

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Maurício da Costa Lourenço**

**ELABORAÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO PARA O  
SISTEMA CONSTRUTIVO DE LIGHT STEEL FRAME  
APLICADO A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Porto Alegre  
Dezembro, 2018.

**MAURÍCIO DA COSTA LOURENÇO**

**ELABORAÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO PARA O  
SISTEMA CONSTRUTIVO DE LIGHT STEEL FRAME  
APLICADO A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de  
Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de  
Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
como parte dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Civil

**Orientadora: Luciani Somensi Lorenzi**  
**Coorientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
Dezembro, 2018.

**MAURÍCIO DA COSTA LOURENÇO**

**ELABORAÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO PARA O  
SISTEMA CONSTRUTIVO DE LIGHT STEEL FRAME  
APLICADO A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

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

Porto Alegre, 13 de dezembro de 2018

Profa. Luciani Somensi Lorenzi  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientadora

Prof. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Coorientadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

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

**Prof. José Alberto Azambuja (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Profa. Luciani Somensi Lorenzi por aceitar me orientar e por dividir comigo seus conhecimentos; por seu apoio e dedicação, orientando-me e compartilhando seu conhecimento durante a realização deste trabalho.

Agradeço à Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira pela dedicação e sabedoria transmitida em suas palavras.

Agradeço à minha família, que esteve ao meu lado ao longo de toda minha trajetória, ajudando-me e apoiando-me em todas minhas decisões e momentos difíceis; bem como à Dilma, que a considero da família, pelos valores ensinados desde a minha infância, pelo apoio concedido e por ter acreditado em meu potencial.

Agradeço aos meus amigos que encontrei na universidade, que tornaram essa etapa única e sem eles certamente não seria quem sou hoje.

Agradeço aos meus amigos Felipe e Henrique, que trabalharam comigo, pela disposição e generosidade em responder às minhas dúvidas e por fornecer dados essenciais para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que hoje eu pudesse estar aqui.

*"Se fracassar, ao menos que fracasse ousando grandes feitos, de modo que a sua postura não seja nunca a dessas almas frias e tímidas que não conhecem nem a vitória nem a derrota."*

*(Theodore Roosevelt)*

## RESUMO

A busca por alternativas construtivas mais eficientes, sustentáveis e rápidas, torna-se fundamental quando a construção civil é posta de frente com os desafios atuais da sociedade como o déficit habitacional e a necessidade de preservação ambiental. Dentro deste cenário, o sistema *Light Steel Frame* mostra-se uma solução adequada, apresentando esses valores, inovação e sustentabilidade, em seu processo de industrialização, porém o sistema ainda é pouco difundido e aproveitado no Brasil. Neste trabalho será realizado um estudo de um projeto de alto padrão de um sobrado executado em *Light Steel Frame* localizado na cidade de Porto Alegre/RS com o objetivo de obter o Custo Unitário Básico (CUB) para esse sistema construtivo. Num primeiro momento são apresentados alguns conceitos aplicados a este modelo de construção, os materiais empregados no processo construtivo e, depois dessa base teórica e através do projeto arquitetônico e estrutural, realizou-se o levantamento quantitativo de todo o material utilizado através do método MRP (*Material Requirement Planning*), a fim de obter um maior detalhamento dos itens do projeto. Através de pesquisas com as empresas fornecedoras dos materiais e de montagem foi possível identificar os custos unitários de cada item e realizar uma análise dos resultados obtidos. Posteriormente, com todo o levantamento de materiais e custos obtidos, é possível obter o CUB por metro quadrado do projeto. Nas considerações finais são feitas algumas conclusões quanto ao resultado e materiais utilizados, procurando contribuir para o crescimento do sistema em *Light Steel Frame* na construção civil.

Palavras-chave: *Light Steel Frame*; Levantamento quantitativo; Construção civil; Custo unitário básico.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento do trabalho .....	12
Figura 2 – Desenho esquemático de uma residência em <i>Light Steel Frame</i> .....	13
Figura 3 – Corte esquemático de uma laje radier .....	15
Figura 4 – Detalhe esquemático da ancoragem de um painel estrutural do sistema em <i>LSF</i> a uma fundação radier .....	16
Figura 5 – Perfis tipo “Ue” e “U” utilizados em <i>Light Steel Frame</i> .....	17
Figura 6 – Esqueleto estrutural do sistema <i>LSF</i> .....	17
Figura 7 – Desenho esquemático de laje úmida .....	18
Figura 8 – Desenho esquemático de laje seca .....	19
Figura 9 – Residência com telha <i>shingle</i> .....	20
Figura 10 – Composição do sistema <i>shingle</i> .....	21
Figura 11 – Residência com placas OSB e manta de PEAD .....	24
Figura 12 – Placas de gesso acartonado .....	25
Figura 13 – Sistema <i>SmartSide</i> .....	26
Figura 14 – Fluxograma previsto .....	27
Figura 15 – Exemplo de planilha de composição analítica de custos unitários .....	29
Figura 16 – Planta baixa do projeto arquitetônico do térreo .....	31
Figura 17 – Planta baixa estrutural do térreo em <i>Light Steel Frame</i> .....	32
Figura 18 – Custo total da superestrutura em <i>LSF</i> .....	44
Figura 19 – Custo total da cobertura .....	45
Figura 20 – Custo total do fechamento externo .....	46
Figura 21 – Custo total do fechamento interno .....	47
Figura 22 – Custo total do fechamento do forro .....	48
Figura 23 – Custo total do contrapiso de concreto armado .....	49
Figura 24 – Custo total da impermeabilização .....	50
Figura 25 – Custo total dos revestimentos .....	51
Figura 26 – Custo total da pintura .....	52
Figura 27 – Custo total das esquadrias .....	53
Figura 28 – Custo total do projeto em <i>LSF</i> .....	54
Figura 29 – Representatividade de cada item no custo total .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões, peso e aplicações das placas OSB .....	24
Tabela 2 – Levantamento de material da superestrutura em <i>Light Steel Frame</i> .....	37
Tabela 3 – Coeficientes utilizados no levantamento quantitativo de materiais do sistema <i>LSF</i> .....	38
Tabela 4 – Levantamento quantitativo de painel externo em <i>LSF</i> .....	39
Tabela 5 – Levantamento quantitativo de painel de telhado em <i>LSF</i> .....	40
Tabela 6 – Levantamento quantitativo de forro em <i>LSF</i> .....	40
Tabela 7 – Levantamento quantitativo de piso em <i>LSF</i> .....	41
Tabela 8 – Composição unitária de um painel externo em <i>LSF</i> .....	43
Tabela 9 – Composição unitária do forro da suíte do quarto casal em <i>LSF</i> .....	43
Tabela 10 – Resultado final detalhado da superestrutura em <i>LSF</i> .....	45
Tabela 11 – Resultado final detalhado da cobertura .....	46
Tabela 12 – Resultado final detalhado do fechamento externo .....	46
Tabela 13 – Resultado final detalhado do fechamento interno .....	47
Tabela 14 – Resultado final detalhado do fechamento do forro .....	48
Tabela 15 – Resultado final detalhado do contrapiso de concreto armado .....	49
Tabela 16 – Resultado final detalhado da impermeabilização .....	50
Tabela 17 – Resultado final detalhado dos revestimentos .....	51
Tabela 18 – Resultado final detalhado da pintura .....	52
Tabela 19 – Resultado final detalhado das esquadrias .....	53
Tabela 20 – Obtenção do Custo Unitário Básico .....	55

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

BOM – *Bill of Material*. Estrutura de produto

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

CUB – Custo Unitário Básico

EIFS – *External Insulation and Finishing System*. Sistema de revestimento externo

