas servem de apoio para lajes e paredes, conduzindo suas cargas até os pilares (PINHEIRO, MUZARDO e SANTOS, 2003).

Pilares são elementos onde a força normal é preponderante. As funções dos pilares são as de conduzir as cargas verticais dos pavimentos para as fundações, donde decorre seu comportamento primário de barra comprimida, e de fornecer estabilidade ao edifício quanto aos esforços horizontais (vento e terremotos). Os pilares podem ser dimensionados para fornecer estabilidade às estruturas isoladamente (pilares de grande rigidez, como os das caixas de escada e elevadores) ou participando de pórticos de contraventamento (associação de pilares e vigas) (KAEFER, 2001).

Figura 12 – Vigas apoiadas sobre pilares em uma obra.



Fonte: (HABITÍSSIMO, 2014).

As armaduras são elementos fundamentais para construções em concreto armado, elas são trabalhadas em conjunto com o concreto e responsáveis por resistir às solicitações de tração, uma vez que a resistência do concreto a este esforço é relativamente baixa. As armaduras são posicionadas no interior da forma e posteriormente é lançado o concreto plástico, que envolve as barras de aço, obtendo-se, após o endurecimento, uma peça de concreto armado. Uma viga de concreto simples atingiria ao colapso devido à tração oriunda da flexão, pelo fato da resistência do concreto à tração ser muito inferior à de compressão, ficando desse modo, mal aproveitado o concreto da região comprimida (ALMEIDA, 2002).

Durante a fase construtiva em concreto armado as formas são imprescindíveis para a execução, elas são responsáveis por garantir as dimensões especificadas em projeto, além de proteger o concreto fresco e contribuir para a cura. O material mais usual para formas são pranchas de madeira, mas existem outros materiais alternativos como as formas metálicas.

Figura 13 – Armaduras e formas.



Fonte: (Blog Edifício Pinheiro, 2010).

### 3.2.4 Impermeabilização

A impermeabilização na construção civil tem como objetivo impedir a passagem de águas, fluidos e vapores, podendo contê-los ou escoá-los para fora do local que necessitamos proteger.

Os efeitos da ausência ou má execução de impermeabilização nas obras em *Light Steel Framing* são bastante danosos, uma vez que os materiais constituintes do sistema são mais afetados pela umidade. A construção é mais leve e, conseqüentemente, mais deformável, exigindo materiais de impermeabilização flexíveis e de elevado desempenho quanto à impermeabilidade, capacidade de alongação, durabilidade e resistência ao envelhecimento. A impermeabilização é realizada conforme o andamento da obra, ou seja, no início impermeabilizam-se as fundações e pisos, e no fim, as coberturas. Já a impermeabilização das paredes e a aplicação de selantes deve acompanhar a fase de fechamento da estrutura. (IBDA, 2016).

De acordo com Silveira (2014), os materiais impermeabilizantes mais utilizados em construções com o sistema *light steel frame* são:

- Mantas pré-fabricadas - Asfálticas, de PVC (policloreto de vinila), de butil ou EPDM (etileno propileno dieno) e de EVA (acetato de vinil etileno);
- Materiais para aplicação em pinturas - Poliuretano, asfalto com poliuretano, acrílicos, silicones e asfaltos elastoméricos;
- Selantes - Selantes de poliuretano e acrílicos;

Nas paredes externas, é bastante utilizado um produto chamado membrana hidrófuga, que de acordo com a AEC (2017), é uma membrana super-resistente desenvolvida exclusivamente para ser utilizada em paredes externas de construções no Sistema Framing, atuando como uma barreira contra o calor, vapor d'água, vento e poeira. Permite a saída do vapor d'água do interior das paredes evitando o acúmulo de umidade e a proliferação de fungos.

É fabricada com fibras de polipropileno, unidas através de um processo de centrifugação, o que lhe garante uma excelente resistência.

Figura 14 – Construção em LSF “envelopada” por membrana hidrófuga.



Fonte: (SULMODULOS, 2017).

A impermeabilização em obras de alvenaria também é muito importante. É muito comum encontrar construções com problemas de infiltração, mofo entre outros. No que diz respeito aos materiais utilizados para o sistema de impermeabilização de obras em construções convencionais, pode-se dizer que utilizam os mesmos de construções em *light steel frame*, com exceção daqueles que foram desenvolvidos exclusivamente para aquele tipo de construção industrializada, como a membrana hidrófuga. As etapas de impermeabilização também não diferem muito, devem ser impermeabilizadas as fundações para evitar a percolação da água advinda do solo, além das paredes e lajes, com os devidos produtos.

Figura 15 – Problema causado por infiltração.



Fonte: (CASA DO CONSTRUTOR, 2015).

### 3.2.5 Isolamento térmico e acústico

Um bom isolamento térmico em uma construção garante a conservação da energia interna: em dias quentes proporciona um ambiente fresco e confortável, e em dias frios impede

a perda excessiva de calor para o ambiente, diminuindo gastos com meios de controle da temperatura interna, como aparelhos de ar condicionado, ventiladores ou também aquecedores. O isolamento térmico é um dos métodos existentes para redução do consumo de energia e emissões de um edifício. Das principais opções alternativas para a melhoria da eficiência energética na construção, o isolamento é uma das mais eficientes, tendo valores mais baixos de investimento face aos demais (MENDES, 2012).

O isolamento acústico tem por finalidade principal garantir a privacidade dos usuários de uma edificação, reduzindo o volume de sons que se propagam de um ambiente para outro, como conversas por exemplo. O edifício habitacional deve proporcionar conforto e privacidade acústica aos seus ocupantes, assegurando a não inteligibilidade da comunicação verbal entre ambientes adjacentes, através tanto do isolamento sonoro adequado entre ambientes do próprio edifício, como do isolamento sonoro adequado das vedações externas com relação aos ruídos aéreos provenientes de fontes externas à habitação (MICHALSKI, 2011).

O isolamento termoacústico no sistema LSF é garantido pelas camadas de diferentes materiais que compõem as paredes, em especial a camada intermediária, na qual é utilizado um material com essa finalidade, esse material pode ser a lã de rocha, lã de vidro, ou a lã de PET. São materiais com propriedades termoacústicas, indispensáveis na construção de habitações ou qualquer outro tipo de construção em *light steel frame*. A lã de rocha consiste em fibras naturais de rocha vulcânica, apresentado em forma de placa ou manta, totalmente imune à ação do fogo. A lã de vidro é produzida em rolos ("mantas"), feltros, tubos ou em placas, com diferentes propriedades térmicas, acústica e mecânicas. Possui aplicação nos segmentos de construção civil, indústria, automotivo e outros, devido ao seu elevado desempenho térmico e sua propriedade de incombustibilidade. A lã de PET é o material mais ecológico dos três, pois oferece resultados similares quanto ao isolamento termoacústico, e é produzida a partir de material reciclado.

Figura 16 – Parede com lã de PET



Fonte: (Espaço Smart, 2017).

O isolamento térmico básico para o sistema convencional é garantido pelos próprios blocos que compõem as paredes. Os blocos cerâmicos possuem baixa condutância térmica, ou seja, não permitem a troca de calor excessiva entre o ambiente interno e externo, portanto para construções em regiões onde não há a ocorrência de temperaturas extremas o isolamento térmico com produtos especiais é dispensado. Quanto ao isolamento acústico, as paredes em blocos cerâmicos também apresentam os resultados satisfatórios mínimos. Em alguns casos especiais, como em estúdios, são utilizados produtos específicos para barrar completamente a entrada de ruídos exteriores. Quanto maior a espessura do bloco utilizado maior a eficiência no isolamento termoacústico (RIZZATTI, 2015).

### 3.2.6 Instalações hidrossanitárias e elétricas

As instalações hidrossanitárias e elétricas seguem a mesma lógica para os sistemas *light steel frame* e para o sistema convencional, em ambos os casos as tubulações e fiações são embutidas nas paredes e lajes (ou forros). A diferença está na praticidade maior em se executar essas instalações no sistema *light steel frame*, uma vez que não é necessário rasgar as paredes para a instalação das mesmas, ao contrário do sistema convencional.

No *light steel frame* a passagem dos conduítes e tubos acontecem sem quebraadeiras e interferências com as demais instalações. Para evitar transtornos, o ideal é iniciar as instalações após a finalização completa da estrutura das paredes e lajes e, se possível, quando os revestimentos externos e a cobertura já estiverem instalados. Com isso, evita-se que as intempéries danifiquem os materiais e aumentem o risco de acidentes. Já na instalação hidráulica, pode-se utilizar tubos de PVC, PEX (polietileno reticulado), PPR (polipropileno copolímetro random), PPR (policloreto de vinila clorotado) e o cobre. No último caso, no entanto, o uso de espaçadores plásticos é obrigatório para isolar essas tubulações do perfil metálico, evitando corrosões. As medidas ou alturas devem ser sempre extraídas do projeto e jamais serem pensadas ou decididas em obra (DALTRO, PAGIOLLI e SINGULANE, 2010).

Figura 17 – Instalações hidrossanitárias e elétricas em *light steel frame*.

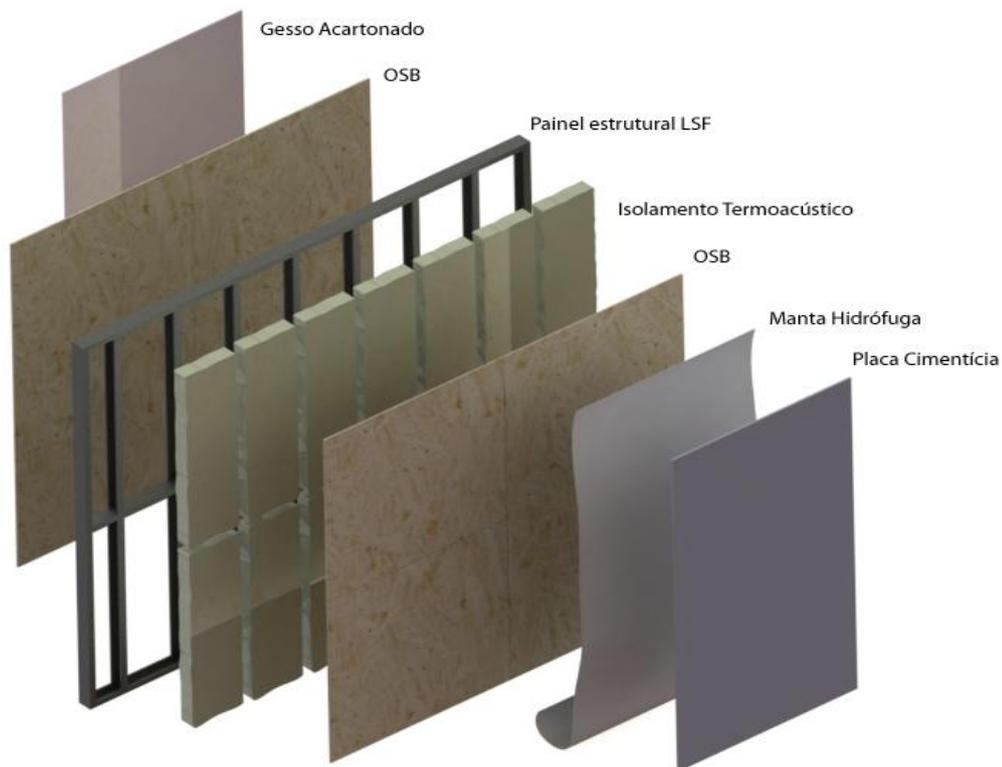


Fonte: (Angullar, 2016).

### 3.2.7 Fechamentos

Externamente, os painéis de LSF podem ser fechados com placas cimentícias ou OSB. Independentemente do acabamento final, as placas de OSB devem ser protegidas externamente da umidade e da água, com uma manta ou membrana não tecido, formando uma barreira impermeável à água. Essas membranas, apesar da não obrigatoriedade, podem ser utilizadas em sistemas que usem placas cimentícias. Além dos materiais usados externamente, nas áreas internas também usualmente são usadas placas de gesso acartonado (ABDI, 2015). *Oriented Strand Board* (OSB) é um painel reconstituído de flocos de madeira, parcialmente orientados, com a incorporação de adesivo à prova d'água e consolidados por meio de prensagem a quente. As dimensões dos flocos podem variar de 25 mm de largura por 80 a 150 mm de comprimento, podendo estar dispostos na camada interna, perpendicularmente, às camadas externas, ou de forma aleatória. As chapas de OSB são produtos utilizados para aplicações estruturais, como suportes de piso e forro, componentes de vigas, estrutura de móveis, embalagens etc., competindo com o compensado (BASTOS, 2009).

Figura 18 – Composição do fechamento no sistema *light steel frame*.

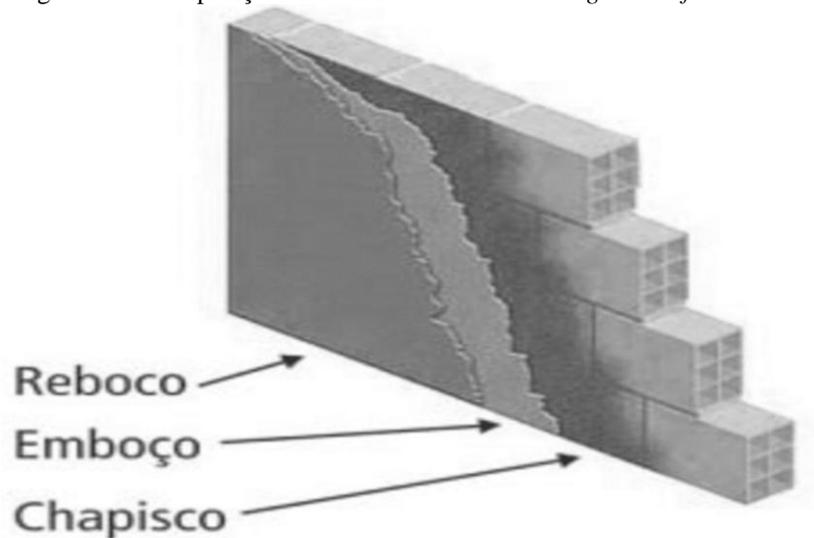


Fonte: (Blog do Sistema *Light Steel Frame*, 2016).

No sistema convencional o fechamento é realizado através dos blocos de vedação, juntamente com as camadas de chapisco, emboço e reboco, que dão o acabamento final.

Existem blocos de dimensões variadas a depender da necessidade do projeto. O chapisco é aplicado com pequena espessura, da ordem de 5 ou 6mm, e serve de base para a aplicação do emboço com a função de garantir a aderência. O emboço, ou massa de regularização, tem espessura que depende da qualidade dos componentes e da execução da obra bruta (estrutura + alvenaria), resultando, geralmente, entre 2 e 4 cm. Por fim, o reboco, ou a camada de acabamento, apresenta espessura em torno de 5 ou 6mm (THOMAZ, 2015).

Figura 19 – Composição do fechamento no sistema *light steel frame*.



Fonte: (Blog Conexão Engenharia, 2016).

### 3.2.8 Cobertura

O conceito estrutural do sistema *light steel frame*, dividindo as cargas entre os perfis, também é utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas. Seus elementos trabalham biapoiados e deverão, sempre que possível, transferir as cargas continuamente, ou seja, sem elementos de transição, até as fundações. Para o sistema, existem dois tipos distintos de laje, denominados de laje “seca” ou “úmida”. As lajes “secas” podem ser compostas por painéis de madeira (OSB ou outros) ou placas cimentícias, apoiadas sobre perfis metálicos estruturais (vigas de entepiso). Já as “úmida”, são compostas por formas de aço (telhas galvanizadas) preenchidas com concreto e tela eletrossoldada (ABDI, 2015). De uma forma geral os conceitos estruturais da cobertura em *light steel frame* não diferem do sistema convencional. Os elementos estruturais são os mesmos (tesouras, terças, caibros, ripas), sendo usados nesse caso, ao invés de madeira, perfis metálicos de aço leve galvanizado. Podem ser utilizadas telhas cerâmicas coloniais, telhas metálicas, telhas de fibrocimento, ou o *shingle*, que é o tipo de telha mais usado na América do Norte e Europa.

Figura 20 – Telhado em *light steel frame* com telhas coloniais.



Fonte: (Blog O Azulejista, 2016).