EPS – *Expanded polystyrene*. Poliestireno expandido moldado

LSF – *Light Steel Frame*

MRD – *Material Requirement Planning*. Planejamento dos requisitos dos materiais

NBR – Norma Brasileira

OSB – *Oriented Strand Board*. Painéis de aparas médias

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PU – Poliuretano

PVA – Acetato de Polivinilo

RF – Resistentes ao Fogo

RU – Resistentes à Umidade

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

TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamento

## LISTA DE SÍMBOLOS

m – Metro

cm – Centímetro

mm – Milímetro

m<sup>2</sup> - Metro quadrado

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 DIRETRIZES DE PESQUISA</b> .....	10
2.1 OBJETIVOS .....	10
<b>2.1.1 Objetivo principal</b> .....	10
<b>2.1.2 Objetivo secundário</b> .....	10
2.2 DELIMITAÇÕES .....	11
2.3 LIMITAÇÕES .....	11
2.4 DELINEAMENTO .....	11
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA <i>LIGHT STEEL FRAME</i></b> .....	13
3.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS .....	14
<b>3.1.1 Fundação</b> .....	14
<b>3.1.2 Painéis</b> .....	16
<b>3.1.3 Lajes</b> .....	18
<b>3.1.4 Coberturas</b> .....	20
<b>3.1.5 Fechamento Vertical</b> .....	22
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	27
4.1 MÉTODO <i>MRP (MATERIAL REQUIREMENT PLANNING)</i> .....	28
4.2 ORÇAMENTO ANALÍTICO OU DETALHADO .....	28
4.3 CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB) .....	30
4.4 PROJETO .....	30
<b>4.4.1 Fundação</b> .....	33
<b>4.4.2 Estrutura dos painéis</b> .....	33
<b>4.4.3 Fechamento dos painéis</b> .....	34
<b>4.4.4 Isolamento</b> .....	35
<b>4.4.5 Lajes</b> .....	35
<b>4.4.6 Painéis de cobertura</b> .....	35
<b>4.4.7 Escada</b> .....	35
<b>4.4.8 Impermeabilização</b> .....	36
<b>4.4.9 Instalações</b> .....	36
<b>4.4.10 Revestimentos</b> .....	36
<b>4.4.11 Esquadrias</b> .....	36
<b>5 DESENVOLVIMENTO DA ORÇAMENTAÇÃO</b> .....	37
5.1 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO .....	37
5.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO .....	41

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	44
<b>5.3.1 Superestrutura em LSF</b> .....	44
<b>5.3.2 Cobertura</b> .....	45
<b>5.3.3 Fechamento Externo</b> .....	46
<b>5.3.4 Fechamento Interno</b> .....	47
<b>5.3.5 Fechamento do Forro</b> .....	48
<b>5.3.6 Contrapiso de Concreto Armado</b> .....	48
<b>5.3.7 Impermeabilização</b> .....	49
<b>5.3.8 Revestimentos</b> .....	50
<b>5.3.9 Pintura</b> .....	51
<b>5.3.10 Esquadrias</b> .....	52
<b>5.3.11 Total</b> .....	53
5.4 OBTENÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB) .....	55
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	56
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	57
APÊNDICE A – Projeto, perspectivas e detalhamento dos painéis em <i>Light Steel Frame</i> .	61
APÊNDICE B – Levantamento Quantitativo do Projeto em <i>Light Steel Frame</i> .....	73
APÊNDICE C – Composição do Custo Unitário do Projeto em <i>Light Steel Frame</i> .....	76
ANEXO A – Plantas do projeto arquitetônico.....	79

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que com o vertiginoso crescimento da população mundial ao longo dos anos, o setor da construção civil foi diretamente afetado e a necessidade de se ter uma moradia também aumentou de maneira significativa. Neste sentido, pode-se observar que o material utilizado para essas construções varia de acordo com a região e principalmente qual é a matéria-prima disponível nesses locais.

No Brasil, atualmente a construção civil ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e por apresentar grande desperdício. O mercado tem buscado meios que possam mudar essa situação, porém ainda de forma lenta se comparada a outros setores da economia. Em meio a essa realidade, os construtores têm buscado opções mais eficientes e de melhor qualidade para suas construções e que não aumentem consideravelmente seus custos (CRASTO et al., 2006).

O sistema construtivo predominante na maioria das construções no país ainda é composto por alvenaria. Esse sistema é formado por blocos cerâmicos ou tijolos, unidos com ou sem argamassa de ligação, feitos com fiadas dispostas horizontalmente uma sobre as outras. Nesse método, há um elevado número de mão de obra, o material é encontrado de maneira facilitada e possui um preço acessível, o que torna um sistema adequados para os moldes do Brasil (PEDROSO, 2017).

Apesar dessas vantagens, há alguns fatores que causam impactos negativos que podem ser observados desde a origem do processo de fabricação dos materiais até o fim de seu ciclo de vida: poluição na fabricação, desperdício de material, manutenção e possível demolição.

Em meio a esse cenário, o sistema *Light Steel Frame* está se inserindo gradativamente no mercado da construção civil. Esse método construtivo, que tem sua origem nos Estados Unidos, no século XIX, surgiu pela necessidade de se construir habitações utilizando a matéria-prima disponível na região. Tendo como base perfis de aço moldados a frio projetado para suportar as cargas da edificação, caracteriza-se pela estrutura metálica com galvanização (proteção anticorrosiva) e fechamento em chapas delgadas, não utilizando blocos e armações. Os materiais utilizados para os revestimentos podem ser feitos de gesso acartonado (*drywall*),

chapas de madeiras OSB (*Oriented Strand Board*), placas cimentícias, policloreto de polivinila (*siding* vinílico) e o sistema EIFS (*External Insulation and Finishing System*).

Tendo em vista esse sistema construtivo, o presente trabalho abordará as principais características do método de construção em *Light Steel Frame*, avaliando suas particularidades e materiais que podem ser utilizados.

O Custo Unitário Básico (CUB) faz parte do dia-a-dia do setor da construção no país. É ele que possibilita uma primeira referência de custos dos mais diversos empreendimentos e também permite o acompanhamento da evolução desses custos ao longo do tempo. Ressaltar a sua importância é destacar a necessidade de um bom planejamento em todas as etapas de uma obra.

Este trabalho visa elaborar o Custo Unitário Básico (CUB/m<sup>2</sup>) de um projeto em *Light Steel Frame* de uma residência unifamiliar de padrão médio-alto localizada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

## 2 DIRETRIZES DE PESQUISA

As diretrizes para a elaboração do trabalho são descritas nos itens a seguir.

### 2.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste presente trabalho são divididos em principal e secundários, conforme descritos abaixo.

#### 2.1.1 Objetivo principal

A presente pesquisa tem por objetivo buscar dados e reunir o material necessário para realizar o Custo Unitário Básico (CUB/m<sup>2</sup>) de uma obra realizada com o sistema *Light Steel Frame*.

#### 2.1.2 Objetivo secundário

Os objetivos secundários deste trabalho resumem-se em:

- a) identificar os tipos de materiais necessários para executar uma construção de alto padrão feita em *LSF* e mostrar, por meio de planilhas orçamentárias detalhadas, o custo total da obra;
- b) estudar as propriedades e características dos diferentes tipos de revestimentos externos que existem no sistema *LSF*;
- c) fazer um estudo de caso do projeto de uma edificação de alto padrão e obter o custo por m<sup>2</sup> (metro quadrado) referente ao sistema construtivo utilizado;
- d) obtenção do Custo Unitário Básico (CUB/m<sup>2</sup>) em relação ao ano de 2018 de uma residência em *LSF* realizada em Porto Alegre/RS.

## 2.2 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se à obtenção do custo de uma obra de alto padrão realizada com o sistema de *Light Steel Frame* e utilização de materiais conforme a demanda de usuários do Rio Grande do Sul. Analisou-se o projeto de uma residência unifamiliar localizada na cidade de Porto Alegre/RS.

## 2.3 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) não foram orçados os seguintes revestimentos externos: *siding* vinílico, *EIFS* e sistema de placa cimentícia;
- b) não foram orçadas as instalações prediais e a fundação do projeto;
- c) estudo de uma única unidade de edificação habitacional em *Light Steel Frame*;
- d) a obtenção do CUB/m<sup>2</sup> se refere exclusivamente ao projeto estudado, não sendo valor de referência a outras obras.
- e) aos dados disponibilizados pelos responsáveis da execução da edificação e fornecimento do material ao projeto: tipo de revestimento, materiais utilizados, precificação dos materiais e custo de mão de obra.

## 2.4 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na Figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização do sistema de vedação vertical em *Light Steel Frame*;
- c) caracterização dos métodos orçamentários utilizados;
- d) quantificação dos materiais para execução de paredes em cada composição;
- e) orçamento de cada composição de paredes;
- f) orçamento de cada material utilizado na construção da obra;
- g) obtenção do CUB/m<sup>2</sup> (Custo Unitário Básico) do sistema *LSF* referente a uma obra de alto padrão localizada no Rio Grande do Sul;
- h) considerações finais.

A pesquisa bibliográfica realizada inicialmente teve por objetivo obter conhecimento fundamentado sobre o sistema *Light Steel Frame* com a finalidade de adquirir fundamentos teóricos para a apresentação do tema.

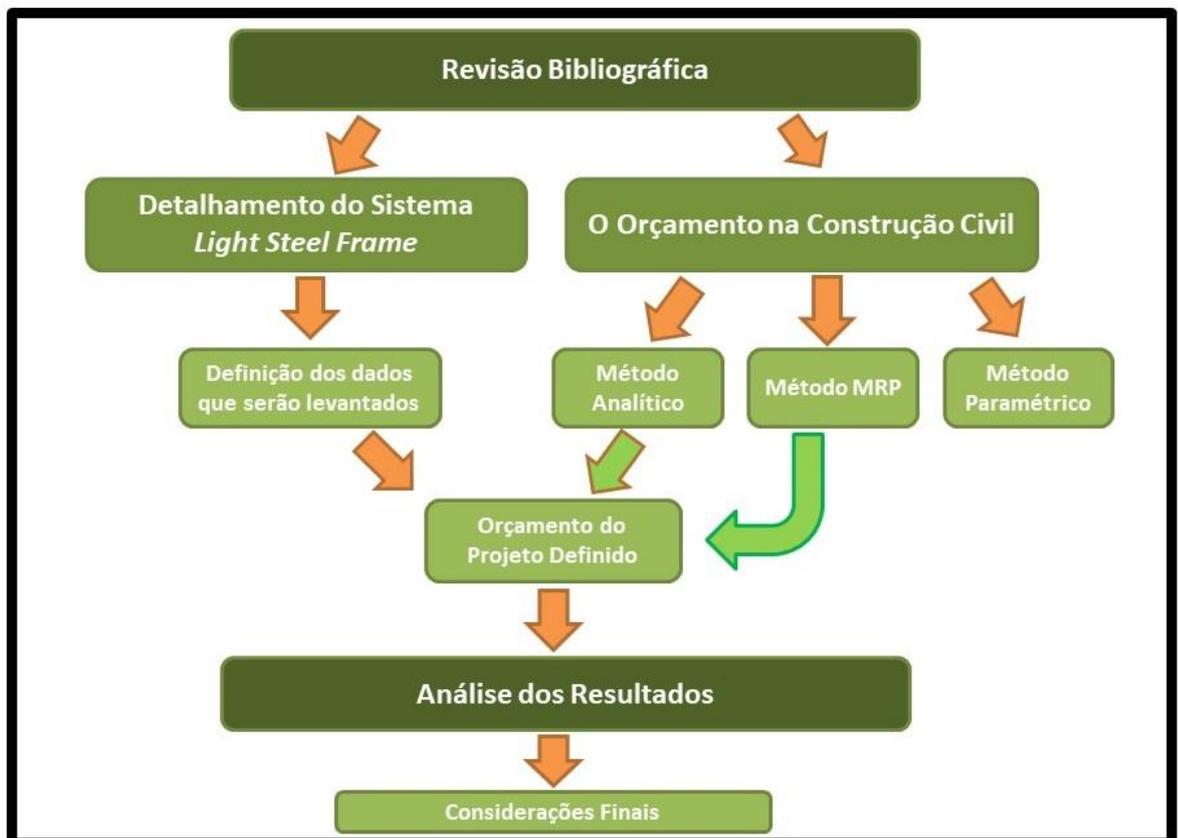
Com base na pesquisa bibliográfica foi possível iniciar a segunda etapa: a caracterização do sistema de vedação em *Light Steel Frame*, com o propósito de apresentar os processos de execução e tipos de materiais utilizados.

Já na terceira etapa, tem-se um estudo da metodologia orçamentária presente na construção civil utilizada para a obtenção orçamento do projeto. É feita a análise do projeto arquitetônico e o levantamento e identificação dos materiais presentes em cada segmento do projeto.

A partir do levantamento de materiais realizado, na quarta etapa tem-se o quantitativo de cada material utilizado no sistema a partir de composições fornecidas pelo construtor responsável pela obra localizada em Porto Alegre/RS e preços dos insumos de empresas do mercado construtivo.

Na última etapa, por fim, determinou-se o CUB do sistema construtivo em *Light Steel Frame* de acordo com os materiais utilizados no projeto; e foram apresentadas as considerações finais expondo os principais pontos observados no trabalho e os resultados obtidos.

Figura 1: Delineamento do trabalho

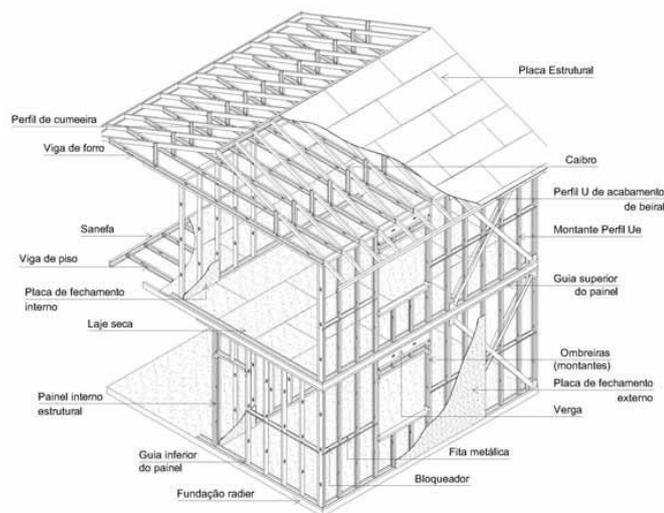


(fonte: elaborada pelo autor)

### 3 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAME*

O conceito do *Light Steel Frame* se caracteriza por ser um sistema muito leve e também muito resistente. Segundo CONSULSTEEL (2014), um outro aspecto do *LSF* que o diferencia de outros sistemas construtivos tradicionais é que está composto por uma quantidade de elementos ou “subsistemas” (estruturais, de ventilação, de revestimentos e instalações) funcionando em conjunto. Por isso, pode-se dizer que estes subsistemas estão relacionados e a escolha e seleção de materiais influenciam em uma maior eficiência do sistema como um todo. Na ilustração a seguir, é possível visualizar esquematicamente, a estrutura e os subsistemas de uma casa *Light Steel Frame*. (Figura 2).

Figura 2: Desenho esquemático de uma residência em *Light Steel Frame*



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p.14)

O *Light Steel Frame* também é conhecido por ser um sistema de construção a seco, onde os elementos estruturais utilizados são pré-fabricados em indústrias e, com isso, a utilização de água deve-se somente à etapa da construção das fundações e do tipo de revestimento aplicado.

## 3.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS

Neste item serão detalhadas as etapas de execução de uma edificação em *Light Steel Frame*, subdivididas em fundação, painéis, lajes, cobertura e fechamento.

### 3.1.1 Fundação

Por se tratar de uma estrutura mais leve se comparado a técnicas construtivas mais usuais, a construção em *Light Steel Frame* não requer fundações profundas, utilizando-se somente de sistemas mais simples. Como a carga de toda estrutura é distribuída de maneira uniforme ao longo de todos os painéis estruturais, a fundação deverá ser superficial e contínua (SANTIAGO et al., 2012).

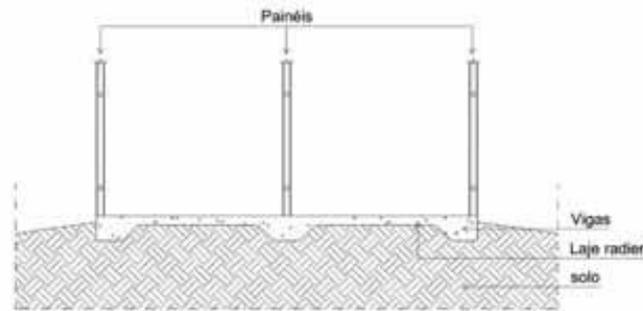
Ainda para Santiago et al. (2012), dentre as fundações sob cargas contínuas pode-se destacar: radier e a sapata corrida. A escolha do tipo adequado parte do estudo do solo através de sondagens, da topografia e do nível do lençol freático no terreno. As fundações são executadas da mesma forma que outros sistemas construtivos convencionais e deve-se, assim como em qualquer outra fundação, manter um controle sobre as fissuras e ter cuidado com a impermeabilização tomando precauções para evitar futuras infiltrações e presença de umidade na estrutura. A seguir será destacada a fundação tipo laje radier, que foi a fundação utilizada no projeto em estudo e também métodos de ancoragem dos painéis à fundação.

#### 3.1.1.1 Laje Radier

O radier é considerado um tipo de fundação, sua função assemelha-se como a de uma laje, que recebe toda a carga da estrutura e a transmite para o terreno. Seus componentes estruturais são a laje contínua de concreto, e as vigas que se localizam no perímetro da laje e em locais onde mais for necessário para fornecer rigidez no plano de fundação contínua (SANTIAGO et al., 2012).