### 3.2.3 Revestimentos

O *light steel frame* permite o uso de diversos tipos de revestimentos para as paredes, como pintura (externa e interna), textura externa, placas cerâmicas, *siding* vinílico ou cimentício externamente, argamassa flexível, tijolo aparente externamente, observando-se as recomendações sugeridas pelos fabricantes. Para aplicação de argamassa sobre placas cimentícias, sua resistência à compressão é maior do que 3 MPa; no caso de aplicação sobre tela de aço zincado, expandida e nervurada, aderida à barreira de vapor sobre a chapa cimentícia ou chapa tipo OSB, a argamassa deve ser adequadamente dosada com os materiais locais disponíveis (SILVA, 2009).

Figura 21 – Casa em *light steel frame* com pintura finalizada.



Fonte: (Blog Arquetetando com Fabi, 2017).

## 3.3 Orçamento

De acordo com Cruz (2018), de uma forma geral, o orçamento é instrumento de planejamento de qualquer entidade, seja pública ou privada, e representa o fluxo previsto dos ingressos e das aplicações de recursos em determinado período.

Na visão tradicional, um orçamento é uma previsão (ou estimativa) do custo ou do preço de uma obra. O custo total da obra é o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução. O preço é igual ao custo acrescido da margem de lucro, ou seja,  $C + L = P$ . Em diversos segmentos da construção civil, há um número de elevado concorrentes (por exemplo, na produção de habitação vertical ou na área de manutenção industrial) e se diz que o preço é dado pelo mercado, ou seja, o cliente ou comprador pesquisa preços previamente e negocia a contratação com base nesta informação. Neste caso, a empresa precisa gerenciar seus custos para manter a possibilidade de lucro. Assim,  $P - C = L$ . De qualquer forma, o orçamento deve ser executado antes do início da obra, possibilitando o estudo ou planejamento prévios, e também é útil para o controle da obra (GONZÁLES, 2008).

Segundo Valentini (2009), o orçamento pode ser calculado basicamente de três formas distintas: Tabelado, Sintético e Analítico. Cada tipo de orçamento possui suas peculiaridades, que estão diretamente ligadas ao nível de informações que se possui do empreendimento, qual a finalidade do orçamento e do grau de assertividade que se necessita. O orçamento tabelado é aquele que utiliza como base para cálculo a multiplicação da metragem quadrada da área pelo Custo Unitário Básico da Construção Civil (CUB/m<sup>2</sup>); O Orçamento Sintético é calculado pelo método dos Índices de Construção. Para a utilização do mesmo é imprescindível a presença de um projeto básico de onde serão calculadas todas as atividades macros mensuráveis; O orçamento analítico consiste no detalhamento de todas as suas etapas resultando na confiabilidade do preço apresentado, é o tipo de orçamento onde toda a metodologia é aplicada considerando todos os recursos e variáveis. Pode-se resumir as características básicas de cada tipo de orçamento conforme o quadro abaixo:

Quadro 3 – características básicas dos tipos de orçamento.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS		
	Informações	Metodologia	Finalidade
<b>Tabelado</b>	Área Construída (m <sup>2</sup> )	* CUB - Sinduscon	Ordem de Grandeza
<b>Sintético</b>	Projeto Básico	Índices de construção	Estimativa
<b>Analítico</b>	Projetos Executivos	Apuração completa	Preço Real

Fonte: (Valentini, 2009).

Em relação ao orçamento realizado através de método analítico, cabe uma observação ao afirmar que este tem por finalidade o preço real, pois na verdade ainda se trata de uma estimativa. Ainda que o método analítico seja o mais preciso, é impossível determinar com absoluta exatidão o preço total de qualquer obra.

Um trabalho bem executado, com critérios técnicos bem estabelecidos, utilização de informações confiáveis e bom julgamento do orçamentista, pode gerar orçamentos precisos, embora não exatos, porque o verdadeiro custo de um empreendimento é virtualmente impossível de se fixar de antemão. (MATTOS, 2006, p. 22).

### 3.3.1 Tabela de Composição de Preços para Orçamento (TCPO)

De acordo com a PINI (2015), a Tabela de Composições e Preços para Orçamentos é a principal referência de engenharia de custos do Brasil. Foi lançada há mais de 60 anos, em 1955, quando reunia 100 serviços de construção, anteriormente publicados na revista "A Construção" em São Paulo. Hoje a Base TCPO conta com mais de 8.500 composições de Serviços, Preços de Referência calculados pelo departamento de engenharia da PINI e composições de empresas da indústria de materiais e serviços de construção civil. Esta informação é destinada a engenheiros civis, arquitetos, construtores, orçamentistas, consultores, instaladores, projetistas, empreiteiros e mestres de obra.

A TCPO consiste em uma grande espécie de banco de dados, que relaciona todos os principais serviços que possam ser executados em um empreendimento, organizando-os por etapas de execução de uma obra, como serviços preliminares, infraestrutura, superestrutura, alvenarias, etc. Cada serviço possui sua CPU. CPU é a sigla para composição do preço unitário, são tabelas divididas em recursos, onde estão os dados necessários para a composição do preço de um serviço em função de uma unidade de medida, que varia de acordo os inúmeros tipos de serviços que constam na TCPO. É importante ressaltar que os preços que constam nas CPUs são atualizados anualmente a cada versão da TCPO, além disso os preços variam também em função da região do país em que se pretende executar o empreendimento.

### 3.3.2 SINAPI

O Sistema Nacional de Índices da Construção Civil (SINAPI) é um banco de dados com preços de serviços e insumos utilizados na indústria da construção, mantido pela Caixa Econômica Federal. Através do decreto 7983/2013, que regula como devem ser feitos os orçamentos de referência de obras da União, foi determinado o uso dos preços do SINAPI como base para o cálculo do custo global de referência das obras públicas de engenharia. Apesar do SINAPI ter sido criado como um banco de dados para elaboração de orçamentos de referência de obras públicas, ele também é uma excelente ferramenta para criação de orçamentos de obras de engenharia civil para clientes privados. Sabendo-se que os dados são coletados e agrupados

por estado, na página do SINAPI é possível encontrar as planilhas de acordo com cada região. Dentre as vantagens de se utilizar essas planilhas, pode-se destacar que a atualização dos valores de acordo com a variação de preços por estado e o grande número de insumos e composições especificados pelo sistema, faz do SINAPI um excelente instrumento de apoio ao processo de precificação (RIBEIRO, 2018).

### 3.3.3 Custo Unitário Básico (CUB)

De acordo com o SINDUSCON (2002), o CUB é o principal indicador do setor da construção. O Custo Unitário Básico é calculado mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil de todo o país. Determina o custo global da obra para fins de cumprimento do estabelecido na lei de incorporação de edificações habitacionais em condomínio, assegurando aos compradores em potencial um parâmetro comparativo à realidade dos custos. Atualmente, a variação percentual mensal do CUB tem servido como mecanismo de reajuste de preços em contratos de compra de apartamentos em construção e até mesmo como índice setorial.

O custo unitário básico é dado em função do tipo de empreendimento (residencial, comercial ou industrial), e também em função do padrão socioeconômico nos casos de empreendimento comercial ou residencial, em que é considerado se trata-se de um padrão baixo, alto ou normal (mediano). Os preços se referem à estimativa de custo para se construir 1 metro quadrado do empreendimento em questão, bastando então multiplicar o CUB pela área total que se pretende construir, para então se obter uma ordem de grandeza do preço final da obra.

A tabela a seguir mostra os custos unitários básicos para obras residenciais de baixo padrão, para o mês de setembro de 2018, extraído do SINDUSCON-MG:

Tabela 1 – CUB residencial de baixo padrão.

<b>PADRÃO BAIXO</b>	
R-1	1.400,73
PP-4	1.274,13
R-8	1.208,30
PIS	930,61

Fonte: (Adaptação SINDUSCON-MG, 2018).

Os códigos na coluna da esquerda se referem às siglas utilizadas para referenciar os variados tipos de projetos padrão, que são caracterizados conforme a ABNT NBR 12721 de 2006.

### 3.3.4 Encargos sociais e BDI (benefício e despesas indiretas)

De acordo com Dias (2009), o BDI representa o rateio dos custos não inclusos nas composições de custos unitários diretos ou corresponde ao rateio dos custos indiretos e do lucro aplicado ao custo direto de um empreendimento.

A legislação brasileira, principalmente após a reforma da Constituição de 1977, adicionou vários benefícios aos trabalhadores que antes ficavam a critério dos empregadores. Todos os gastos que as empresas consideravam de caráter voluntário eram lançados como despesas indiretas e compunham a composição da Taxa do BDI (Benefício e Despesas Indiretas). A partir da lei 7.418/87 e decreto 95.247, que tornaram obrigatórias a gratuidade do transporte entre a residência ao local de trabalho de qualquer trabalhador, vários outros benefícios foram incorporados. Um deles é o fornecimento de alimentação aos trabalhadores e, depois, o lanche da manhã de acordo com os Acordos Coletivos de Trabalho entre os sindicatos patronais e dos trabalhadores de cada região. A obrigatoriedade de fornecimento do EPI (Equipamento de Proteção Individual) previsto no art. 166 da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), só foi regulamentada com a edição da Norma Regulamentadora NR-6 relativa a esses equipamentos (PINI, 2010).

### 3.4 Déficit habitacional

O termo déficit habitacional é utilizado para se referir a um determinado número de famílias que vivem em condições de moradia precárias em uma região, seja um bairro, uma cidade, estado ou um país, ou que não possuem qualquer moradia.

Para o cálculo do déficit habitacional são considerados quatro componentes principais: domicílios precários, coabitação familiar, ônus excessivo com aluguel urbano e adensamento excessivo de domicílios alugados. São consideradas moradias inadequadas aquelas construídas com materiais não duráveis ou improvisados, que estão em risco, que possuam um número excessivo de pessoas vivendo em um pequeno espaço, como no caso da coabitação, ou aquelas que não foram construídas com o objetivo de serem habitadas (OLIVEIRA, 2018).

No ano de 2015 o Brasil possuía um déficit de 7,757 milhões de moradias, a maior parte do déficit é provocada por famílias com um grande comprometimento da renda com o pagamento de aluguel (42,09%) e por famílias dividindo o mesmo teto (41,45%). As chamadas habitações precárias representam 12,09% das moradias e o restante (4,37%) pertence ao

chamado adensamento excessivo, ou muita gente morando no mesmo lugar (VILLAS BOAS e CONCEIÇÃO, 2018).

A tabela a seguir, adaptada do banco de dados da CBIC (2015), mostra a composição do déficit habitacional da região sudeste comparada ao total nacional:

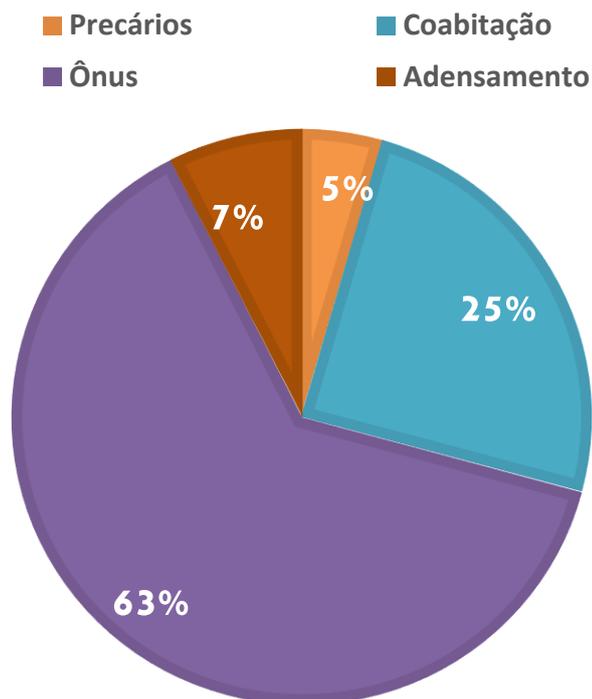
Tabela 2 – Componentes do déficit habitacional.

Especificação	Déficit habitacional				
	Total absoluto	Componentes			
		Precários	Coabitação	Ônus	Adensamento
<b>Região Sudeste</b>	<b>2.430.336</b>	<b>109.292</b>	<b>599.895</b>	<b>1.540.013</b>	<b>181.136</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>552.046</b>	<b>16.925</b>	<b>189.132</b>	<b>331.436</b>	<b>14.553</b>
<i>RM Belo Horizonte</i>	<i>153.069</i>	<i>4.537</i>	<i>56.502</i>	<i>88.317</i>	<i>3.713</i>
<b>Espírito Santo</b>	<b>103.631</b>	<b>6.595</b>	<b>20.270</b>	<b>70.168</b>	<b>6.598</b>
<b>Rio de Janeiro</b>	<b>468.292</b>	<b>12.820</b>	<b>96.937</b>	<b>326.049</b>	<b>32.486</b>
<i>RM Rio de Janeiro</i>	<i>351.443</i>	<i>9.531</i>	<i>82.705</i>	<i>229.352</i>	<i>29.855</i>
<b>São Paulo</b>	<b>1.306.367</b>	<b>72.952</b>	<b>293.556</b>	<b>812.360</b>	<b>127.499</b>
<i>RM São Paulo</i>	<i>623.653</i>	<i>24.734</i>	<i>135.485</i>	<i>379.559</i>	<i>83.875</i>
<b>BRASIL</b>	<b>6.186.503</b>	<b>924.812</b>	<b>1.767.816</b>	<b>3.189.059</b>	<b>314.816</b>

Fonte: (Adaptação CBIC, 2015).

Como pode-se notar no gráfico abaixo, o ônus excessivo com aluguéis representa em toda a região sudeste o principal fator contribuinte para o déficit habitacional total. São famílias que comprometem boa parte da renda em gastos com moradia.

Gráfico 1 – Percentual dos componentes do déficit habitacional na região sudeste.



Fonte: (Adaptação CBIC, 2015).

### 3.5 Habitação popular ou de interesse social

De acordo com o Diário Oficial do estado de São Paulo (2015), habitação popular ou habitação de interesse social é um tipo de habitação destinada à população cujo nível de renda dificulta ou impede o acesso à moradia através dos mecanismos normais do mercado imobiliário. Empreendimentos habitacionais de interesse social são geralmente de iniciativa pública e têm como objetivo reduzir o déficit da oferta de imóveis residenciais de baixo custo, dotados de infraestrutura (redes de abastecimento de água, esgotamento sanitário e energia elétrica) e acessibilidade. Alguns empreendimentos também visam a realocação de moradias irregulares ou construídas em áreas de risco.

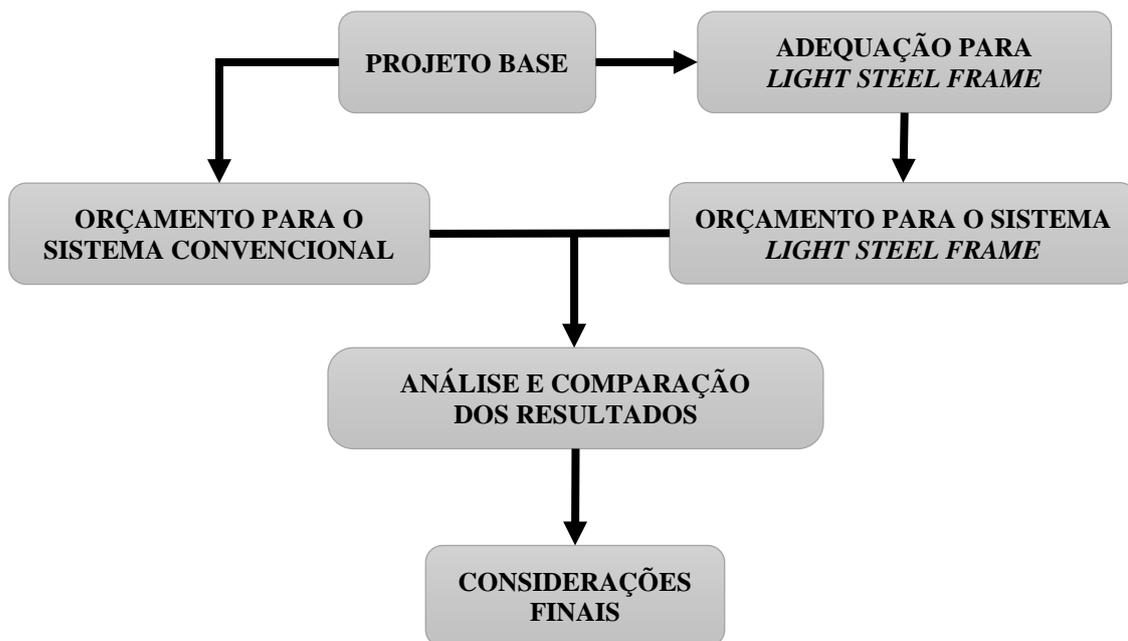
O processo de urbanização no contexto histórico e socioeconômico do país foi responsável pelo agravamento do problema habitacional (TAVARES, CATERINGHER e SILVA, 2016). A preocupação verdadeira com moradia para todos os cidadãos é um fator recente, que só foi ganhar força, de fato, a partir da constituição de 1988, que entre outras coisas, definia que moradia digna era direito de todo cidadão brasileiro, conforme diz o artigo 6º:

Art. 6º: “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição.”