Existem três tipos de radier: armado, protendido ou com concreto reforçado com fibras. Cada sistema possui suas características construtivas e sua utilização depende das características do solo e da escala do projeto. Abaixo, na Figura 3, há um corte esquemático de uma fundação do tipo radier.

Figura 3: Corte esquemático de uma laje radier



(fonte: SANTIAGO et al., 2012 p.27)

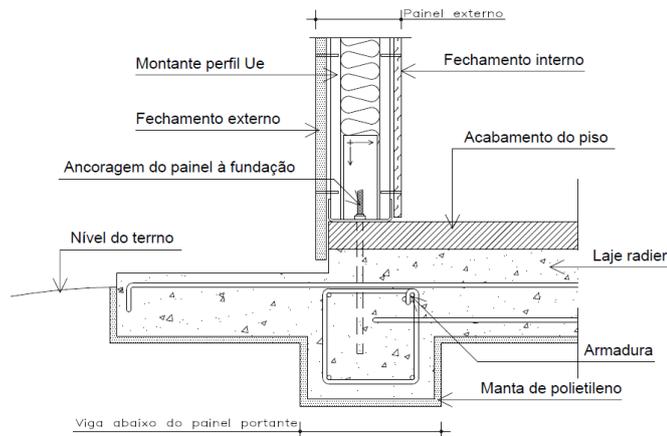
### 3.1.1.2 Ancoragem

Como a estrutura *LSF* é considerada “leve”, ela está susceptível a esforços horizontais gerados pela ação do vento podendo causar movimentos de rotação e translação de toda a estrutura. Nessa acepção, faz-se necessário o uso de elementos para fixar os painéis estruturais na fundação e impedir o deslocamento dos mesmos. Estes elementos são chamados de ancoragem (SANTIAGO et al., 2012).

Há vários tipos de ancoragem que podem ser utilizados no sistema *LSF*, os mais empregados são: ancoragem química com barra roscada (Figura 4) e a ancoragem expansível com torque radial e uniforme com chumbadores do tipo *parabolts*, esse último método de fixação foi o escolhido pelo responsável do projeto em estudo. Segundo *Construcción con Acero Liviano – Manual de Procedimiento CONSULSTEEL* (2002 apud SANTIAGO et al., 2012, p.28), “A escolha da ancoragem mais eficiente depende do tipo de fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido às cargas, condições climáticas e ocorrência de abalos sísmicos.”

Há também uma ancoragem provisória que é utilizada no processo de montagem dos painéis da estrutura do pavimento térreo. Essa ancoragem é executada fixando pinos na fundação utilizando uma pistola a pólvora. O objetivo da ancoragem provisória é facilitar a montagem mantendo os painéis no prumo (Maso, 2017 apud SANTIAGO et al., 2012, p.28).

Figura 4: Detalhe esquemático da ancoragem de um painel estrutural do sistema em *LSF* a uma fundação radier



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p.27)

### 3.1.2 Painéis

Segundo CONSULSTEEL (2014), o conceito principal das estruturas feitas com *Steel Framing* é dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais, de maneira que cada um resista a uma parte da carga total. Com isto, é possível utilizar elementos mais esbeltos, mais leves e fáceis de manejar.

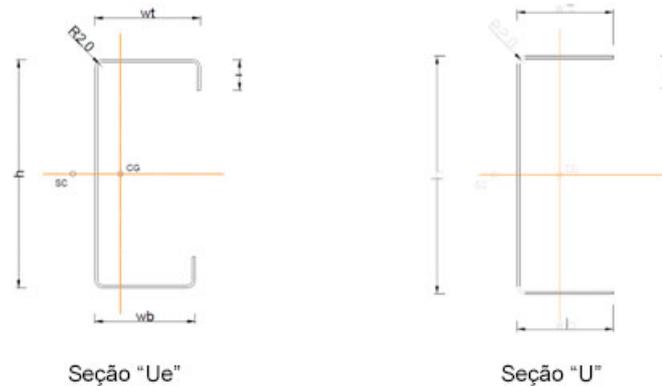
Os painéis do sistema *LSF* podem desempenhar dois tipos de funções: como painéis estruturais, que além de formarem parte da vedação do sistema, são capazes de funcionar como estrutura da edificação e também possuem função única de elemento de fechamento de áreas (SANTIAGO et al., 2012).

Para os autores, os painéis que têm função estrutural são capazes de absorver os esforços horizontais resultantes do vento ou de abalos sísmicos, assim como as cargas verticais originadas do peso próprio da estrutura e da sobrecarga devido à utilização. Por conseguinte, essas cargas absorvidas pelos painéis estruturais são transferidas à fundação existente. Esses painéis são formados por elementos verticais de seção transversal mais reforçadas tipo “Ue” denominados montantes e que também podem ser utilizados como elementos horizontais, designado guias (Figura 5).

De acordo com CONSULSTEEL (2014), uma parede em *Steel Framing*, com um painel estrutural composto por uma quantidade de perfis do tipo “Ue” denominados montantes,

transmitem suas cargas verticalmente, por contato direto através de suas almas, estando suas seções alinhadas.

Figura 5: Perfis tipo “Ue” e “U” utilizados em *Light Steel Frame*

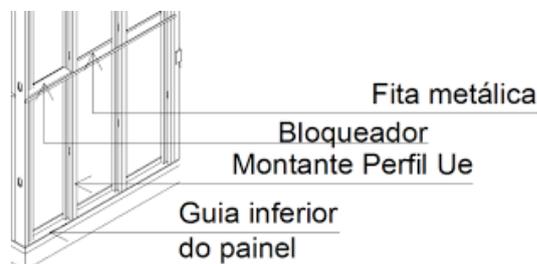


(fonte: GYPSTEEL, 2017)

A distância entre os montantes ou modulação, é calculada previamente no projeto estrutural conforme solicitação de cada perfil e geralmente é de 400 ou 600 mm. Há casos onde se tem painéis que suportam cargas muito elevadas como um reservatório, que a modulação pode ser diminuída a 200 mm (SANTIAGO et al., 2012).

A modulação também pode ser padronizada (400 ou 600 mm) de acordo com a empresa responsável pelo cálculo estrutural. Utilizou-se, no projeto estudado, painéis com espaçamento de 600 mm entre montantes pois essa configuração atendeu aos carregamentos do projeto. Na Figura 6 está exemplificado o esqueleto estrutural do sistema *LSF*.

Figura 6: Esqueleto estrutural do sistema *LSF*



(fonte: SANTIAGO et al., 2012, p.36)

Enquanto os montantes possuem função estrutural, transferindo as cargas à fundação, vigas e demais painéis, as guias, além de possuir função estrutural, também têm função de fixar os

montantes com o objetivo de montar um painel estrutural. Essa fixação é feita através de parafusos galvanizados do tipo auto-perfurantes ou auto-atarrachantes, além da utilização de rebites, suas características (comprimento, diâmetro, ponta) varia conforme as peças e suas funções na estrutura. (SANTIAGO et al., 2012).

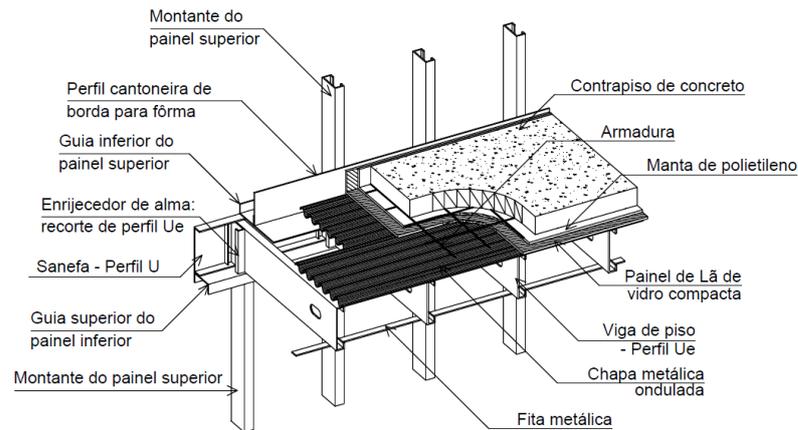
### 3.1.3 Lajes

As lajes em *LSF* possuem elementos muito semelhantes aos painéis, formados por perfis de aço galvanizado de seção "Ue", chamados treliças, com uma modulação prevista conforme projeto com o objetivo de transferir as cargas provenientes do carregamento e peso próprio da laje para os painéis seguindo o conceito de estrutura alinhada (MASO, 2017).