## 4 METODOLOGIA

O trabalho consiste em uma análise de custos em que serão comparados os orçamentos de um modelo de residência popular térrea mediante a utilização de dois sistemas construtivos distintos: o sistema construtivo convencional, com a utilização de estrutura de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, e o sistema construtivo industrializado denominado *light steel frame*. Foi realizada pesquisa bibliográfica acerca dos assuntos inerentes ao trabalho, e foi desenvolvido o projeto da construção com o sistema convencional, além da elaboração do orçamento para este sistema, e posteriormente, foi feito o mesmo para o sistema *light steel frame*, bem como o segundo orçamento. Tendo-se os dois orçamentos, foram realizadas as análises comparativas de preços entre as etapas da obra de cada sistema, além das considerações finais. O fluxograma a seguir resume as etapas de elaboração do trabalho:

Figura 22 – Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.



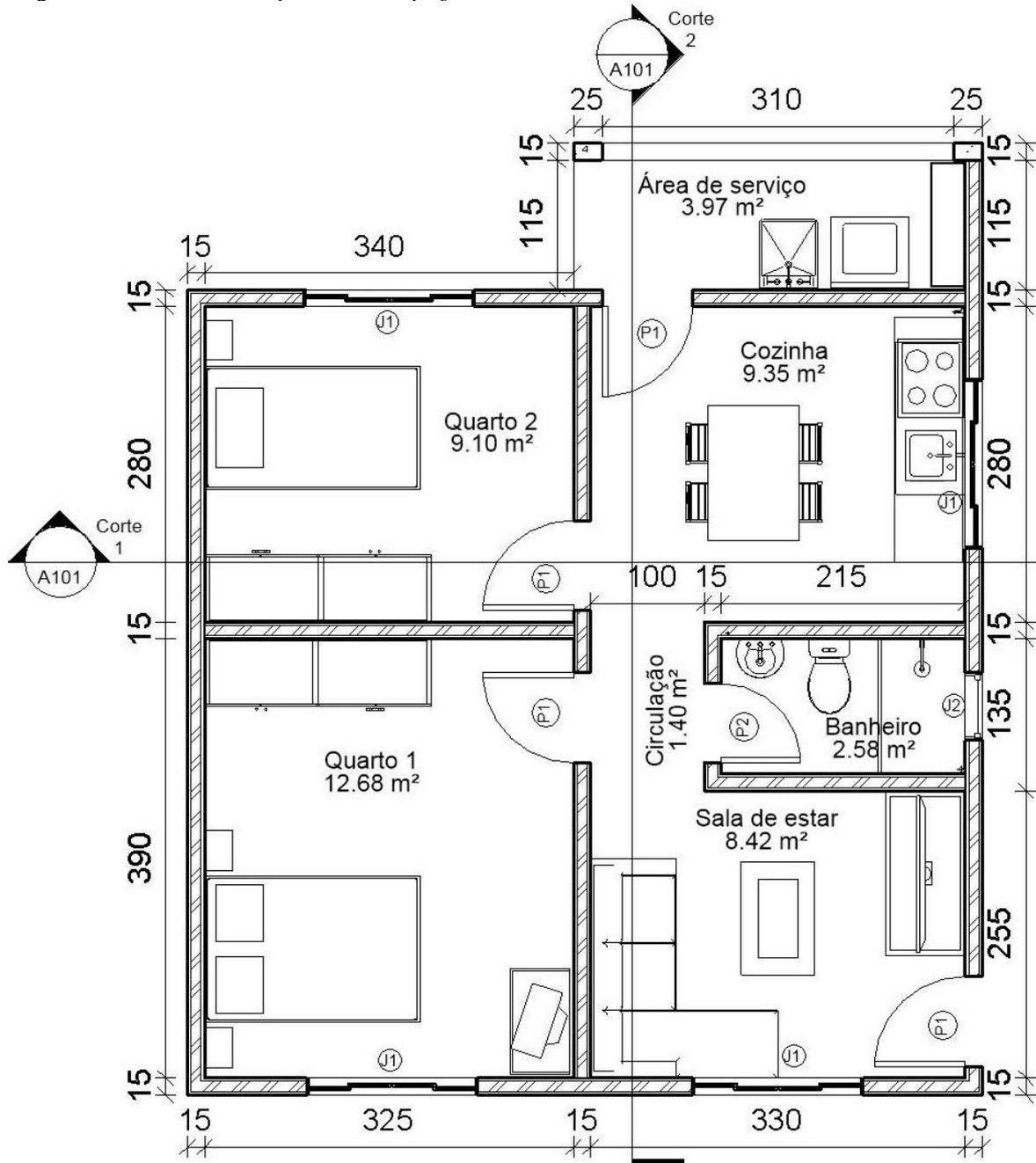
Fonte: (Autor, 2018).

### 4.1 Projeto base para o estudo

Para a elaboração da análise de custos foi desenvolvido o projeto de um modelo de casa popular térrea, dotada da infraestrutura básica necessária para uma habitação. A casa possui uma sala de estar, uma cozinha com espaço para copa e mesa de jantar, dois quartos, um banheiro e uma área de serviço nos fundos, como pode ser observado na planta baixa. A casa

ocupa uma área total de 54,73m<sup>2</sup>, sendo 47,5m<sup>2</sup> de área útil. A figura 23 mostra a planta baixa arquitetônica (sem escala) da casa em questão, com cotas em centímetros.

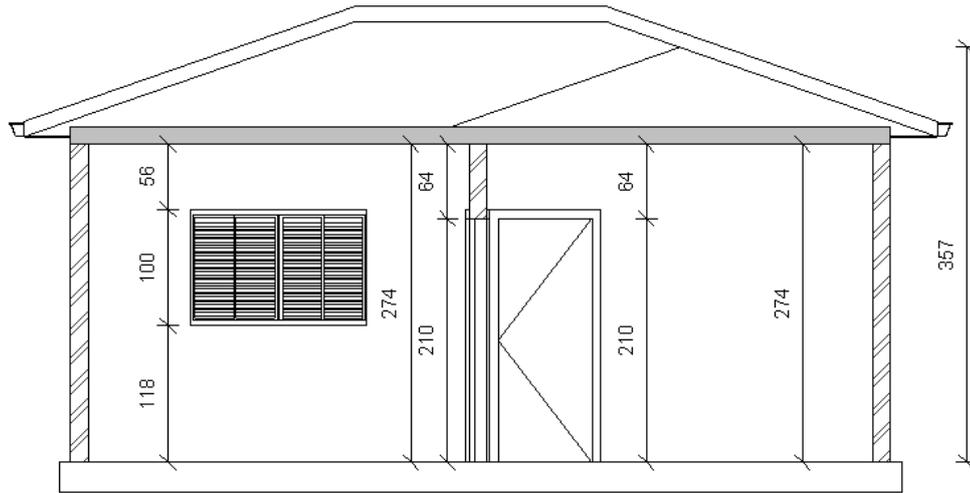
Figura 23 – Planta baixa arquitetônica do projeto base.



Fonte: (Autor, 2018).

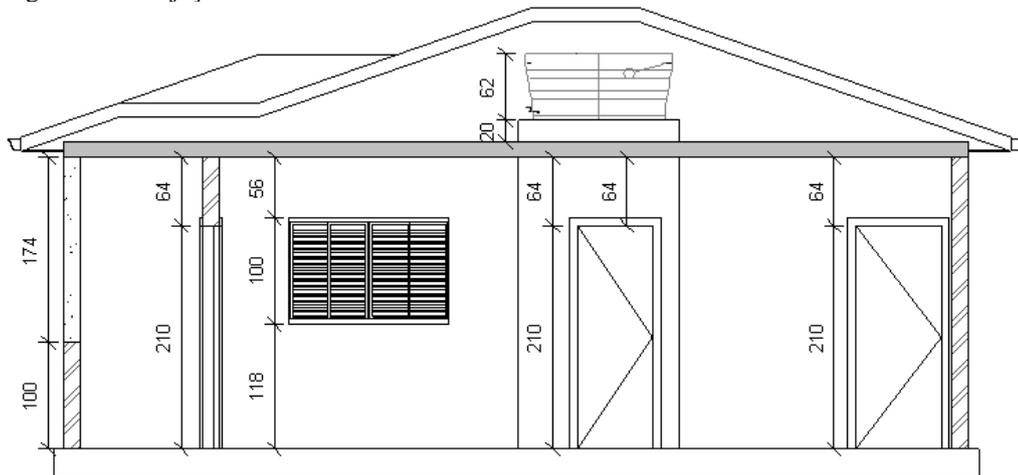
As figuras 24 e 25 mostram respectivamente as projeções dos cortes A e B apresentados na planta baixa, e a figura 26 mostra uma vista tridimensional para se obter uma visualização geral do formato da casa.

Figura 24 – Projeção do corte A.



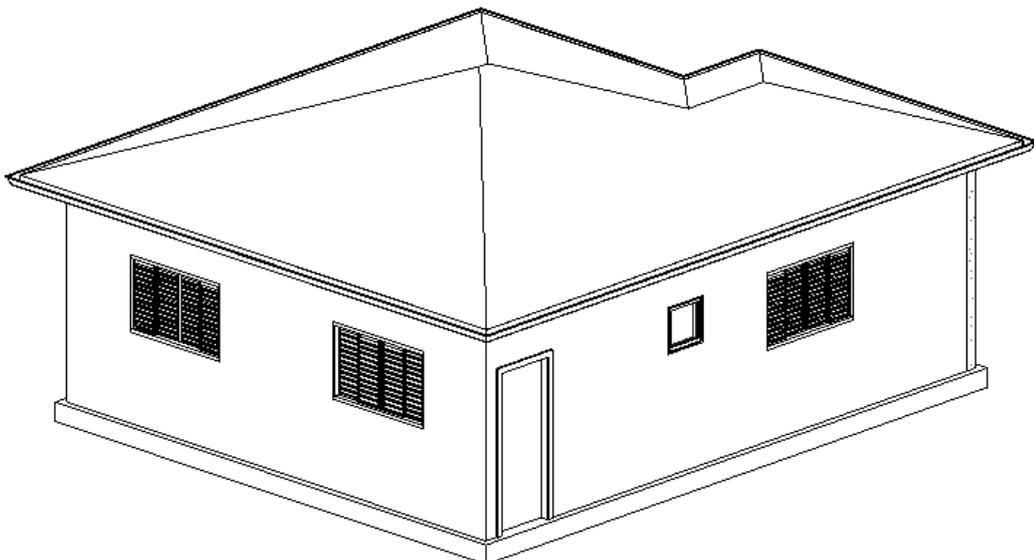
Fonte: (Autor, 2018).

Figura 25 – Projeção do corte B.



Fonte: (Autor, 2018).

Figura 26 – Vista em perspectiva.



Fonte: (Autor, 2018).

## 4.2 Procedimentos da elaboração do orçamento

O orçamento da obra implementando o sistema construtivo convencional será desenvolvido utilizando-se do método analítico, dessa forma é possível uma aproximação maior do custo real da obra. É importante ressaltar que o orçamento não contempla os custos indiretos ou BDI. Algumas informações genéricas que compõem os custos indiretos não são facilmente definidas ou mensuradas devido às suas especificidades. Foi realizado o levantamento dos quantitativos de cada parte do projeto, a partir dos quais foram levantados os custos diretos da construção. Os custos unitários, índices de produtividade e consumo de recursos para cada serviço a ser executado, foram obtidos através do catálogo de composições analíticas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), referente ao mês de setembro do ano de 2018. De acordo com a Caixa Econômica Federal, os preços de insumos de mão de obra do SINAPI são acrescidos dos custos com Encargos Sociais incidentes sobre a folha de pagamentos de salários em decorrência do que estabelece a CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), a Constituição Federal de 1988, e as leis específicas e as convenções coletivas de trabalho.

Devido à ausência de tabelas de composições de preços voltadas para construções que utilizam o sistema *light steel frame*, foi necessário realizar um levantamento de materiais em geral que são utilizados na estrutura da casa, desde perfis e placas de fechamento até parafusos de fixação. Esses materiais foram cotados e obteve-se o custo total destes por meio de pesquisa de preços em lojas de materiais de construção que ofertam os produtos necessários. O custo de mão de obra foi obtido separadamente por meio de pesquisa onde foi obtida uma média de preço entre profissionais montadores, que cobram por metro quadrado de área construída. Esses profissionais realizam o trabalho de execução de parte da obra denominada por estes de obra-branca. A obra-branca engloba a montagem e assentamento dos painéis, instalação dos elementos de fechamento, vedação e isolamento, aplicação dos tratamentos de junta e revestimento fino, montagem da estrutura do telhado e instalação das telhas. A execução da fundação, pintura final, assentamento de pisos e azulejos, instalação dos sistemas elétricos e hidrossanitários e assentamento de esquadrias e forros não está inclusa no serviço de execução da obra-branca. Esses itens são contabilizados utilizando-se o catálogo de composições analíticas do SINAPI.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

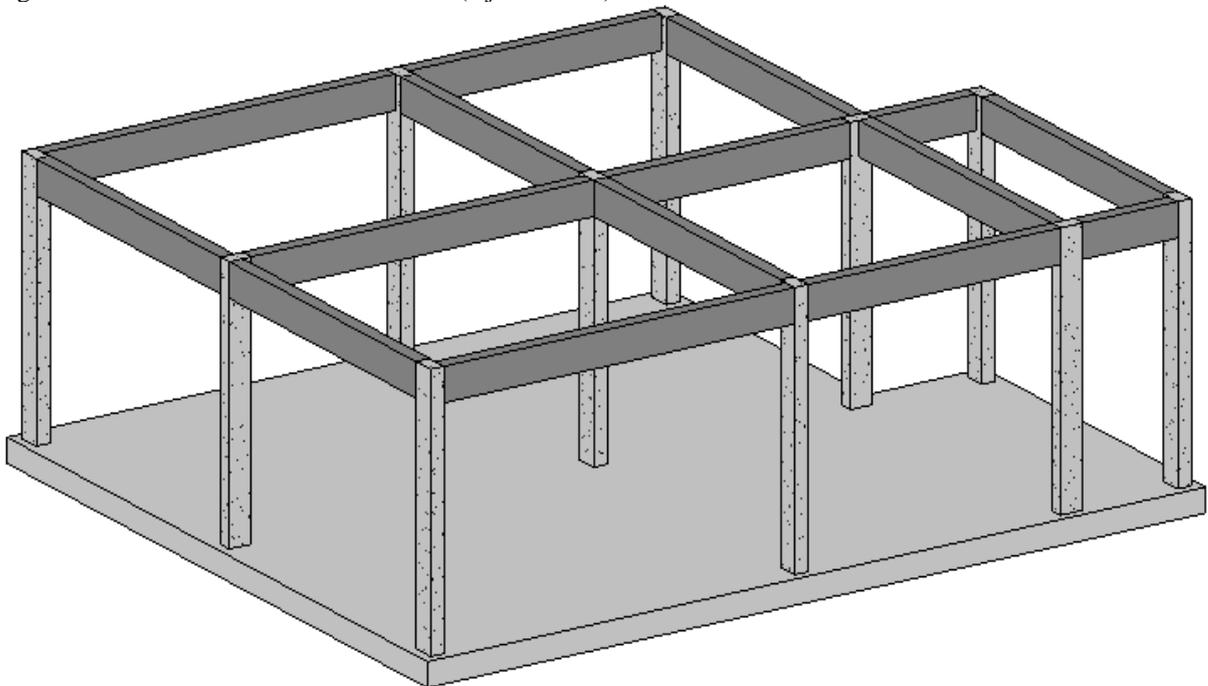
### 5.1 Concepções estruturais adotadas

#### 5.1.1 Sistema construtivo de alvenaria

O sistema construtivo convencional em alvenaria possui a vantagem da versatilidade em relação as dimensões que se pode trabalhar para os cômodos em geral, portanto para este sistema foi utilizado diretamente o projeto base para o estudo.

As componentes de concreto armado da estrutura da construção consistem em uma fundação rasa do tipo radier, pilares, vigas e lajes pré-moldadas para o forro (com a utilização de enchimento em lajotas cerâmicas tamanho H8). Ao todo são 7 vigas e 11 pilares com arranque a partir do radier. Os pilares possuem seção 15x25cm de acordo com o projeto estrutural desenvolvido com o auxílio de um engenheiro civil atuante, respeitando a dimensão e a área mínima da seção exigidas pela NBR 6118:2014 da ABNT. As paredes de vedação possuem largura total de 15cm, considerando-se o bloco e as camadas de acabamento interno e externo. O bloco utilizado tem as dimensões 9x19x19cm.

Figura 27 – elementos de concreto armado (laje ocultada).



Fonte: (Autor, 2018).

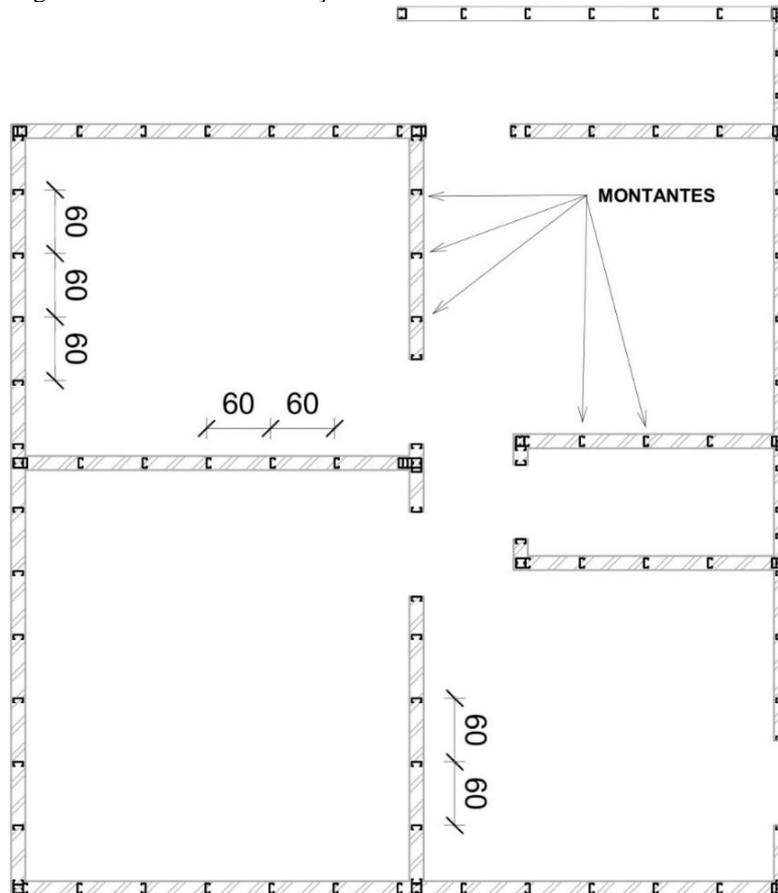
### 5.1.2 Sistema *light steel frame*

#### 5.1.2.1 Adequação do projeto base

Uma obra em alvenaria pode ser concebida com quaisquer dimensões sem limitações, no que diz respeito aos valores exatos dos comprimentos de paredes, dando total liberdade ao projetista. No entanto, em obras em *light steel frame* o comprimento das paredes é em função da disposição dos perfis montantes que constituem os painéis, estes devem ter um espaçamento entre si de 40 ou 60 centímetros, pois serão revestidos com placas de fechamento, como o OSB e de gesso acartonado, que por sua vez possuem dimensões padronizadas múltiplas das medidas mencionadas acima. Caso não seja atendido esse espaçamento entre os perfis montantes, ocorrerá um prejuízo significativo devido as perdas decorrentes de cortes que seriam necessários realizar nessas placas de fechamento.

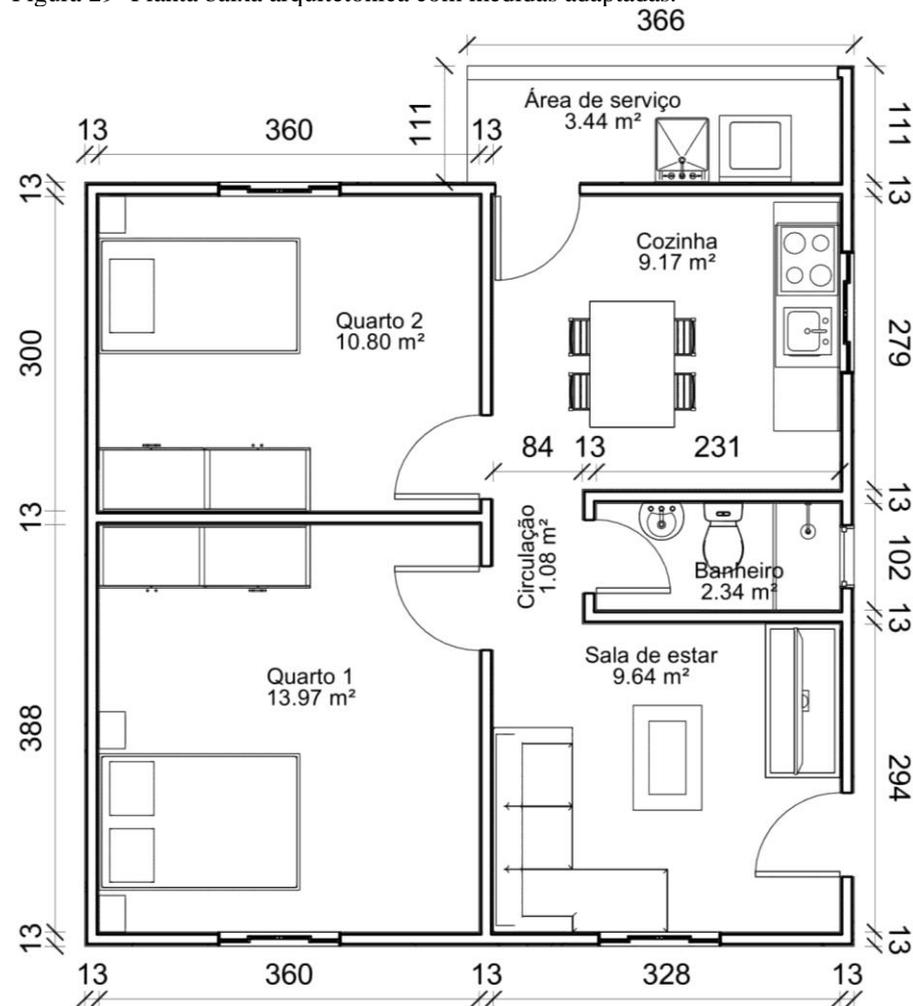
Por essa razão, o projeto base sofreu alterações em suas medidas para se adequar ao *light steel frame*. As figuras a seguir apresentam a planta de modulação dos montantes e a planta baixa arquitetônica alterada com as novas medidas (ambas sem escala).

Figura 28- Planta de modulação dos montantes.



Fonte: (Autor, 2018).

Figura 29- Planta baixa arquitetônica com medidas adaptadas.



Fonte: (Autor, 2018).

O procedimento de adequação deve alterar o mínimo possível as dimensões do projeto base. As alterações resultaram num acréscimo de 2,39m<sup>2</sup> na área total construída e 2,94m<sup>2</sup> na área útil em relação ao projeto base, o que equivale a 4,14% e 6,19% respectivamente. O aumento maior na área útil se deve principalmente ao fato de as paredes da casa em LSF terem 2cm a menos de espessura.

#### 5.1.2.2 Descrição da concepção estrutural

A estrutura de obras em *light steel frame* são bastante similares no que diz respeito aos elementos estruturais utilizados. Todos esses elementos são compostos por peças de aço galvanizado. A casa em questão tem seus painéis compostos por guias (inferior e superior), montantes, bloqueadores, guias de abertura, vergas e ombreiras onde há portas ou janela. O forro é composto por vigas de forro espaçadas conforme os montantes, estas por sua vez recebem os pontalotes que sustentam as cumeeiras, espigões e caibros, que por fim recebem as

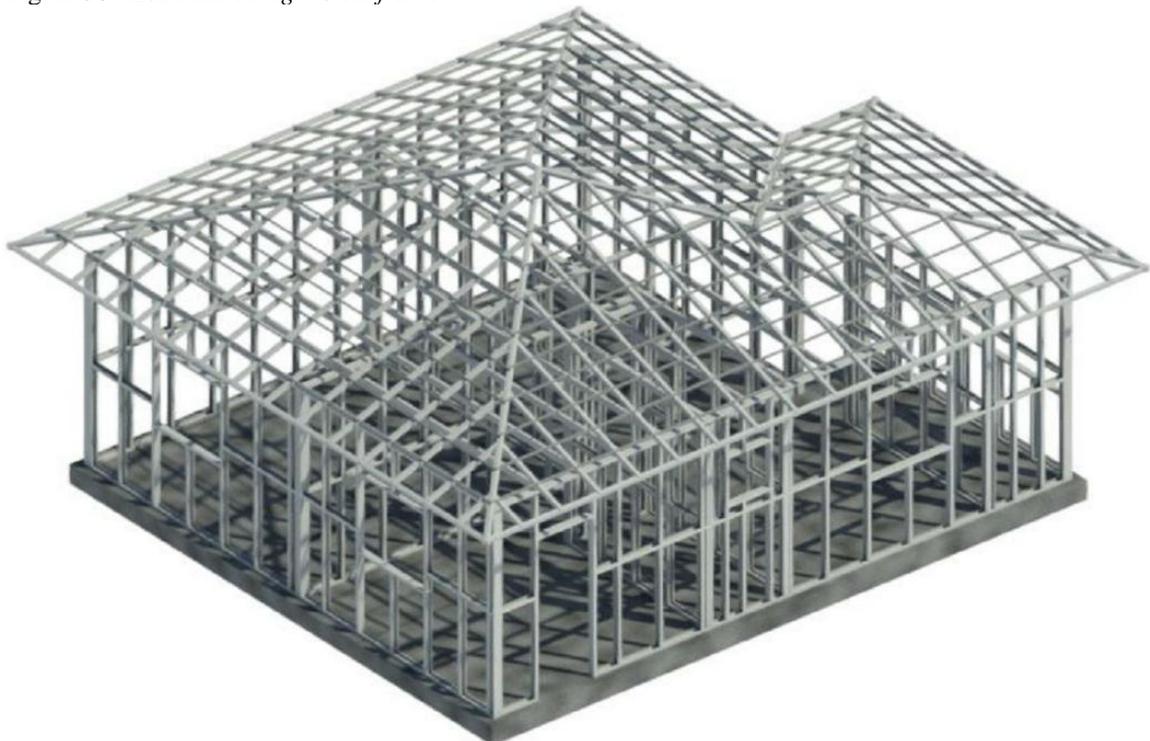
ripas (todos em perfis de aço). A seguir são apresentadas as designações dos perfis adotados para os principais elementos:

- Guia de painel (inferior e superior), guia de abertura e guia de verga: U 90x40x0,95 mm;
- Montante, bloqueador, ombreira, pontalete, espigão e caibro: Ue 90x40x0,95 mm;
- Verga: perfis 2 Ue 140x40x0,8 mm;
- Viga de forro: Ue 90x40x1,55 mm;
- Ripa: Cartola 70x0,8 mm;

Os perfis utilizados e os devidos espaçamentos (quando se aplica) para cada elemento estrutural foram determinadas baseando-se nas tabelas de dimensionamento de estruturas de *light steel frame* pelo método prescritivo, que dispensa análise estrutural, aplicável para estruturas de até dois pavimentos. O método foi desenvolvido pelo AISI (*American Iron and Steel Institute*), e foi acessado para a elaboração deste trabalho através da publicação dessas tabelas pelo CBCA (Centro Brasileiro Da Construção Em Aço).

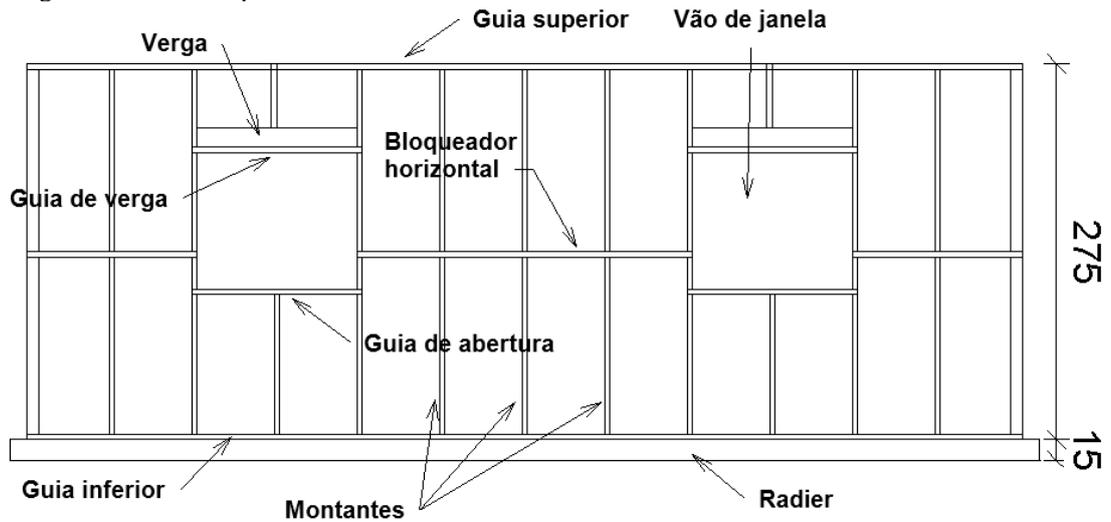
As figuras a seguir mostram respectivamente uma representação tridimensional da estrutura, realizada por meio da tecnologia BIM, e um corte do painel frontal da casa com a descrição dos elementos principais.

Figura 30– Estrutura de *light steel frame*.



Fonte: (Autor, 2018).

Figura 31– Corte do painel frontal da casa.



Fonte: (Autor, 2018).

O fechamento dos painéis se dá pela utilização de placas OSB em contato com a estrutura nos dois lados (interno e externo), sobrepostas por placa cimentícia do lado externo da casa e placas de gesso acartonado no lado interno, sendo as placas de gesso resistentes a umidade nas superfícies de áreas úmidas (placas de gesso RU) e placas de gesso padrão nas demais superfícies internas de parede (placas de gesso ST). Para aumento do isolamento termoacústico é utilizada lã de pet no núcleo de todas as paredes entre os montantes. No perímetro externo da casa, entre as placas OSB e as placas cimentícias é utilizada uma camada de membrana hidrófuga para garantir a impermeabilização.

O tratamento de juntas e o revestimento fino é realizado com fita de fibra de vidro juntamente com massa, sendo utilizada a massa *base coat* nas superfícies externas sobre as placas cimentícias e a massa de *drywall* nas superfícies internas sobre as placas de gesso. Após essa etapa as paredes estão prontas para receber pintura.

Para a cobertura do telhado são utilizadas telhas coloniais de cerâmica e o teto de toda a casa é revestido com forro de PVC sob as vigas de forro.

## 5.2 Determinação dos custos diretos

### 5.2.1 Sistema construtivo de alvenaria

A tabela com os custos diretos para a construção da casa com a alvenaria convencional consta no apêndice A, indicando os serviços a serem executados, valor unitário e o valor total do serviço em função da quantidade necessária de acordo com o projeto.

Durante todo o tempo ao longo do desenvolvimento da planilha de custos diretos, foi consultada a composição analítica de cada serviço pertinente ao projeto, com a finalidade de se verificar quais eram os insumos, maquinário ou sub composições que estavam incluídos na composição do preço unitário daquele serviço, dessa forma evitando erros de lançamento de custo, como por exemplo utilizar um serviço onde não está incluso os custos com materiais, o que levaria a um preço final subestimado.

Foi determinado no projeto que o reservatório de água da casa tem um volume de 750 litros, porém, no catálogo de composições analíticas do SINAPI, constavam apenas composições que utilizavam reservatório de 500 e 1000 litros, e então observou-se que os índices das duas composições não variam, ou seja, o tamanho do reservatório não influencia nos índices de mão de obra ou de materiais complementares que fazem parte da composição. Sendo assim, buscou-se na tabela de insumos o item referente ao reservatório com o volume necessário, e então recalculou-se o preço unitário do serviço. A figura 32, adaptada do catálogo de composições do SINAPI, mostra que as únicas composições de serviço de instalação de reservatório são para os volumes de 500 e 1000 litros.