#### 3.1.3.1 Tipos de Lajes

Segundo Santiago et al. (2012), as lajes podem ser diferenciadas de acordo com o contrapiso utilizado. A laje úmida, como vê-se na Figura 7, composta por uma chapa metálica ondulada que serve de fôrma para o concreto, mas também com função de armadura positiva, é aparafusada às vigas de piso. Complementando a laje úmida, é executada uma camada de 4 a 6 cm de concreto, que pode ser do tipo armado ou simples, que formará a superfície do contrapiso. Também pode-se colocar um material de isolamento, uma camada de lã de vidro compacta, entre a chapa metálica e o concreto para melhorar o desempenho termoacústico. Depois de concretado, o contrapiso pode receber qualquer tipo de revestimento disponível e definido em projeto.

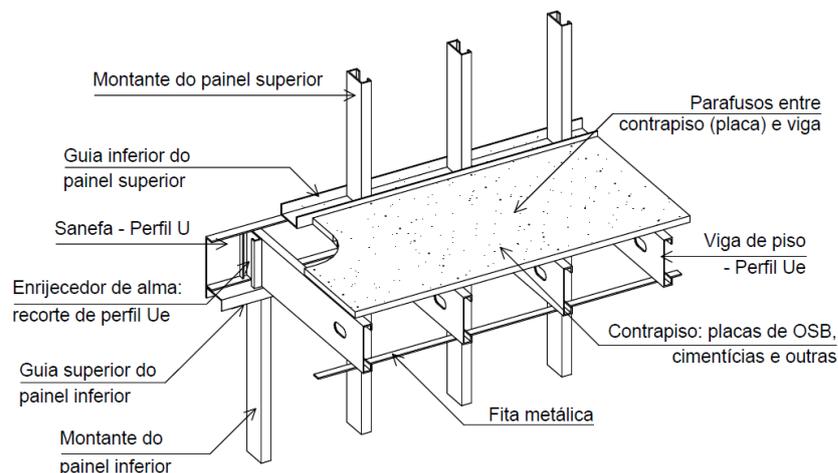
Figura 7: Desenho esquemático de laje úmida



(fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura 2012, p.55)

A laje também pode ser do tipo seca, Figura 8, com a utilização de placas rígidas de OSB ou placas cimentícias aparafusadas à estrutura do piso. Somente poderão ser utilizadas placas com características estruturais. A placa mais utilizada é a OSB com 18 mm de espessura que além de apresentar fácil instalação por ser considerada leve, possui propriedades estruturais (SANTIAGO et al., 2012).

Figura 8: Desenho esquemático de laje seca



(fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura 2012, p.56)

Outro método bastante praticado pelos montadores e indicado por projetistas é a montagem da laje com placas OSB aparafusadas nas vigas de piso, dispondo-se uma manta isolante sobre as placas OSB com a função de proteger, pois posteriormente sobre a manta, é lançada uma

argamassa de contrapiso. O método citado acima foi utilizado na execução do projeto estudado e a camada de argamassa de contrapiso utilizada foi de 4 cm.

### 3.1.4 Coberturas

O telhado destina-se a proteger das ações de intempéries, como a chuva, a neve, raios solares, vento e ajuda também no isolamento acústico e térmico de uma residência.

De acordo com Moliterno (2010), o telhado é formado por duas partes principais:

- Cobertura: Podendo ser de materiais diversos, desde que suas propriedades sejam resistentes a intempéries e impermeáveis. Sua composição pode ser de telha cerâmica, até telhas metálicas e asfálticas.
- Armação: Nomenclatura utilizada para os elementos estruturais, pode-se citar o caibro, terças, ripas, tesouras e contraventamentos. Os materiais utilizados para sua elaboração podem ser madeira, aço, alumínio ou concreto armado.

A cobertura de uma residência em *Light Steel Frame* pode ser projetada com os mais diversos materiais, como se fosse um telhado de uma estrutura convencional. A grande diferença ocorre na estrutura, onde no *LSF* é executada somente com aço galvanizado por ser característico do sistema.

A estrutura de uma cobertura em *LSF* funciona como painéis, com o conceito principal de dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais equidistantes, de maneira que cada um resista uma parte da carga total.

O telhado asfáltico, é o mais indicado para o sistema *LSF* devido ao seu baixo peso, em torno de quatro vezes menor do que uma telha cerâmica, e seu nome comercial é telha *shingle*. Esse telhado é composto por uma manta em fibra de vidro agregado a materiais asfálticos e cerâmicos (CAMPOS, 2014). Na Figura 9 temos a representação de uma residência com a telha *shingle*, esse mesmo sistema foi utilizado no projeto em estudo.

Figura 9: Residência com telha *shingle*



(fonte: própria do autor)

De acordo com BRASILIT (2013), a telha *shingle* é muito utilizada atualmente, com um uso aproximado de 80% nas residências norte-americanas. Essa tecnologia migrou para o Brasil e seu uso tem se tornado recorrente. A composição do sistema possui vários elementos, na Figura 10 os mesmos estão representados, conforme legenda abaixo.

- 1) Pannel estruturado sobre os caibros, geralmente se utilizam placas OSB (*Oriented Strand Board*).
- 2) Subcobertura, que ajuda na impermeabilização do sistema devido à sua composição asfáltica ou de outro material impermeável.
- 3) Telhas *shingle*, são produzidas com base asfáltica e manta de fibra de vidro, cobertas com materiais granulados.
- 4) Cumeeiras de ventilação, melhoram a circulação de ar, garantindo conforto térmico à edificação.
- 5) As telhas, por serem muito flexíveis, permitem uma adaptação perfeita nas diversas partes da união entre as águas do telhado, o que dispensa peças para acabamento.

Figura 10: Composição do sistema *shingle*



(fonte: BRASILIT, 2013)

### 3.1.5 Fechamento Vertical

Os painéis que compõe a estrutura em *LSF* não são compostos apenas por perfis de aço galvanizado. Por se tratar de um sistema autoportante, as chapas que são aplicadas como revestimento interno e externo funcionam não só como fechamento, mas também como contraventamento de toda a estrutura.

O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas de uma edificação. Segundo Santiago et al. (2012), no sistema *LSF*, seus componentes de fechamento devem ser constituídos por elementos leves, compatíveis com o conceito da estrutura dimensionada para suportar vedações de baixo peso-próprio.

O conceito fundamental do sistema *LSF* se faz presente também na fabricação de seus revestimentos. Como visto anteriormente, os painéis do sistema apresentam modulação de 400 ou 600 mm e as placas de fechamento possuem dimensão de 1,20x2,40m. Nesse aspecto, analisa-se que a própria modulação estrutural é dimensionada para uma melhor otimização da utilização de chapas ou placas.

Os materiais empregados na construção das vedações devem atender a critérios e requisitos que proporcionem satisfação às exigências dos usuários e a habitabilidade da edificação. De acordo com a NBR 15575, há alguns requisitos fundamentais que atendem a essas necessidades, entre eles pode-se citar:

- a) Segurança estrutural;
- b) Segurança ao fogo;
- c) Estanqueidade;
- d) Conforto termoacústico;
- e) Conforto visual;
- f) Adaptabilidade ao uso;
- g) Higiene;
- h) Durabilidade;
- i) Economia.

A vedação da estrutura pode ser executada com diferentes tipos de materiais e sistemas, são eles:

- Placas OSB (*Oriented Strand Board*);

- Placas cimentícias;
- *Siding Vinílico*;
- EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*);
- Gesso acartonado;
- *SmartSide*.

Suas utilizações dependem das especificações do projeto e também da escolha do proprietário e projetistas. Cada elemento possui suas características e recomendações que devem ser seguidas em toda sua execução. A seguir, serão explicitadas as particularidades de cada material utilizado na execução do projeto.

#### 2.1.5.1 Placas OSB (Oriented Strand Board)

As placas OSB são chapas prensadas de lascas de madeira reflorestadas em camadas.

Os painéis de partículas orientadas ou *Oriented Strand Boards*, mais conhecidos como OSB, foram dimensionados para suprir uma característica demandada, e não encontrada, tanto na madeira aglomerada tradicional quanto nas chapas MDF – a resistência mecânica exigida para fins estruturais. Os painéis são formados por camadas de partículas ou de feixes de fibras com resinas fenólicas, que são orientados em toda direção e num só plano, e então prensados para sua consolidação (ZENID, 2009, p. 32).

As placas OSB além de serem utilizadas como painéis de vedação interior e exterior de painéis, também podem servir como forros, substrato para cobertura de telhado e pisos, como já visto neste trabalho. Devido a suas propriedades, as placas não devem estar sujeitas a intempéries, necessitando de impermeabilização quando aplicados em áreas externas.