Figura 32-Serviços disponíveis de reservatório de água.

88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	701,60
88504	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	560,00

Fonte: (Adaptação SINAPI, 2018).

Tabela 3 – Composição do serviço de instalação do reservatório de 1000 L.

88503	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1000 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	
67	ADAPTADOR PVC ROSCAVEL, COM FLANGES E ANEL DE VEDACAO, 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0
68	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGES LIVRES, 32 MM X 1", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2,0
87	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, LONGO, COM FLANGE LIVRE, 25 MM X 3/4", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0
119	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, BISNAGA COM 75 GR	UN	0,4
3146	FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 10 M (L X C)	UN	0,3
3536	JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,0
7140	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,0
9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	1,5
9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	2,0
11675	REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, SOLDAVEL, DN 32 MM, COM CORPO DIVIDIDO	UN	1,0
11829	TORNEIRA METALICA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, 1/2", COM HASTE METALICA E BALAO PLASTICO	UN	1,0
34636	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 1000 LITROS, COM TAMPA	UN	1,0
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7

Fonte: (Adaptação SINAPI, 2018).

Tabela 4 – Composição do serviço de instalação do reservatório de 500 L.

88504	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	
67	ADAPTADOR PVC ROSCAVEL, COM FLANGES E ANEL DE VEDACAO, 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0
68	ADAPTADOR PVC SOLDAREL, COM FLANGES LIVRES, 32 MM X 1", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2,0
87	ADAPTADOR PVC SOLDAREL, LONGO, COM FLANGE LIVRE, 25 MM X 3/4", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0
119	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, BISNAGA COM 75 GR	UN	0,4
3146	FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 10 M (L X C)	UN	0,3
3536	JOELHO PVC, SOLDAREL, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,0
7140	TE SOLDAREL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,0
9868	TUBO PVC, SOLDAREL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	1,5
9869	TUBO PVC, SOLDAREL, DN 32 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	2,0
11675	REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, SOLDAREL, DN 32 MM, COM CORPO DIVIDIDO	UN	1,0
11829	TORNEIRA METALICA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, 1/2", COM HASTE METALICA E BALAO PLASTICO	UN	1,0
34637	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 500 LITROS, COM TAMPA	UN	1,0
88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7
88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7

Fonte: (Adaptação SINAPI, 2018).

Comparando as tabelas 5 e 6 é possível confirmar que os índices dos recursos são iguais para o reservatório de 500 litros e para o reservatório de 1000 litros, como dito anteriormente. Basta então substituir o insumo referente à caixa d'água, buscar no SINAPI os preços unitários de cada item da composição e em seguida determinar o novo preço unitário.

Figura 33 – Caixa d'água de 750 litros no catálogo de insumos.

00034637	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 500 LITROS, COM TAMPA	UN	190,90
00034638	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 750 LITROS, COM TAMPA	UN	327,37
00011868	CAIXA D'AGUA FIBRA DE VIDRO PARA 1000 LITROS, COM TAMPA	UN	261,13

Fonte: (Adaptação SINAPI, 2018).

Tabela 5 – Composição calculada para o serviço de instalação do reservatório de 750 L.

----	----	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO, 750 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	I	CUST. UNITÁR	CUSTO TOTAL
INSUMO	67	ADAPTADOR PVC ROSCAVEL, COM FLANGES E ANEL DE VEDACAO, 1/2", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0	8,5	8,5
INSUMO	68	ADAPTADOR PVC SOLDAREL, COM FLANGES LIVRES, 32 MM X 1", PARA CAIXA D' AGUA	UN	2,0	14,4	28,8
INSUMO	87	ADAPTADOR PVC SOLDAREL, LONGO, COM FLANGE LIVRE, 25 MM X 3/4", PARA CAIXA D' AGUA	UN	1,0	16,1	16,1
INSUMO	119	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, BISNAGA COM 75 GR	UN	0,4	4,9	2,0

INSUMO	3146	FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 10 M (L X C)	UN	0,3	2,9	0,9
INSUMO	3536	JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,0	1,4	1,4
INSUMO	7140	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,0	2,2	2,2
INSUMO	9868	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	1,5	2,5	3,7
INSUMO	9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	2,0	5,3	10,6
INSUMO	11675	REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, SOLDAVEL, DN 32 MM, COM CORPO DIVIDIDO	UN	1,0	22,1	22,1
INSUMO	11829	TORNEIRA METALICA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, 1/2", COM HASTE METALICA E BALAO PLASTICO	UN	1,0	10,4	10,4
INSUMO	34638	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 750 LITROS, COM TAMPA	UN	1,0	327,4	327,4
COMPOSICAO	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7	14,7	112,8
COMPOSICAO	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,7	19,4	149,5
<b>CUSTO UNI T. I NSTALAÇÃO DE CX. D' ÁGUA DE 750 LI TROS:</b>					<b>696,47</b>	

Fonte: (Adaptação SINAPI, 2018).

O valor unitário de R\$696,47 foi utilizado na planilha de custos diretos como pode ser observado no último item da etapa 12 (instalações hidrossanitárias).

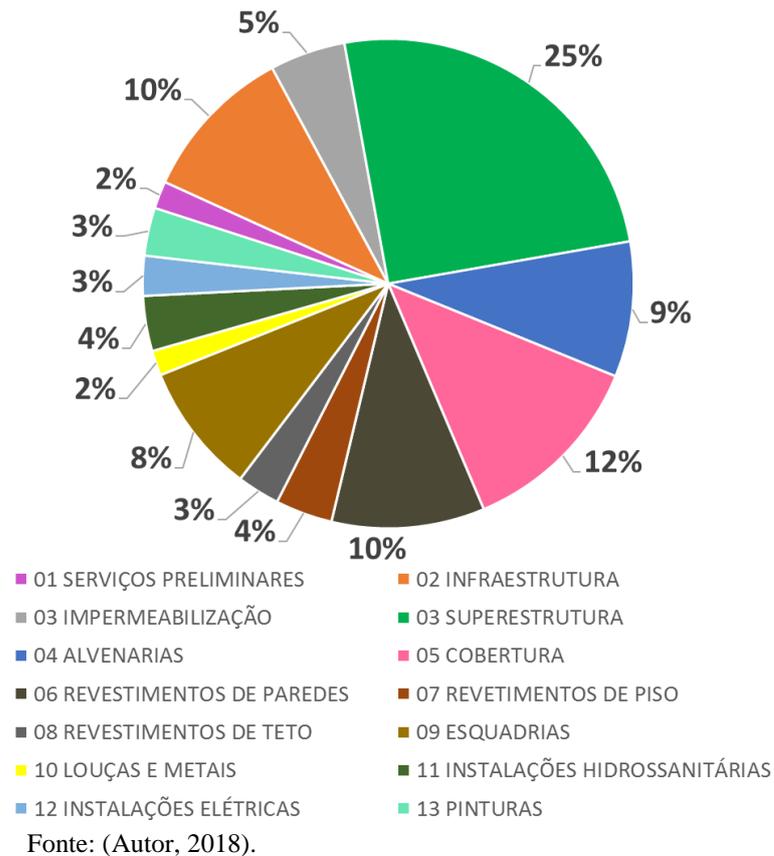
A partir da planilha de custos diretos é possível resumir os custos. A tabela 8 apresenta o resumo, indicando o custo total de cada etapa da obra:

Tabela 6 – Resumo do orçamento.

Nº	ETAPA	VALOR(R\$)
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	1.186,68
2	INFRAESTRUTURA	6.730,96
3	IMPERMEABILIZAÇÃO	3.727,92
4	SUPERESTRUTURA	16.699,17
5	ALVENARIAS	5.825,53
6	COBERTURA	8.783,89
7	REVESTIMENTOS DE PAREDES	6.637,06
8	REVESTIMENTOS DE PISO	2.457,29
9	REVESTIMENTOS DE TETO	1.842,53
10	ESQUADRIAS	5.618,84
11	LOUÇAS E METAIS	1.474,55
12	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	2.332,76
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1.714,52
14	PINTURAS	2.063,73
<b>CUSTOS DIRETOS TOTAIS (R\$):</b>		<b>67.095,43</b>

Fonte: (Autor, 2018).

Gráfico 2 – Representatividade de cada etapa no custo total em porcentagem.



### 5.2.1.1 Custo unitário por metro quadrado

O custo unitário da obra pode ser calculado através da razão entre o seu custo total e a área total construída. Sendo o custo final da obra igual à R\$ 67.095,43, e sendo a área construída igual a 54,73m<sup>2</sup>, realizando-se o cálculo tem-se:

$$\text{Custo unitário} = \frac{67.095,43}{54,73} = 1.225,94$$

Portanto, o custo unitário da obra utilizando o sistema construtivo convencional é igual à R\$1.225,94/m<sup>2</sup>.

De acordo com a relação dos projetos-padrão do novo CUB/m<sup>2</sup>, a residência em questão se enquadra no padrão R1-B, que a NBR 12.721: 2006 da ABNT, define como uma construção de 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque. O cálculo do CUB leva em consideração despesas administrativas, o que pode justificar o fato de o custo unitário calculado neste trabalho ser 14,26% menor do que o custo unitário básico divulgado pelo SINDUSCON-MG para o mês de setembro de 2018.

- CUB padrão R1-B (SINDUSCON): R\$1400,73/m<sup>2</sup>.
- CUB calculado sem custos indiretos: R\$1.225,94/m<sup>2</sup>.

### 5.2.1.2 Mão de obra, materiais e equipamentos

Analisando a composição dos serviços é possível verificar que os custos considerados se referem a mão de obra, materiais ou equipamentos. Através dos seus respectivos índices é possível determinar sua representatividade no custo unitário daquele serviço. Esse valor pode ser encontrado através da simples multiplicação do índice pelo custo unitário, que por sua vez deve ser consultado no catálogo de insumos para materiais, ou no catálogo de composições analíticas para mão de obra e equipamento. A representatividade do custo com equipamentos, mão de obra ou materiais, pode ser encontrada dividindo se o somatório destes custos em cada serviço pelo custo total da obra, como mostra a equação:

$$\text{representatividade (\%)} = \frac{\sum CS}{CT} \times 100$$

Onde:

- CS: Custo com equipamento, material ou mão de obra por serviço (R\$);
- CT: Custo total da obra (R\$).

As tabelas 9, 10 e 11 apresentam respectivamente o resumo do cálculo de representatividade para a mão de obra, materiais e equipamentos, para cada etapa da obra.

Tabela 7 – Percentual de mão de obra.

Nº	ETAPA DA OBRA	CUSTO TOTAL	CUSTOMÃO DE OBRA	% MÃO DE OBRA
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.186,68	R\$ 816,75	68,83%
2	INFRAESTRUTURA	R\$ 6.730,96	R\$ 905,67	13,46%
3	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 3.727,92	R\$ 996,93	26,74%
4	SUPERESTRUTURA	R\$ 16.699,17	R\$ 5.183,49	31,04%
5	ALVENARIAS	R\$ 5.825,53	R\$ 3.820,57	65,58%
6	COBERTURA	R\$ 8.783,89	R\$ 2.993,81	34,08%
7	REVESTIMENTOS DE PAREDES	R\$ 6.637,06	R\$ 2.933,48	44,20%
8	REVESTIMENTOS DE PISO	R\$ 2.457,29	R\$ 893,28	36,35%
9	REVESTIMENTOS DE TETO	R\$ 1.842,53	R\$ 958,24	52,01%
10	ESQUADRIAS	R\$ 5.618,84	R\$ 1.234,77	21,98%
11	LOUÇAS E METAIS	R\$ 1.474,55	R\$ 130,51	8,85%
12	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 2.332,76	R\$ 1.344,66	57,64%
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.714,52	R\$ 1.049,05	61,19%
14	PINTURAS	R\$ 2.063,73	R\$ 969,24	46,97%
<b>TOTAL</b>		<b>67.095,43</b>	<b>24.230,44</b>	<b>36,11%</b>

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 8 – Percentual de materiais.

Nº	ETAPA DA OBRA	CUSTO TOTAL	CUSTOMATERIAL	% MATERIAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.186,68	R\$ 368,38	31,04%
2	INFRAESTRUTURA	R\$ 6.730,96	R\$ 5.815,54	86,40%
3	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 3.727,92	R\$ 2.730,99	73,26%
4	SUPERESTRUTURA	R\$ 16.699,17	R\$ 11.492,24	68,82%
5	ALVENARIAS	R\$ 5.825,53	R\$ 1.997,38	34,29%
6	COBERTURA	R\$ 8.783,89	R\$ 5.778,42	65,78%
7	REVESTIMENTOS DE PAREDES	R\$ 6.637,06	R\$ 3.694,95	55,67%
8	REVESTIMENTOS DE PISO	R\$ 2.457,29	R\$ 1.564,01	63,65%
9	REVESTIMENTOS DE TETO	R\$ 1.842,53	R\$ 881,65	47,85%
10	ESQUADRIAS	R\$ 5.618,84	R\$ 4.384,07	78,02%
11	LOUÇAS E METAIS	R\$ 1.474,55	R\$ 1.344,04	91,15%
12	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 2.332,76	R\$ 984,00	42,18%
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.714,52	R\$ 665,47	38,81%
14	PINTURAS	R\$ 2.063,73	R\$ 1.094,49	53,03%
<b>TOTAL</b>		<b>67.095,43</b>	<b>42.795,65</b>	<b>63,78%</b>

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 9 – Percentual de equipamentos.

Nº	ETAPA DA OBRA	CUSTO TOTAL	CUSTOEQP.	%EQP.
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.186,68	R\$ 1,54	0,13%
2	INFRAESTRUTURA	R\$ 6.730,96	R\$ 9,75	0,14%
3	IMPERMEABILIZAÇÃO	R\$ 3.727,92	R\$ 0,00	0,00%
4	SUPERESTRUTURA	R\$ 16.699,17	R\$ 23,44	0,14%
5	ALVENARIAS	R\$ 5.825,53	R\$ 7,57	0,13%
6	COBERTURA	R\$ 8.783,89	R\$ 11,66	0,13%
7	REVESTIMENTOS DE PAREDES	R\$ 6.637,06	R\$ 8,63	0,13%
8	REVESTIMENTOS DE PISO	R\$ 2.457,29	R\$ 0,00	0,00%
9	REVESTIMENTOS DE TETO	R\$ 1.842,53	R\$ 2,64	0,14%
10	ESQUADRIAS	R\$ 5.618,84	R\$ 0,00	0,00%
11	LOUÇAS E METAIS	R\$ 1.474,55	R\$ 0,00	0,00%
12	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 2.332,76	R\$ 4,10	0,18%
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.714,52	R\$ 0,00	0,00%
14	PINTURAS	R\$ 2.063,73	R\$ 0,00	0,00%
<b>TOTAL</b>		<b>67.095,43</b>	<b>69,33</b>	<b>0,10%</b>

Fonte: (Autor, 2018).

A representatividade no custo unitário por metro quadrado é de R\$ 442,78/m<sup>2</sup> para a mão de obra, R\$ 745,33/m<sup>2</sup> para os materiais e R\$ 1,31/m<sup>2</sup> para os equipamentos. A tabela 13 apresenta uma comparação com a composição do CUB para o padrão R1-B, onde foi desconsiderada a parcela do CUB para despesas administrativas. A composição está disponível no sítio do SINDUSCON-MG.

Tabela 10 – Comparação com o CUB.

COMPONENTE	CUSTO UNIT. PROJ.		CUB	
	Valor	%	%	Valor
Mão de obra	442,73	37,22	58,95	701,16
Materiais	781,94	65,741	49,66	590,63
Equipamentos	1,27	0,11	0,19	2,22

Fonte: (Autor, 2018).

### 5.2.2 Sistema *Light Steel Frame*

O uso da tecnologia BIM no desenho da estrutura permitiu obter com facilidade um levantamento de consumo dos elementos utilizados tanto na estrutura quanto no fechamento dos painéis além dos demais itens que compõem a obra-branca, uma vez que é bastante prático obter informações sobre áreas de superfícies em geral e quantidades de elementos unitários como as peças perfiladas.

- Pacote *light steel frame*:

O pacote *light steel frame* engloba somente os materiais necessários para assentamento e montagem da estrutura metálica. As tabelas a seguir apresentam o consumo dos materiais levantados e as quantidades necessárias, além do elemento a que se referem no caso dos perfis:

Tabela 11 – Consumo de peças lineares do pacote LSF.

PEÇAS LINEARES		
ELEMENTO	PERFIL/DIMENSÃO	QUANT. (m)
guia inferior	U 90x40x0,95 mm	47,20
guia superior	U 90x40x0,95 mm	51,10
montantes	Ue 90x40x0,95 mm	408,40
bloqueador	Ue 90x40x0,95 mm	42,20
vergas	2 Ue 140x40x0,8 mm	18,60
ombreiras	Ue 90x40x0,95 mm	37,90
guia de verga	U 90x40x0,95 mm	9,30
guia de abertura	U 90x40x0,95 mm	9,30
cantos e quinas de painéis	L 90x90x0,95 mm	72,90
vigas de forro	Ue 90x40x1,55 mm	94,10
pontaletes	Ue 90x40x0,95 mm	75,40
enrijecedores de alma	Ue 90x40x0,95 mm	3,65
conexão enrijecedores	L 90x90x0,95 mm	3,25
espigão	Ue 90x40x0,95 mm	32,10
caibros	Ue 90x40x0,95 mm	146,98
ripas	Ct 70x0,8 mm	255,78
sanefa beiral	U 90x40x0,95 mm	36,16
fita de travam. horizontal	50x0,95 mm	84,80
fita de contraventamento	90x0,95 mm	29,70
fita de isol. Banda acústica	90 mm	47,20

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 12 – Consumo de peças unitárias do pacote LSF.

PEÇAS UNITÁRIAS		
ELEMENTO	DIMENSÃO (mm)	QUANT. (un)
suporte de ancoragem	300x90x65	17
placa de gousset	200x200x1,25	12
parafuso lentilha-broca*	4,2x19	2415
chumbador parabolt	12,5x50	57
* = quantidade estimada		

Fonte: (Autor, 2018).

- Fechamento e vedação:

As tabelas a seguir apresentam o consumo dos materiais utilizados no fechamento e vedação da obra, como placas em geral, massas, etc:

Tabela 13 – Consumo de placas.

CONSUMO - PLACAS DE FECHAMENTO E VEDAÇÃO			
PAREDE	ELEMENTO	DIMENSÃO DA PLACA (mm)	QUANT. (m <sup>2</sup> )
Paredes internas	placa OSB	1200x2400x11,1	80,41
	placa de gesso ST	1200x2400x12,5	66,04
	placa de gesso RU	1200x2400x12,5	21,14
Paredes externas	placa OSB	1200x2400x11,1	154,42
	placa de gesso ST	1200x2400x12,5	74,41
	placa cimentícia	1200x2400x12,5	73,21

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 14 – Consumo de massas de tratamento e revestimento.

CONSUMO - MASSAS DE TRATAMENTO DE JUNTAS E REVESTIMENTO			
ITEM	ÁREA DE APLICAÇÃO (m <sup>2</sup> )	CONSUMO MÉDIO (Kg/m <sup>2</sup> )	CONSUMO (Kg)
massa base coat (superfícies externas)	77,2	2,86	220,8
massa de drywall (superfícies internas)	158,35	0,4	63,3

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 15 – Consumo de telhas cerâmicas.

CONSUMO - TELHAS CERÂMICAS			
ITEM	ÁREA DO TELHADO (m <sup>2</sup> )	CONSUMO MÉDIO (un/m <sup>2</sup> )	CONSUMO (unidades)
telha cerâmica	81,21	15	1219

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 16 – Consumo de itens disponíveis em rolos.

<b>CONSUMO - ITENS DISPONÍVEIS EM ROLOS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>ÁREA DE APLICAÇÃO (m<sup>2</sup>)</b>	<b>CONSUMO MÉDIO (m/m<sup>2</sup>)</b>	<b>CONSUMO (m)</b>
fita de junta L10cm	235,55	1,18	277,95
tela de fibra de vidro L100cm	235,55	1,00	235,55
membrana hidrófuga L105cm	73,21	1,10	80,53
lã de pet 50mm	100,48	1,00	100,48

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 17 – Consumo de parafusos para fixação de placas.

<b>CONSUMO - PARAFUSOS PARA FIXAÇÃO DE PLACAS</b>		
<b>ELEMENTO</b>	<b>DIMENSÃO (mm)</b>	<b>QUANT. (un)</b>
parafuso trombeta-broca*	3,5x35	1233
parafuso trombeta-agulha*	4,2x32	3534
* = quantidade estimada		

Fonte: (Autor, 2018).

### 5.2.2.1 Lista de compras de itens da obra branca

A partir do levantamento do consumo de materiais, foi analisada a forma em que estes produtos estão disponíveis no mercado, como por exemplo, no que diz respeito as dimensões, no caso de placas ou perfis ou quantidade por caixas no caso de parafusos, por fim foram levantadas listas de compras destes produtos em função da quantidade padronizada por embalagens ou dimensões padrão. As tabelas a seguir apresentam essas listas, com a quantidade necessária a ser comprada:

- Pacote *light steel frame*:

Tabela 18 – Lista de compra de perfis e fitas.

<b>LISTA DE COMPRA - PERFIS E FITAS</b>			
	<b>ITEM</b>	<b>COMP. UNIT. (m)</b>	<b>QUANT. (un)</b>
<b>PERFIS</b>	Ct 70x0,8	3	86
	L 25x30x0,95	3	27
	U 90x40x0,95	6	26
	Ue 90x40x0,95	3	175
		6	37
	Ue 90x40x1,55	6	16
	Ue 140x40x0,8	3	7
<b>FITAS</b>	fita est. 50x0,95	10 / rolo	9
	fita est. 90x0,95	15 / rolo	2 rolos
	fita banda ac. 90	10 / rolo	5 rolos

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 19 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem.

<b>LISTA DE COMPRA - PEÇAS DE LIGAÇÃO E ANCORAGEM</b>	
<b>ITEM</b>	<b>QUANT. (un)</b>
suporte de Ancoragem 300x90x65 un.	17
placa gousset 215x200x1,25 un.	12
parafuso lentilha broca 4,2x 19 cx. c/ 500	5
chumbador parabolts 10x50 un.	57

Fonte: (Autor, 2018).

- Fechamento e vedação:

Tabela 20 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem.

<b>LISTA DE COMPRAS - PLACAS DE FECHAMENTO E VEDAÇÃO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DIMENSÃO (mm)</b>	<b>QUANT. PLACAS (un)</b>
placas OSB	1200x2400x11,1	82
placas de gesso ST	1200x2400x12,5	49
placas de gesso RU	1200x2400x12,5	8
placas cimentícia	1200x2400x10	26

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 21 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem.

<b>LISTA DE COMPRAS - MASSAS DE JUNTAS E REVESTIMENTO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>TOTAL BALDE (Kg)</b>	<b>QUANT. BALDES (un)</b>
massa base coat	20	12
massa de drywall	15	5

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 22 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem.

<b>LISTA DE COMPRAS - ITENS DISPONÍVEIS EM ROLOS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>TOTAL ROLO (m)</b>	<b>QUANT. ROLOS (un)</b>
fita de junta L10cm	46	7
tela de fibra de vidro L100cm	50	5
membrana hidrófuga L105cm	50	2
rolo lã de pet 50mm	*15m <sup>2</sup>	7

\* = metros quadrados por rolo

Fonte: (Autor, 2018).

Tabela 23 – Lista de compra de peças de ligação e ancoragem.

<b>LISTA DE COMPRAS - PARAFUSOS PARA FIXAÇÃO DE PLACAS</b>		
<b>ITEM</b>	<b>TOTAL CAIXA (un)</b>	<b>QUANT CAIXAS. (un)</b>
parafuso trombeta-broca 3,5x35mm	800	2
parafuso trombeta-agulha 4,2x32mm	800	5

Fonte: (Autor, 2018).

### 5.2.2.2 Custos totais com materiais de construção (obra-branca)

A partir das listas de compras apresentadas, foi realizada uma cotação de preços para cada produto listado, a tabela a seguir apresenta a cotação de cada material e ao fim obtém-se o custo total dos materiais de construção que compõem a obra-branca:

Tabela 24 – Lista de materiais com cotação de preços.

<b>LISTA DE MATERIAIS COM COTAÇÃO DE PREÇO (COTAÇÃO OUT/2018)</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>QUANT. (un)</b>	<b>PREÇO UNIT. (R\$)</b>	<b>PREÇO TOTAL (R\$)</b>
<b>MONTAGEM DA ESTRUTURA</b>			
perfil Cartola 70x0,8 6m	86	21,60	1.857,84
perfil Cantoneira 25x30x0,95 3m	27	11,49	310,17
perfil U 90x40x0,95 6m	26	65,68	1.707,56
perfil Ue 90x40x0,95 3m	175	33,81	5.917,28
perfil Ue 90x40x0,95 6m	37	53,39	1.975,53
perfil Ue 90x40x1,55 6m	16	87,35	1.397,60
perfil Ue 140x40x0,8 3m	7	49,85	348,97
rolo fita est. aço galv. 50x0,95 10m	9	45,20	406,80
rolo fita est. Aço galv. 90x0,95 15m	2	122,03	244,06
rolo fita banda acústica 90mm 10m	5	67,84	339,21
suporte de Ancoragem 300x90x65mm	17	20,88	354,96
placa gousset 215x200x0,95mm	12	1,85	22,20
parafuso lenticilha broca 4,2x 19 cx. c/ 500	5	59,90	299,48
chumbador parabolt 10x50mm	57	2,52	143,73
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 15.325,37</b>
<b>PLACAS DE FECHAMENTO E VEDAÇÃO</b>			
placa OSB 1200x2400x11,1mm	82	49,22	4.035,63
placa de gesso ST 1200x2400x12,5mm	49	42,42	2.078,34
placa de gesso RU 1200x2400x12,5mm	8	53,47	427,72
placa cimentícia 1200x2400x10,0mm	26	67,92	1.765,79
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 8.307,48</b>
<b>TELHAS</b>			
unidades de telha cerâmica portuguesa	1219	1,29	1.572,51
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 1.572,51</b>
<b>MASSAS DE JUNTAS E REVESTIMENTO</b>			
balde 20Kg massa base coat	12	79,82	957,78
balde 15Kg massa de drywall	5	33,92	169,58
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 1.127,36</b>
<b>ITENS DISPONÍVEIS EM ROLOS</b>			
rolo de 50m fita de junta 10cm	7	39,02	273,11
rolo de 50m tela de fibra de vidro 100cm	5	295,72	1.478,58
rolo de 50m membrana hidrófuga 105cm	2	248,12	496,23
rolo lã de pet 15m <sup>2</sup> 50mm	7	101,62	711,32
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 2.959,23</b>
<b>PARAFUSOS PARA FIXAÇÃO DE PLACAS</b>			
cx. c/ 800 parafusos trombeta-broca 3,5x35mm	2	42,42	84,83
cx. c/ 800 parafuso trombeta-agulha 4,2x32mm	5	93,42	467,08
<b>SUBTOTAL:</b>			<b>R\$ 551,91</b>
<b>TOTAL:</b>			<b>R\$ 29.843,85</b>

Fonte: (Autor, 2018).

### 5.2.2.3 Mão de obra e custo total da obra-branca

Foram consultados profissionais liberais que atuam no ramo como montadores de estruturas de *light steel frame*, aos quais foi apresentada a planta baixa da casa e fornecida uma breve descrição das características básicas da obra, como composição das paredes (placas utilizadas) e tipo de cobertura, a fim de se avaliar superficialmente a complexidade da obra e fornecer um valor de mão de obra por metro quadrado para a montagem da chamada obra-branca. A tabela a seguir resume os valores fornecidos por esses profissionais:

Tabela 25 – Custo de mão de obra por metro quadrado de obra-branca.

<b>CUSTOS DE MÃO DE OBRA POR METRO QUADRADO DE OBRA BRANCA (COTAÇÃO OUT/2018)</b>	
<b>PROFISSIONAL</b>	<b>VALOR/m<sup>2</sup></b>
A	R\$ 320,00
B	R\$ 325,00
C	R\$ 350,00
D	R\$ 400,00

Fonte: (Autor, 2018).

A partir dos valores apresentados, foi realizada uma média aritmética dos valores fornecidos pelos profissionais montadores, da qual se obteve um valor de R\$ 348,75. Esse valor foi utilizado para estimar o custo de mão de obra da execução da obra-branca. Tabela a seguir apresenta o cálculo do custo total de mão de obra para a obra-branca e o custo total:

Tabela 26 – Custo total da obra branca.

<b>CUSTO TOTAL DA OBRA-BRANCA</b>			
Mão de obra:	R\$/m <sup>2</sup>	Área construída (m <sup>2</sup> )	Total
	348,75	57,12	R\$ 19.920,60
Despesas totais com materiais (R\$):			R\$ 29.843,85
<b>Valor total da obra-branca (R\$):</b>			<b>R\$ 49.764,45</b>

Fonte: (Autor, 2018).

### 5.2.2.4 Serviços não inclusos na obra-branca

Uma vez obtido o gasto total com a execução da obra-branca, para conhecer o valor dos custos diretos totais da obra é necessário levantar os custos dos demais serviços que não estão compreendidos nessa definição, tais como as instalações de esquadrias, pinturas, fundações, dentre outros. Para a obra em questão, os custos com estes serviços foram obtidos através do

SINAPI. A planilha com todos os serviços discriminados encontra-se no apêndice B. A tabela a seguir apresenta um resumo dos custos desses serviços por categoria:

Tabela 27 – Resumo dos custos não incluídos na obra-branca.

Nº	CATEGORIA DO SERVIÇO	CUSTO
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 1.236,86
2	INFRAESTRUTURA	R\$ 6.994,34
3	REVESTIMENTOS DE PISO	R\$ 2.580,40
4	APLICAÇÃO DE FORRO	R\$ 1.523,50
5	ESQUADRIAS	R\$ 4.817,16
6	LOUÇAS E METAIS	R\$ 1.474,55
7	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R\$ 2.357,69
8	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R\$ 1.714,11
9	PINTURAS	R\$ 1.923,73
<b>CUSTO TOTAL:</b>		<b>R\$ 24.622,34</b>

Fonte: (Autor, 2018).

#### 5.2.2.5 Custo total da obra em *light steel frame*

O custo total da obra utilizando o sistema *light steel frame* é composto pelos serviços compreendidos pela obra-branca (considerando os materiais e mão de obra) e os demais serviços não inclusos. Obtidos os dois valores basta soma-los para obter o valor total de custos diretos para a obra utilizando o sistema:

- Custo total – obra-branca: R\$ 49.764,45
- Custo total – demais serviços: R\$ 24.622,34

$$\text{Custo total da obra} = 49.764,45 + 24.253,22 = \text{R\$ } 74.386,79$$

#### 5.2.2.6 Custo unitário por metro quadrado

O custo unitário da obra pode ser calculado através da razão entre o seu custo total e a área total construída. Sendo o custo final da obra igual à R\$ 74.386,79, e sendo a área construída com o sistema *light steel frame* igual a 57,12m<sup>2</sup>, realizando-se o cálculo tem-se:

$$\text{Custo unitário} = \frac{74.386,79}{57,12} = 1.302,29$$

Portanto, o custo unitário da obra utilizando o sistema construtivo *light steel frame* é igual à R\$1.302,29/m<sup>2</sup>.

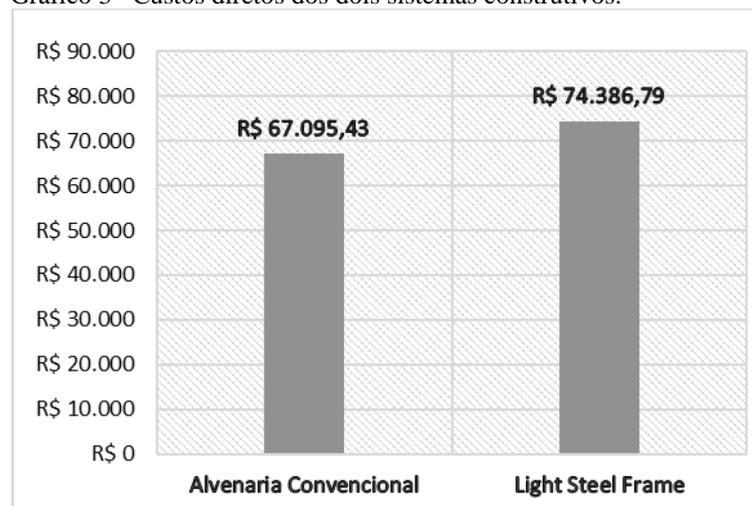
De acordo com a relação dos projetos-padrão do novo CUB/m<sup>2</sup>, a residência em questão se enquadra no padrão R1-B, que a NBR 12.721: 2006 da ABNT, define como uma construção de 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque. O cálculo do CUB leva em consideração despesas administrativas, o que pode justificar em partes o fato de o custo unitário calculado neste trabalho ser 7,56% menor do que o custo unitário básico divulgado pelo SINDUSCON-MG para o mês de setembro de 2018.