Como o projeto estudado trata-se de uma residência de alto padrão, o proprietário optou pela utilização de placas OSB tanto na parte externa como na parte interna dos painéis para obter um melhor desempenho termoacústico. As placas também foram utilizadas, como visto anteriormente, como substrato da cobertura de telhado e como estrutura das lajes úmidas.

Essas placas podem ser encontradas no mercado em várias espessuras e características específicas para cada uso. A especificação vai depender do espaçamento dos perfis, bem como a carga e o projeto estrutural. Em lajes secas, a placa OSB deve ter entre 15,00 mm e 18,30 mm,

garantindo assim uma maior resistência aos esforços verticais. São comercializadas nas dimensões de 1,20 m x 2,40 m conforme Tabela 1 extraída do catálogo do fabricante LP Brasil:

Tabela 1: Dimensões, peso e aplicações das placas OSB

Espessura (mm)	Dimensão (m)	Peso por placa (kg)	Aplicação
9,5	1,20 x 2,40 1,20 x 3,00	17,5 21,9	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 40 cm
11,1	1,20 x 2,40 1,20 x 3,00	20,4 25,6	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 60 cm
15,1	1,20 x 2,40	27,8	Paredes com perfis espaçados a no máximo 60 cm e telhados a no máximo 80 cm Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 40 cm
18,3*	1,20 x 2,40	33,7	Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 60 cm

(fonte: LP BUILDING PRODUCTS, 2012)

As placas não possuem uma resistência elevada à umidade, necessitando assim de uma camada de impermeabilização sobre as placas. O material mais utilizado é uma manta de polietileno de alta densidade (PEAD)<sup>1</sup>, também chamada de “membrana hidrófuga”, representada na Figura 11 abaixo, que garante sua estanqueidade e evita a condensação de vapor no interior dos painéis, o que permite a passagem de umidade do interior para o exterior do fechamento e evitando a entrada de água de fora para dentro (SANTIAGO, 2008).

Figura 11: Residência com placas OSB e manta de PEAD



(fonte: SUL MÓDULOS, 2014-2016)

<sup>1</sup> As mantas de polietileno de alta densidade (PEAD) com as propriedades descritas são comercializadas no Brasil sob as marcas Tyvek (fabricante DuPont) e Vario (fabricante Saint-Gobain).

### 3.1.5.2 Gesso acartonado

As placas de gesso acartonado, por não apresentarem alta resistência a intempéries, devem ser utilizadas somente como revestimento interior da construção (SANTIAGO, 2012). No projeto em questão, o gesso acartonado foi empregado nas divisórias internas entre cômodos e também como revestimento dos forros e em cômodos, designados conforme suas características, as quais estão abaixo citadas.

Segundo a NBR 14715, norma que especifica os requisitos para as chapas de gesso acartonado destinadas à execução de paredes, forros e revestimentos internos, há uma classificação entre as placas de gesso acartonado segundo suas aplicações, que podem ser:

- *Standard* (ST), placa destinada para aplicação em paredes localizadas em áreas secas;
- Resistente à Umidade (RU), também conhecida como placa verde, para paredes destinadas a ambientes sujeitos à ação da umidade, por tempo limitado de forma intermitente;
- Resistente ao Fogo (RF), conhecida como placa rosa, para aplicação em áreas secas, em paredes com exigências especiais de resistência ao fogo.

As placas de gesso acartonado utilizadas no sistema *LSF*, Figura 12, são as mesmas presentes no sistema de vedação *drywall* e não são consideradas estruturais.

Figura 12: Placas de gesso acartonado



(fonte: DINIZ, 2015)

### 3.5.1.3 *SmartSide*

O sistema *SmartSide*, utilizado no projeto estudado somente como revestimento externo, também pode ser empregado como revestimento interno de paredes e divisórias. O sistema é formado por placas OSB, já vistas em item anterior, com a aparência de madeira natural e resistente à ação de intempéries, através de uma película de resina aplicada na face externa e acabamento.

Os painéis possuem tripla função, pois além de revestir e vedar as paredes, também auxiliam no contraventamento da estrutura (BRASGIPS, 2014-2016).

Contendo uma variedade de texturas, desde superfícies lisas a consistências como o cedro, possibilita diferentes acabamentos de fachadas como pode ser visto na Figura 13 abaixo (BLUE LINX, 2012-2018).

Figura 13: Sistema *SmartSide*

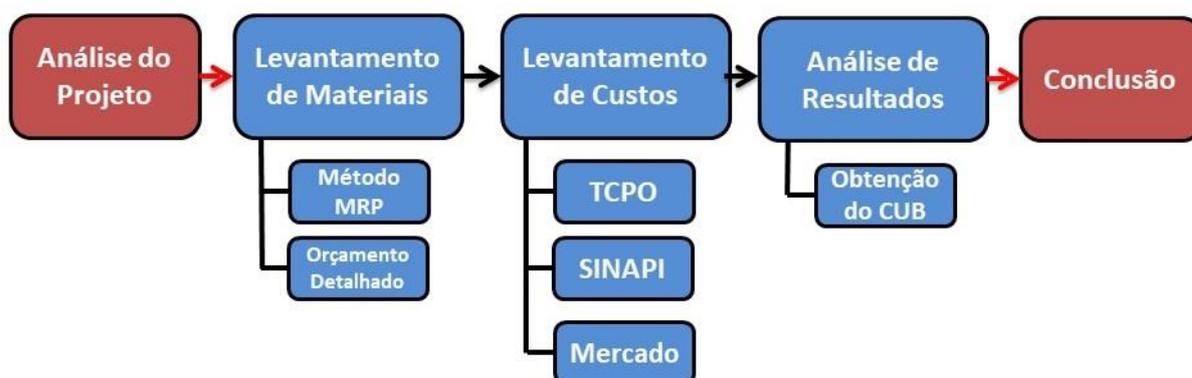


(fonte: BLUE LINX, 2012-2018)

## 4 METODOLOGIA

A metodologia de realização deste trabalho pode ser dividida em etapas conforme o fluxograma abaixo.

Figura 14: Fluxograma previsto



(fonte: própria do autor)

A primeira etapa, que compreende a análise do projeto é de extrema importância devido à sua influência para os resultados finais. O projeto arquitetônico é a base para a elaboração do orçamento e, portanto, deve ser executado de tal forma que se respeite os conceitos de modulação e as particularidades do sistema.

O processo de orçamentação é imprescindível para atingir os resultados e será elaborado a partir do levantamento de dados com base no projeto desenvolvido estudado, já os custos unitários serão obtidos através de tabelas como a Tabela de Composição e Preços para Orçamentos (TCPO) da PINI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) da Caixa Federal e de empresas do setor privado localizadas em Porto Alegre/RS que forneceram material e mão de obra para a construção da residência.

No orçamento serão considerados os elementos de superestrutura (paredes e fechamento), cobertura, revestimento, forros, impermeabilizações de áreas molhadas e molháveis, pintura e esquadrias.

Elementos construtivos como a fundação, as instalações elétricas, hidráulicas, de gás e ar condicionado não serão abordados neste trabalho, sendo possíveis itens de estudo para outros trabalhos.

Após ter todos os quantitativos e valores orçados através do projeto arquitetônico, é possível obter o valor total de construção da residência e, por consequência, seu preço por m<sup>2</sup> (metro quadrado) de área construída (CUB/m<sup>2</sup>).

#### 4.1 MÉTODO *MRP* (*MATERIAL REQUIREMENT PLANNING*)

A abordagem deste trabalho visou o detalhamento orçamentário referente à precificação de cada painel, ou seja, para obter o valor total do projeto, analisou-se cada painel separadamente, identificando cada serviço que estava agregado a ele.

O método realizado neste trabalho baseou-se no sistema *MRP* (*Material Requirement Planning*), que pode ser traduzido por planejamento das necessidades (ou requisitos) de materiais. Este sistema considera um dado produto, constituído por seus componentes, de maneira “explodida” até o último nível de detalhe. Isso define toda a lista de material, mais conhecida como *BOM* (*Bill Of Material*) de determinado item (MARTINS et. al., 2001).

#### 4.2 ORÇAMENTO ANALÍTICO OU DETALHADO

Para realizar o orçamento, inicialmente é feita uma relação dos serviços a serem executados, com suas respectivas quantidades e seus preços. A discriminação orçamentária auxilia na montagem da lista dos itens e também numa maior precisão do orçamento. As quantidades a serem executadas são medidas seguindo um determinado conjunto de critérios de medição. Posteriormente busca-se os preços unitários em tabelas, livros ou calculados em *softwares* específicos de acordo com fórmulas próprias (TAVES, 2014).