- CUB padrão R1-B (SINDUSCON): R\$1.400,73/m<sup>2</sup>.
- CUB calculado sem custos indiretos: R\$1.302,29/m<sup>2</sup>.

### 5.3 Análises comparativas de custos entre os dois sistemas construtivos

Os custos diretos finais da obra executada utilizando o sistema construtivo de alvenaria convencional somam R\$ 67.095,43, enquanto para o sistema *light steel frame* esse valor é de R\$ 74.386,79, sendo nesse caso o sistema que utiliza perfis de aço galvanizado em sua estrutura 10,87% mais caro que o sistema convencional.

Gráfico 3– Custos diretos dos dois sistemas construtivos.



Fonte: (Autor, 2018).

Para se realizar uma análise comparativa de gastos por etapa entre cada sistema construtivo deve-se levar em consideração o fato de os dois orçamentos terem sido realizados de maneira diferente. O orçamento para o sistema construtivo convencional foi elaborado

totalmente utilizando o SINAPI, enquanto o orçamento para o sistema *light steel frame* foi realizado de uma forma que foi necessária a pesquisa e cotação de preços de materiais e mão de obra de execução para uma parte dos serviços (obra-branca) e em outra parte, para os serviços não inclusos no conceito de obra-branca foi utilizado o SINAPI, conforme já apresentado anteriormente. É possível realizar uma análise comparativa sem maiores problemas entre as etapas onde em ambos os sistemas construtivos foi utilizado o SINAPI para realizar os levantamentos de custos. No entanto para se realizar uma comparação entre os serviços que compreendem a obra-branca, deve-se primeiramente definir uma equivalência com os serviços do sistema construtivo convencional que correspondem aos serviços executados pelos profissionais montadores do sistema *light steel frame*.

O conjunto de etapas construtivas do sistema convencional que equivalem aos serviços correspondentes à obra-branca do sistema *light steel frame* são: impermeabilização, superestrutura, alvenarias, cobertura e revestimento de paredes. A tabela a seguir apresenta os custos referentes a essas etapas, conforme levantado anteriormente neste trabalho de conclusão de curso.

Tabela 28 – Custos das etapas equivalentes à obra-branca.

ETAPA	VALOR(R\$)
IMPERMEABILIZAÇÃO	3.727,92
SUPERESTRUTURA	16.699,17
ALVENARIAS	5.825,53
COBERTURA	8.783,89
REVESTIMENTOS DE PAREDES	6.637,06
<b>CUSTOS DIRETOS TOTAIS (R\$):</b>	<b>41.673,57</b>

Fonte: (Autor, 2018).

O custo total dessas etapas do sistema construtivo juntas será confrontado com o custo de execução da obra-branca do sistema *light steel frame*. As demais etapas construtivas serão confrontadas entre os dois sistemas normalmente. A tabela a seguir apresenta os resultados da análise comparativa, mostrando as diferenças absolutas e percentuais entre os dois sistemas construtivos para cada grupo de serviços da obra. Sendo que nas colunas de diferença absoluta e diferença percentual, o cálculo considera as variações de custos do sistema *light steel frame* em relação ao sistema de alvenaria convencional orçado anteriormente, onde uma diferença positiva indica que o segundo sistema foi mais caro, e uma diferença negativa o contrário.

Tabela 29 – Análise comparativa de variação de custos.

<b>ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIAÇÃO DE CUSTOS POR ETAPA ENTRE OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS</b>				
<b>ETAPA CONSTRUTIVA</b>	<b>SISTEMA CONVENCIONAL</b>	<b>SISTEMA LIGHT STEEL FRAME</b>	<b>DIFERENÇA ABSOLUTA (R\$)</b>	<b>DIFERENÇA PERCENTUAL (%)</b>
SERVIÇOS PRELIMINARES	1.186,68	1.236,86	50,18	4,23%
INFRAESTRUTURA	6.730,96	6.994,34	263,38	3,91%
OBRA-BRANCA (SISTEMA LIGHT STEEL FRAME)	41.673,57	49.764,45	8.090,88	16,26%
GRUPO DE ETAPAS EQUIVALENTES (SISTEMA CONVENCIONAL) *				
REVESTIMENTOS DE PISO	2.457,29	2.580,40	123,11	5,01%
REVESTIMENTOS DE TETO / FORROS	1.842,53	1.523,50	-319,03	-17,31%
ESQUADRIAS	5.618,84	4.817,16	-801,68	-14,27%
LOUÇAS E METAIS	1.474,55	1.474,55	0,00	0,00%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	2.332,76	2.357,69	24,93	1,07%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	1.714,52	1.714,11	-0,41	-0,02%
PINTURAS	2.063,73	1.923,73	-140,00	-6,78%
<b>TOTAIS:</b>	<b>67.095,43</b>	<b>74.386,79</b>	<b>7.291,36</b>	<b>10,87%</b>

\* impermeabilização, superestrutura, alvenarias, cobertura e revestimento de paredes

Fonte: (Autor, 2018).

A maior diferença de custos em valores absolutos observada está justamente na essência de ambos os sistemas analisados. A etapa que compreende a execução da estrutura, fechamentos e vedações, impermeabilizações, revestimentos e execução da cobertura (sendo esse conjunto de etapas chamado obra-branca para o sistema LSF) apresentou diferença de 16,26%, a favor do sistema construtivo de alvenaria convencional. O sistema que usa perfis de aço galvanizado em sua estrutura apresentou um valor de mais de 8 mil reais a mais que o sistema construtivo concorrente nessa etapa. Optou-se por utilizar placas OSB no fechamento dos painéis de LSF, o que auxilia no contraventamento, melhora o isolamento termoacústico, além de garantir mais robustez à parede. No entanto a utilização dessas placas é opcional. Se não fossem utilizadas, geraria uma economia de R\$ 4.035,63 à obra em LSF (de acordo com a lista de materiais cotados), o que corresponderia a uma diminuição da diferença entre os dois sistemas, nessa etapa de 16,26% para 9,73% e de 10,87% para 4,85% no custo total da obra.

Para as etapas de serviços preliminares, infraestrutura e revestimento de pisos, a diferença observada se deu em função do acréscimo de área no projeto em LSF devido à adaptação realizada. Uma vez que o custo dos serviços compreendidos nessas duas etapas depende da área da base da construção, que nesse caso foi o radier.

No revestimento de teto (ou forro), apesar do acréscimo de área de teto, a diferença foi negativa, em favor do sistema LSF, em razão de para esse sistema ter sido utilizado forro de PVC ao invés de laje de concreto armado (utilizada no sistema construtivo convencional com alvenaria).

A diferença observada na etapa de esquadrias é devida a utilização de janelas de 1,20m de largura no sistema *light steel frame*, ao invés dos 1,50m usados no sistema concorrente (janelas dos quartos, cozinha e sala de estar). Essa largura permitiu melhor compatibilização com o distanciamento entre os montantes, por ser múltipla de 60cm.

Na etapa de pinturas, embora o acréscimo de área construída tenha implicado também em um acréscimo de área de paredes a receber tinta, o sistema LSF apresentou menor custo pela razão de o acabamento do teto ser de forro PVC, ao contrário do sistema convencional onde o teto recebe pintura por ser de alvenaria.

Na etapa de louças e metais não foram observadas variações de custos, devido a serem serviços que em sua totalidade são peças unitárias, que não foram influenciadas pelo aumento das dimensões da casa após a adaptação para o sistema *light steel frame*.

Para as etapas de instalações hidrossanitárias e instalações elétricas, as pequenas diferenças observadas se dão apenas em função da alteração nas dimensões dos cômodos, que interferiram nos comprimentos de cabos ou encanamentos.

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o orçamento para a construção da casa utilizando-se do sistema construtivo convencional e do sistema *light steel frame*, onde os custos diretos totais alcançaram o montante de R\$ 67.095,43 e R\$ 74.386,79 respectivamente. Embora não tenham sido considerados os custos indiretos nos orçamentos, pôde-se verificar que o custo da obra por metro quadrado ficou bem próximo ao valor do custo unitário básico referente ao projeto padrão R1-B do CUB em ambos os sistemas construtivos.

Ficou evidenciado que o sistema construtivo convencional, que utiliza a alvenaria, é mais econômico para este empreendimento, sendo 10,87% mais barato que o *light steel frame*. No entanto, não se pode afirmar categoricamente que o sistema construtivo convencional sempre será mais viável ou econômico, uma vez que há inúmeras questões envolvidas, como o custo da mão de obra, que pode variar bastante de região para região, ou também nos casos em que a obra em *light steel frame* é executada diretamente por meio de uma empresa especializada (empreiteira), que geralmente adquire materiais de construção diretamente com fabricantes, pagando preços abaixo dos praticados no varejo, e também possuem uma equipe própria de mão de obra, podendo assim apresentar propostas mais atrativas ao cliente, e vale salientar também que no exemplo utilizado neste estudo, os custos finais para os dois sistemas construtivos não estão tão distantes.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da construção industrializada: Estrutura e vedação**. Volume 1. Brasília, 2015. 208 p.
- ALMEIDA, L. C. **Fundamentos do concreto armado**. Notas de aula da disciplina. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2002. 13 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento**. Norma técnica. Rio de Janeiro, 2014. 225 p.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Lã de rocha**. [S.l.], 2012. 2p.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **Lã de vidro**. [S.l.], 2012. 2p.
- BASTOS, Paulo Sérgio. **Fundamentos Do Concreto Armado**. Notas de aula. Bauru 2006. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>
- CABRAL, C. P. T.; VITAL, B. R.; LUCIA, R, M, D.; PIMENTA, A. S.; SOARES, C. P. B.; CARVALHO, A. M. M. L. **Propriedades de chapas tipo osb, fabricadas com partículas acetiladas de madeiras de eucalyptus grandis, eucalyptus urophylla, eucalyptus cloeziana e pinus elliottii**. Departamento de Engenharia Florestal da UFV. Viçosa, 2006. 10 p.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Caracterização dos projetos-padrão conforme a ABNT NBR 12721:2006**. Sem data de publicação. Disponível em: <<http://www.cub.org.br/projetos-padroao>>. Acesso em 13 de abril de 2018.
- CHIQUITO, Mário S. R. **Projeto de uma fundação do tipo radier**. Ribeirão Preto, 2017. 1 p.
- DIAS, Paulo R. V. **Conceito de BDI**. Orientação técnica. IBEC. Niterói, 2009. 31 p.
- GOMES, C. E. M.; VIVAN, A. L.; SICHIERI, E. P.; PALIARI, J. C. **Light steel frame na produção de moradias no brasil**. Porto, 2015. 8 p.
- GOMES, Jair. **Materiais De Construção I: Alvenaria**. Apostila de aula. CEAP. Macapá, 2009. 30 p.
- GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2008. 49 p.
- GUEDES, M Fernandes. **Alvenaria De Vedação**. Aracaju, 2002. 26 p.
- HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade Econômica Do Uso Do Sistema Construtivo Steel Frame Como Método Construtivo Para Habitações Sociais**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná. Curitiba, 2011. 76 p.

KAEFER, Luís F. **Exemplo de um Projeto Completo de um Edifício de Concreto Armado**. Escola politécnica da USP. São Paulo, 2001. 48 p.

KIRSLYS, Alexandre. **O Que São Encargos Sociais E Trabalhistas E Como Realizar Seus Cálculos?**. Sem data de publicação. Disponível em: < <https://www.erpflex.com.br/encargos-sociais/>>. Acesso em 14 de abril de 2018.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, Métodos E Processos de Projeto E Construção Do Sistema Construtivo *Light Steel Frame***. Dissertação. Universidade Federal De Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013. 157 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. Editora Pini. São Paulo, 2006. 286 p.

MICHALSKI, Ranny Loureiro X. N. **Metodologias para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações**. Rio de Janeiro, 2011. 256 p.

MIRANDA, D; ZAMBONI, L. R. **Estudo Comparativo Entre O Sistema Construtivo *Light Steel Frame* E O Sistema De Alvenaria Convencional Em Casas Populares**. Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2016. 100 p.

PEREIRA, Caio. **O que é Concreto Armado?**. Escola Engenharia, 2015. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-armado/>>. Acesso em: 14 de Abril de 2018.

PEREIRA, Caio. **O que é radier?**. Escola Engenharia, 2013. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>>. Acesso em: 21 de Abril de 2018.

PIÁ, CARLOS F. O. **Impermeabilização e isolamento**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Riograndense, curso técnico de edificações. Pelotas, 2009. 33 p.

PINHEIRO, Libânio M. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. Apostila. EESC São Carlos, 2007. 380 p.

PIRES, João Miguel F. de Sousa. **O método prescritivo na construção de moradias em aço leve**. Dissertação. Técnico Lisboa. Lisboa, 2013. 205 p.

QUIZA, Eduardo. **A HISTÓRIA DO CONCRETO**. Publicado em abril de 2017. Disponível em: < <https://civilizacaoengenharia.wordpress.com/2017/03/22/a-historia-do-concreto/>>. Acesso em: 11 de abril de 2018.

RIBEIRO, Marcel. **Uso do SINAPI na elaboração de orçamentos**. Publicado em abril de 2018. Disponível em: < <https://maiscontroleerp.com.br/sinapi/>>. Acesso em: 12 de maio de 2018.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. CBCA. Rio de Janeiro, 2012. 152 p.

SANTOS, Joaquim C. P.; KOTHE, Kamila K.; MOHAMAD, Gihad; VAGHETTI, Marcos Alberto Oss; RIZZATTI, Eduardo. **Comportamento Térmico De Fechamentos Em Alvenaria Estrutural Para A Zona Bioclimática 2 Brasileira**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015. 18 p.

SILVA, Fernando Benigno da. **Tecnologia Steel Frame**. Revista eletrônica Téchne. Editora Pini. Publicado em junho de 2009. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/steel-frame-286596-1.aspx>. Acesso em: 11 de abril de 2018.

SINDUSCON-MG. **Custos Unitários Básicos de Construção: setembro de 2018**. Disponível em: [http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2018/09/tabela\\_cub\\_setembro\\_2018.pdf](http://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2018/09/tabela_cub_setembro_2018.pdf). Data de emissão: 14/11/2018.

SINDUSCON-PR. **O que é o CUB. Como é calculado**. Sem data de publicação. Disponível em: <https://sinduscon-pr.com.br/o-que-e-o-cub-como-e-calculado-394-p>. Acesso em: 13 de abril de 2018.

SOUZA, Marta Francisca Suassuna Mendes de; RODRIGUES, Rafael Bezerra. **Sistemas Estruturais De Edificações E Exemplos**. Universidade Estadual De Campinas. Campinas, 2008, 93 p.

TAVARES, R. M. S.; CATHERINGER, P. M. S.; SILVA, I. C. C. **Habitação social no brasil: suas origens e principais problemas enfrentados**. Artigo de iniciação científica. FACIG Manhuaçu, 2016. 9 p.

VALENTINI, Joel. **Metodologia para elaboração de orçamentos de obras civis**. Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. 72 p.