Existem vários tipos de orçamento, cada um possuindo uma finalidade e com dependência de disponibilidade de dados. No projeto em estudo, que foi baseado no método *MRP* já visto anteriormente, foi utilizado o método de orçamento analítico ou detalhado que é composto por uma relação extensiva dos serviços ou atividades a serem executados na obra. Este método apresenta um maior grau de precisão, exigindo uma quantidade maior de informações.

Os orçamentos mais precisos exigem que o conjunto de dados do projeto esteja desenvolvido (projetos arquitetônicos, hidráulicos, elétricos, estruturais, especificações técnicas, etc.). Com estes elementos, os profissionais preparam listas das quantidades de serviços a serem executados, medidos das plantas de acordo com critérios específicos (GONZÁLEZ, 2008).

Nas composições de custos já estão considerados todos os materiais e equipamentos necessários, bem como a mão-de-obra, com preços que levam em conta transporte, aluguel, leis sociais e outros acréscimos. A soma dos produtos de cada quantidade por seu preço unitário correspondente fornece o custo total direto da obra, basicamente composto pelos custos de canteiro.

Também devem ser consideradas outras despesas, relacionadas direta ou indiretamente com a obra (tais como custos administrativos ou financeiros). A taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) leva em consideração a qualidade do projeto e também da execução, e busca acrescentar o lucro desejado e considerar todas as despesas não relacionadas explicitamente no orçamento (TAVES, 2014).

Pode-se dizer que a qualidade do orçamento discriminado depende de medições criteriosas, composições de custos adequadas, preços de mercado e um bom sistema informatizado. Na Figura 15, tem-se o exemplo de uma planilha de composição de custos unitários.

Figura 15: Exemplo de planilha de composição analítica de custos unitários

Item	Un.	Quantid ade	Preço Unitári o	Preço Total
1. SERVIÇOS PRELIMINARES				2.913,13
1.1 Abrigo provisório	m <sup>2</sup>	12,00	130,19	1.562,26
1.2. Ligação provisória de luz e força	vb	1,00	169,78	169,78
1.3. Instalação provisória de água	vb	1,00	447,09	447,09
1.4. Tapume de chapa de madeira	m <sup>2</sup>	29,40	19,69	578,92
1.5. Locação de obra	m <sup>2</sup>	48,40	1,94	94,07
1.6. Raspagem e limpeza do terreno	m <sup>2</sup>	180,00	0,34	61,01
2. INFRAESTRUTURA				1.137,86
2.1. Forma de tábuas de pinho	m <sup>2</sup>	42,72	13,78	588,74
2.2. Armadura CA-50A ou CA-50B	kg	225,00	1,01	226,14
2.3. Preparo de concreto estrutural	m <sup>3</sup>	4,50	68,60	308,68
2.4. Escavação manual de valas	m <sup>3</sup>	3,60	3,97	14,30
-----				
13. SERVIÇOS COMPLEMENTARES				543,03
Execução e regularização de base para revestimento de pisos	m <sup>2</sup>	26,33	1,54	40,46
Preparo de concreto não estrutural	m <sup>3</sup>	2,11	61,09	128,67
Execução de lastro de concreto não estrutural	m <sup>2</sup>	26,33	9,92	261,09
13.2. Limpeza geral	m <sup>2</sup>	200,00	0,56	112,81
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>xx.xxx,xx</b>
<b>TOTAL COM BDI (x%)</b>				<b>yy.yyy.yy</b>

(fonte: ÁVILA et. al., 2003)

### 4.3 CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB)

De acordo com o item 3.9 da Norma Brasileira ABNT NBR 12721:2006, o conceito de Custo Unitário Básico (CUB) é:

“Custo por metro quadrado de construção do projeto-padrão considerado, calculado de acordo com a metodologia estabelecida em 8.3, pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, em atendimento ao disposto no artigo 54 da Lei nº 4.591/64 e que serve de base para a avaliação de parte dos custos de construção das edificações.”

A NBR 12721:2006 também define os critérios de coleta, cálculo, insumos representativos e os pesos de acordo com os padrões de construção (baixo, normal e alto), que levam em conta as condições de acabamento, a qualidade do material empregado e os equipamentos existentes.

De acordo com Sinduscon-MG (2007), o objetivo básico do CUB é disciplinar o mercado de incorporação imobiliária, servindo como parâmetro na determinação dos custos dos imóveis.

Por se tratar de um parâmetro médio, no valor do CUB não estão considerados os custos referentes às especificidades da construção, como o valor do terreno, fundações especiais, paisagismo, elevadores, instalações e equipamentos diversos, obras complementares, impostos, taxas, honorários, etc. (MATTOS, 2006).

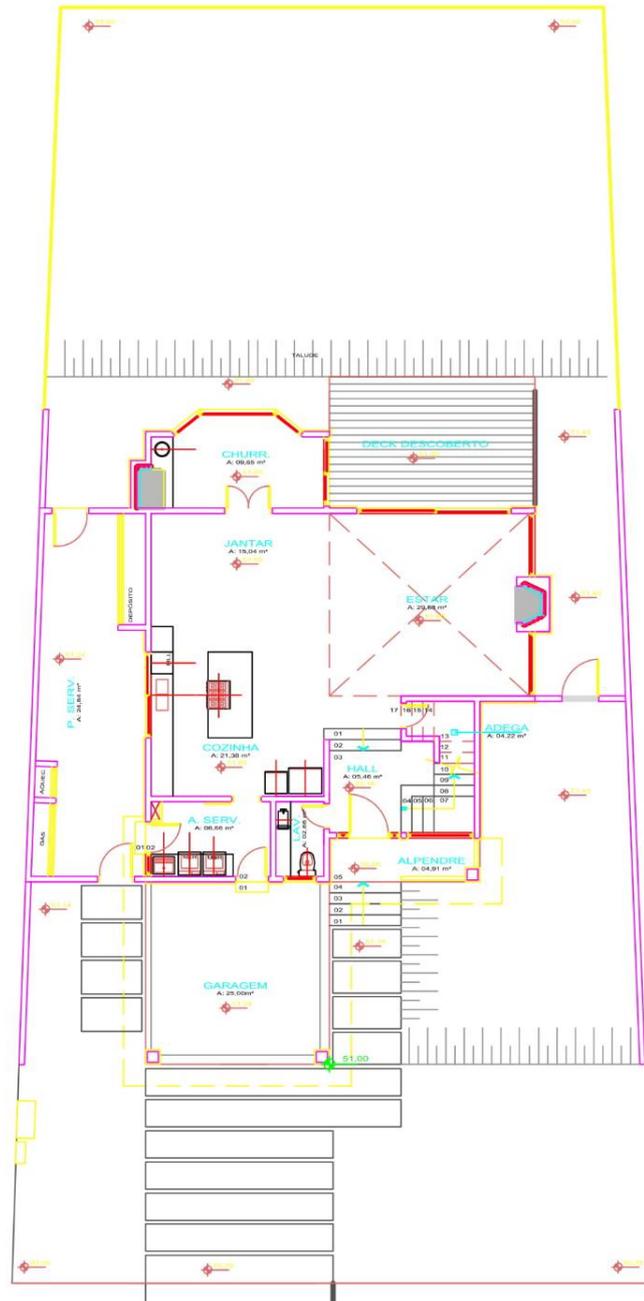
A metodologia de cálculo do CUB é simples e permite a consecução de indicadores muito realistas. Os salários, os preços dos materiais de construção, as despesas administrativas e os custos com aluguel de equipamentos são pesquisados mensalmente pelos Sindicatos da Indústria da Construção de todo o país (JUNQUEIRA, 2018). A pesquisa, preferencialmente, é realizada junto às construtoras, mas também pode, eventualmente, ser realizada junto a fornecedores da indústria, do comércio atacadista ou varejista, conforme prevê o item 8.3.3 da ABNT NBR 12721:2006: “no caso dos materiais de construção, a coleta pode eventualmente ser realizada com informações levantadas junto a fornecedores da indústria, do comércio atacadista ou varejista, sendo que os preços dos materiais, posto obra, devem incluir as despesas com tributos e fretes”.

### 4.4 PROJETO

A habitação de estudo é uma residência unifamiliar de dois pavimentos, no pavimento superior estão localizadas três suítes (banheiros e quartos) e no pavimento inferior os demais cômodos, conforme planta baixa mostrada a seguir Figura 16. A residência possui aproximadamente

227,37 m<sup>2</sup> de área privativa, seguindo os parâmetros de uma habitação de alto padrão localizada na cidade de Porto Alegre/RS.