## APÊNDICE A - Planilha de custos diretos: alvenaria convencional

Nº	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QT.	V. /UN.	VALOR
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	--	--	--	--
1.1	CAPINA E LIMPEZA MANUAL DE TERRENO	M2	57,86	R\$ 1,11	R\$ 64,22
1.2	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO	M2	57,86	R\$ 10,70	R\$ 619,10
1.3	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	M3	8,68	R\$ 54,99	R\$ 477,31
1.4	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR DE SOLOS TIPO PLACA VIBRATÓRIA. AF_09/2017	M2	57,86	R\$ 0,45	R\$ 26,04
<b>2</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>	--	--	--	--
2.1	FORNECIMENTO/INSTALAÇÃO LONA PLÁSTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZAÇÃO, ESPESSURA 150 MICRAS.	M2	57,86	R\$ 4,93	R\$ 285,04
2.2	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M2	4,80	R\$ 90,97	R\$ 436,64
2.3	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM USO DE TELA Q-159.	KG	291,61	R\$ 10,59	R\$ 3.089,54
2.4	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESSURA DE 15 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_09/2017	M3	8,68	R\$ 336,38	R\$ 2.919,74
<b>3</b>	<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>	--	--	--	--
3.1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA (COM POLÍMEROS TIPO APP), E=3 MM (RADIER)	M2	57,86	R\$ 64,43	R\$ 3.727,92
<b>4</b>	<b>SUPERESTRUTURA</b>	--	--	--	--
4.1	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES.	M2	21,12	R\$ 111,35	R\$ 2.351,71
4.2	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BALDES EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M3	0,99	R\$ 421,47	R\$ 417,26
4.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	234,46	R\$ 7,90	R\$ 1.852,23
4.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	70,92	R\$ 11,91	R\$ 844,66
4.5	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_12/2015	M2	39,06	R\$ 145,42	R\$ 5.680,11
4.6	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	36,76	R\$ 9,75	R\$ 358,41
4.7	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA LAJESPRÉ-MOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREAMÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO,ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M <sup>3</sup>	4,61	R\$ 331,04	R\$ 1.526,09
4.8	LAJE PRÉ-MOLDADA P/PISO, SOBRECARGA 200KG/M2, VAOS ATE 3,50M/E=8CM, C/LAJOTAS E CAP.C/CONC FCK=20MPA, 4CM, INTER-EIXO 38CM, C/ESCORAMENTO (REAPR.3X) E FERRAGEM NEGATIVA	M2	52,44	R\$ 69,96	R\$ 3.668,70
<b>5</b>	<b>ALVENARIAS</b>	--	--	--	--
5.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M <sup>2</sup> COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M2	91,71	R\$ 57,68	R\$ 5.289,83
5.2	CONTRAVERGA PRÉ-MOLDADA PARA VÃOS DE ATÉ 1,5 M DE COMPRIMENTO. AF_03/2016	M	9,24	R\$ 23,40	R\$ 216,22
5.3	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA JANELAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	9,24	R\$ 23,81	R\$ 220,00
5.4	VERGA PRÉ-MOLDADA PARA PORTAS COM ATÉ 1,5 M DE VÃO. AF_03/2016	M	5,46	R\$ 18,22	R\$ 99,48
<b>6</b>	<b>COBERTURA</b>	--	--	--	--
6.1	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO DE 8 M, PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO IÇAMENTO. AF_12/2015	UN	2,00	R\$ 1.462,70	R\$ 2.925,40
6.2	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE MAIS QUE 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_12/2015	M2	71,76	R\$ 58,46	R\$ 4.195,09

6.3	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO PORTUGUESA, COM MAIS DE 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_06/2016	M2	71,76	R\$ 23,18	R\$ 1.663,40
<b>7</b>	<b>REVESTIMENTOS DE PAREDES</b>	--	--	--	--
7.1	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M2	124,21	R\$ 3,00	R\$ 372,64
7.2	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M2	59,21	R\$ 6,34	R\$ 375,37
7.3	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	M2	59,21	R\$ 40,90	R\$ 2.421,57
7.4	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	100,28	R\$ 27,40	R\$ 2.747,67
7.5	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MENOR QUE 5M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	M2	23,93	R\$ 30,08	R\$ 719,81
<b>8</b>	<b>REVESTIMENTOS DE PISO</b>	--	--	--	--
8.1	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	1,42	R\$ 400,49	R\$ 568,69
8.2	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2. AF_06/2014	M2	47,50	R\$ 34,50	R\$ 1.638,97
8.3	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_06/2014	M	52,95	R\$ 4,71	R\$ 249,63
<b>9</b>	<b>REVESTIMENTOS DE TETO</b>	--	--	--	--
9.1	CHAPISCO APLICADO NO TETO, COM ROLO PARA TEXTURA ACRÍLICA. ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA COM PREPARO EM MISTURADOR 300 KG. AF_06/2014	M2	47,50	R\$ 6,09	R\$ 289,28
9.2	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM TETO, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_03/2015	M2	47,50	R\$ 32,70	R\$ 1.553,25
<b>10</b>	<b>ESQUADRIAS</b>	--	--	--	--
10.1	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	UN	3,00	R\$ 585,62	R\$ 1.756,86
10.2	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	UN	1,00	R\$ 491,95	R\$ 491,95
10.3	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO GRADE COM CHAPA, 87X210CM, COM GUARNICOES	M2	1,68	R\$ 502,54	R\$ 844,27
10.4	PORTA EM AÇO DE ABRIR PARA VIDRO SEM GUARNIÇÃO, 87X210CM, FIXAÇÃO COM PARAFUSOS, EXCLUSIVE VIDROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2015	UN	1,00	R\$ 499,10	R\$ 499,10
10.5	JANELA DE AÇO DE CORRER, 4 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, SEM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016	M2	4,00	R\$ 397,68	R\$ 1.590,73
10.6	JANELA DE AÇO BASCULANTE, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, SEM VIDROS, PADRONIZADA. AF_07/2016	M2	1,00	R\$ 435,93	R\$ 435,93
<b>11</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>	--	--	--	--
11.1	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1,00	R\$ 407,47	R\$ 407,47
11.2	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1,00	R\$ 218,32	R\$ 218,32
11.3	TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", PARA PIA DE COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1,00	R\$ 38,25	R\$ 38,25
11.4	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO COM COLUNA, 22L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1,00	R\$ 299,65	R\$ 299,65
11.5	PORTA TOALHA BANHO EM METAL CROMADO, TIPO BARRA, INCLUSO FIXAÇÃO. AF_10/2016	UN	1,00	R\$ 35,65	R\$ 35,65
11.6	PAPELEIRA DE PAREDE EM METAL CROMADO SEM TAMPA, INCLUSO FIXAÇÃO. AF_10/2016	UN	1,00	R\$ 27,58	R\$ 27,58

11.7	SABONETEIRA DE PAREDE EM METAL CROMADO, INCLUSO FIXAÇÃO. AF_10/2016	UN	1,00	R\$ 26,97	R\$ 26,97
11.8	PORTA TOALHA ROSTO EM METAL CROMADO, TIPO ARGOLA, INCLUSO FIXAÇÃO. AF_10/2016	UN	1,00	R\$ 21,90	R\$ 21,90
11.9	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO PARA PIA DE COZINHA 1,50 X 0,60 M - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	1,00	R\$ 398,75	R\$ 398,75
12	<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	--	--	--	--
12.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	26,69	R\$ 12,07	R\$ 322,15
12.2	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	M	6,35	R\$ 13,61	R\$ 86,45
12.3	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	M	9,04	R\$ 19,81	R\$ 179,10
12.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	M	1,49	R\$ 38,06	R\$ 56,71
12.5	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	M	4,91	R\$ 19,37	R\$ 95,11
12.6	COLETOR PREDIAL DE ESGOTO, DA CAIXA ATÉ A REDE (DISTÂNCIA = 6 M, LARGURA DA VALA = 0,65 M), INCLUINDO ESCAVAÇÃO MECANIZADA, PREPARO DE FUNDO DE VALA E REATERRO COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA, TUBO PVC P/ REDE COLETORA ESGOTO JEI DN 100 MM E CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_03/2016	UN	1,00	R\$ 269,40	R\$ 269,40
12.7	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	18,00	R\$ 5,29	R\$ 95,14
12.8	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	3,00	R\$ 5,52	R\$ 16,55
12.9	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	13,00	R\$ 7,24	R\$ 94,09
12.10	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	2,00	R\$ 16,31	R\$ 32,62
12.11	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	4,00	R\$ 7,33	R\$ 29,31
12.12	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	1,00	R\$ 12,78	R\$ 12,78
12.13	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	2,00	R\$ 29,96	R\$ 59,93
12.14	ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 30CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	2,00	R\$ 7,17	R\$ 14,34
12.15	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	1,00	R\$ 20,05	R\$ 20,05
12.16	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTO COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UN	1,00	R\$ 127,89	R\$ 127,89
12.17	CAIXA DE GORDURA SIMPLES EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 40,0 CM COM TAMPA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1,00	R\$ 123,91	R\$ 123,91
12.18	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 750 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	1,00	R\$ 697,23	R\$ 697,23
13	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	--	--	--	--
13.1	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	49,85	R\$ 1,56	R\$ 77,99
13.2	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	134,30	R\$ 2,26	R\$ 303,05
13.3	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	15,12	R\$ 3,53	R\$ 53,38
13.4	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	18,81	R\$ 4,77	R\$ 89,79
13.5	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	11,00	R\$ 21,75	R\$ 239,28

13.6	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	4,00	R\$ 19,23	R\$ 76,90
13.7	PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCLUINDO LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_01/2016	UN	7,00	R\$ 98,83	R\$ 691,84
13.8	CHUVEIRO ELETRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1,00	R\$ 61,81	R\$ 61,81
13.9	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO, DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1,00	R\$ 62,80	R\$ 62,80
13.10	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 240V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	4,00	R\$ 14,42	R\$ 57,69
14	<b>PINTURAS</b>	--	--	--	--
14.1	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	166,07	R\$ 7,72	R\$ 1.282,50
14.2	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM TETO, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	47,50	R\$ 11,20	R\$ 532,00
14.3	VERNIZ SINTETICO EM MADEIRA, DUAS DEMAOS	M2	13,28	R\$ 18,77	R\$ 249,22
<b>CUSTO TOTAL:</b>			<b>R\$ 67.095,42</b>		
<b>SINAPI - MÊS DE REFÊRENCIA: SETEMBRO DE 2018.</b>					

## APÊNDICE B – Planilha de custos diretos: serviços não incluídos na obra-branca

Nº	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN.	QT.	V. /UN.	VALOR
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	--	--	--	--
1.1	CAPINA E LIMPEZA MANUAL DE TERRENO	M2	60,30	R\$ 1,11	R\$ 66,96
1.2	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 1,50M, SEM REAPROVEITAMENTO	M2	60,30	R\$ 10,70	R\$ 645,21
1.3	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M	M3	9,04	R\$ 54,99	R\$ 497,31
1.4	COMPACTAÇÃO MECÂNICA DE SOLO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM COMPACTADOR DE SOLOS TIPO PLACA VIBRATÓRIA.	M2	60,30	R\$ 0,45	R\$ 27,39
<b>2</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>	--	--	--	--
2.1	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 150 MICRAS.	M2	60,30	R\$ 4,93	R\$ 297,04
2.2	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	M2	4,82	R\$ 90,97	R\$ 438,73
2.3	ARMAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE RADIER, COM USO DE TELA Q-159.	KG	303,71	R\$ 10,59	R\$ 3.217,74
2.4	CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESSURA DE 15 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	M3	9,04	R\$ 336,38	R\$ 3.040,83
<b>3</b>	<b>REVETIMENTOS DE PISO</b>	--	--	--	--
3.1	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	1,51	R\$ 400,49	R\$ 604,74
3.2	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2.	M2	50,44	R\$ 34,50	R\$ 1.740,42
3.3	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 35X35CM.	M	55,10	R\$ 4,71	R\$ 259,76
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO DE FORRO</b>	--	--	--	--
4.1	FORRO EM RÉGUAS DE PVC, FRISADO, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO.	M2	50,44	R\$ 30,20	R\$ 1.523,50
<b>5</b>	<b>ESQUADRIAS</b>	--	--	--	--
5.1	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	3,00	R\$ 585,62	R\$ 1.756,86
5.2	KIT DE PORTA DE MADEIRA PARA VERNIZ, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), PADRÃO POPULAR, 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, ITENS INCLUSOS: DOBRADIÇAS, MONTAGEM E INSTALAÇÃO DO BATENTE, SEM FECHADURA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 491,95	R\$ 491,95
5.3	PORTA EM AÇO DE ABRIR PARA VIDRO SEM GUARNIÇÃO, 87X210CM, FIXAÇÃO COM PARAFUSOS, EXCLUSIVE VIDROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 502,54	R\$ 502,54
5.4	JANELA DE AÇO DE CORRER, 4 FOLHAS, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, SEM VIDROS, PADRONIZADA.	M2	4,80	R\$ 397,68	R\$ 1.908,88
5.5	JANELA DE AÇO BASCULANTE, FIXAÇÃO COM ARGAMASSA, SEM VIDROS, PADRONIZADA.	M2	0,36	R\$ 435,93	R\$ 156,94
<b>6</b>	<b>LOUÇAS E METAIS</b>	--	--	--	--
6.1	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPLADA LOUÇA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 407,47	R\$ 407,47
6.2	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 218,32	R\$ 218,32
6.3	TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", PARA PIA DE COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 38,25	R\$ 38,25
6.4	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO COM COLUNA, 22L OU EQUIVALENTE, INCLUSO SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 299,65	R\$ 299,65
6.5	PORTA TOALHA BANHO EM METAL CROMADO, TIPO BARRA, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 35,65	R\$ 35,65
6.6	PAPELEIRA DE PAREDE EM METAL CROMADO SEM TAMPAS, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 27,58	R\$ 27,58
6.7	SABONETEIRA DE PAREDE EM METAL CROMADO, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 26,97	R\$ 26,97
6.8	PORTA TOALHA ROSTO EM METAL CROMADO, TIPO ARGOLA, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 21,90	R\$ 21,90

6.9	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO PARA PIA DE COZINHA 1,50 X 0,60 M - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 398,75	R\$ 398,75
<b>7</b>	<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	--	--	--	--
7.1	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	26,69	R\$ 12,07	R\$ 322,15
7.2	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	M	6,35	R\$ 13,61	R\$ 86,45
7.3	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	M	9,04	R\$ 19,81	R\$ 179,10
7.4	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	M	1,49	R\$ 38,06	R\$ 56,71
7.5	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO.	M	4,91	R\$ 19,37	R\$ 95,11
7.6	COLETOR PREDIAL DE ESGOTO, DA CAIXA ATÉ A REDE (DISTÂNCIA = 6 M, LARGURA DA VALA = 0,65 M), INCLUINDO ESCAVAÇÃO MECANIZADA, PREPARO DE FUNDO DE VALA E REATERRO COM COMPACTAÇÃO MECANIZADA, TUBO PVC P/ REDE COLETORA ESGOTO JEI DN 100 MM E CONEXÕES - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	1,00	R\$ 269,40	R\$ 269,40
7.7	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	18,00	R\$ 5,29	R\$ 95,14
7.8	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	3,00	R\$ 5,52	R\$ 16,55
7.9	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	13,00	R\$ 7,24	R\$ 94,09
7.10	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	2,00	R\$ 16,31	R\$ 32,62
7.11	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	4,00	R\$ 7,33	R\$ 29,31
7.12	TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	1,00	R\$ 12,78	R\$ 12,78
7.13	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	2,00	R\$ 29,96	R\$ 59,93
7.14	ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 30CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	2,00	R\$ 7,17	R\$ 14,34
7.15	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO.	UN	1,00	R\$ 20,05	R\$ 20,05
7.16	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UN	1,00	R\$ 127,89	R\$ 127,89
7.17	CAIXA DE GORDURA SIMPLES EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 40,0 CM COM TAMPA - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1,00	R\$ 123,91	R\$ 123,91
7.18	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 750 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	1,00	R\$ 697,23	R\$ 697,23
<b>8</b>	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	--	--	--	--
8.1	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	49,85	R\$ 1,56	R\$ 77,99
8.2	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	134,30	R\$ 2,26	R\$ 303,05
8.3	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 4 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	15,12	R\$ 3,53	R\$ 53,38
8.4	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM <sup>2</sup> , ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	M	18,81	R\$ 4,77	R\$ 89,79
8.5	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	UN	11,00	R\$ 21,75	R\$ 239,28
8.6	TOMADA BAIXA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	4,00	R\$ 19,23	R\$ 76,90

8.7	PONTO DE ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL INCLUINDO INTERRUPTOR SIMPLES, CAIXA ELÉTRICA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCLUINDO LUMINÁRIA E LÂMPADA).	UN	7,00	R\$98,83	R\$ 691,84
8.8	CHUVEIRO ELETRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO.	UN	1,00	R\$61,81	R\$ 61,81
8.9	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES SEM BARRAMENTO, DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA - FORNECIMENTO E INSTALACAO.	UN	1,00	R\$62,80	R\$ 62,80
8.10	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 240V, FORNECIMENTO E INSTALACAO.	UN	4,00	R\$14,42	R\$ 57,69
9	<b>PINTURAS</b>	--	--	--	--
9.1	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX PVA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	M2	216,83	R\$ 7,72	R\$ 1.674,51
9.2	VERNIZ SINTETICO EM MADEIRA, DUAS DEMAOS.	M2	13,28	R\$18,77	R\$ 249,22
<b>CUSTO TOTAL:</b>			<b>R\$ 24.622,34</b>		
<b>SINAPI - MÊS DE REFÊRENCIA: SETEMBRO DE 2018.</b>					