Figura 16: Planta baixa do projeto arquitetônico do térreo



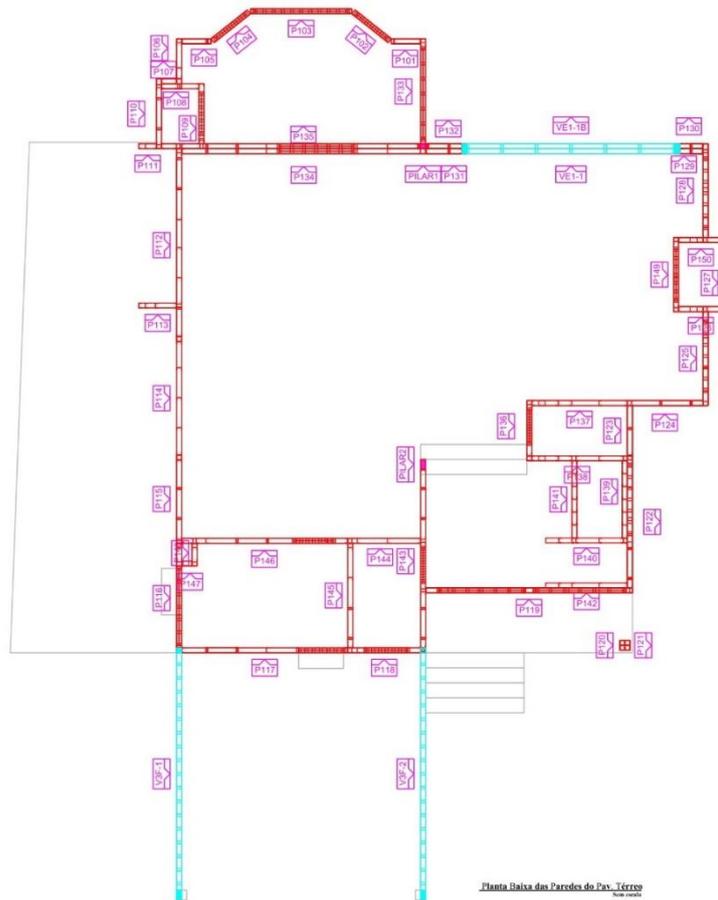
(fonte: Bruna Charak Jany, 2018)

O restante das plantas baixas do projeto arquitetônico se encontra detalhado no Anexo A deste trabalho.

A superestrutura do *LSF* é composta por painéis estruturais tipo “Ue” de aço galvanizado formados a frio com espessura de 0,8, 0,95 e 1,25 mm de acordo com as solicitações estruturais e em alguns casos foi necessário o uso de reforços como parafusos extras e chapas do tipo Gousset para a fixação dos mesmos. Além disso, necessitou-se do uso de cantoneiras com dimensões de 20x10cm e chapas “L” com espessura de 1,25 mm e tamanho 3,0 m, para a fixação das treliças e tesouras localizadas, respectivamente, nas lajes e telhado.

Na Figura 17 é possível observar a planta baixa estrutural do térreo do projeto em *Light Steel Frame*. As elevações dos painéis e o detalhamento dos mesmos estão apresentadas no Apêndice A deste trabalho.

Figura 17: Planta baixa estrutural do térreo em *Light Steel Frame*



(fonte: Software *Vertex BD Building Design*)

Para melhor entendimento do projeto, a seguir são discriminados os métodos e materiais que foram utilizados em cada etapa da construção.

#### 4.4.1 Fundação

A fundação adotada para a realização deste projeto em *Light Steel Frame* foi o radier, devido à boa capacidade de suporte do solo adotado. Com relação a características construtivas e estruturais, é o tipo de fundação que mais se adequa ao modelo e, tratando-se de perfis leves e parâmetros de perfil geológico favorável, justifica sua implantação.

O valor agregado do CUB não leva em conta o preço da fundação, ou seja, a mesma não será abordada na realização do orçamento.

#### 4.4.2 Estrutura dos painéis

Toda a estrutura é formada por painéis estruturais tipo “Ue” de aço galvanizado formados a frio com espessura de 0,8, 0,95 e 1,25 mm. O contato dos painéis de aço galvanizado com o concreto da laje radier tem de ser evitado pois, apesar de o aço possuir uma camada de zinco como proteção, é possível que a água, juntamente com agentes de intemperismo, cause danos à estrutura. Para que isso não ocorra, faz-se o uso de uma manta asfáltica ou de uma banda acústica, que é uma fita autoadesiva de espuma de elastômero, que deve ser posicionada entre a guia inferior dos painéis e o radier na fixação dos painéis de *Light Steel Frame* com o intuito de criar uma camada separadora entre esses materiais e, também, auxiliando na regularização da laje radier. Por sua elasticidade, essa fita adapta-se à rugosidade e às imperfeições das superfícies e, desse modo, aumenta a vedação e absorve as vibrações sonoras, atenuando significativamente a transmissão de ruídos entre os ambientes (BRASILIT, 2016). Um outro uso da banda acústica é quando há o contato direto entre a estrutura de aço e os painéis OSB, fato localizado na laje de piso e nos degraus da escada, assim evitando possíveis ruídos de atrito entre esses dois materiais.

Por característica da empresa responsável pelo projeto estrutural e fornecimento do aço, o espaçamento entre os montantes é de 600 mm em todas os painéis de paredes. Sua montagem foi realizada toda “in loco”, ou seja, os montantes, guias e acessórios foram entregues em fardos no local da obra, sendo a empresa montadora responsável pela painelização.

A ligação entre os perfis metálicos é realizada rebites e reforçados, quando necessário, com parafusos auto brocantes do tipo Philips ponta broca de 4,8x19mm resistentes à corrosão.

A fixação dos painéis na fundação é realizada com chumbadores *parabolt* do tipo PBA 3/8x5” e nos montantes é feito também por parafusos do tipo Philips ponta broca de 4,8x19mm.

#### 4.4.3 Fechamento dos painéis

O fechamento dos painéis de *LSF* é composto por placas OSB, placas de gesso acartonado e revestimento do tipo *LAP SmartSide*, além da utilização de isolantes térmico-acústicos no interior da estrutura.

Nas paredes externas, a face externa foi fechada com placas OSB de 1,20x2,40 m e 11,1 mm de espessura, fixadas nos montantes por parafusos ponta broca sem asa de 4,2x32 mm posicionados a cada 15 cm no perímetro da placa e a cada 30 cm nos montantes intermediários.

Outro material empregado no fechamento externo é a manta de PEAD que garante a estanqueidade à água da estrutura, impedindo que a mesma atinja os perfis metálicos e a placa OSB, ao mesmo tempo em que permite a saída de vapor e umidade do interior da edificação.

Por fim, utilizou-se do sistema *LAP SmartSide* com 9,5 mm de espessura como acabamento do fechamento externo. Ele é fixado com parafusos cabeça estriada e ponta broca de 4,2x32 mm posicionados a cada 15 cm em sua extensão. O acabamento é realizado com uma camada de primer e duas demãos de tinta acrílica.

A face interna das paredes foi revestida por placas OSB de 1,20x2,40 m e 11,1 mm de espessura, fixadas nos montantes e bloqueadores por parafusos ponta broca sem asa de 4,2x32 mm posicionados a cada 15 cm no perímetro da placa e a cada 30 cm nos montantes intermediários.

Posteriormente, quando voltadas para áreas secas, foram fechadas por placas de gesso acartonado Standard de 1,20x1,80 m e 12,5mm de espessura fixados por parafusos trombeta ponta agulha 25 e posicionados a cada 25 cm e a 1 cm da borda. Quando a face interna está para áreas molhadas como banheiros, o fechamento foi realizado com placas de gesso acartonado do tipo RU (Resistentes à Umidade). Nas placas de gesso acartonado é necessário realizar o tratamento de juntas com massas e fitas. O acabamento das paredes nas áreas secas é feito com aplicação de duas demãos de selador e tinta látex, e nas áreas molhadas com a aplicação de revestimento cerâmico assentado com argamassa colante.

#### **4.4.4 Isolamento**

Compondo o interior das paredes do *Light Steel Frame* é comum a utilização de materiais isolantes que melhorem o desempenho da edificação quanto aos fatores térmicos e acústicos.

No projeto estudado, foi considerado a aplicação de lã de vidro com espessura de 70 mm em todas as paredes da edificação, atendendo assim exigências mínimas da norma NBR 10152: 1992 que estabelece condições de ruídos em determinados ambientes da edificação.

#### **4.4.5 Lajes**

Como estrutura das lajes, utilizou-se treliças com espaçamento máximo de 40 cm de eixo a eixo, posteriormente colocou-se manta acústica com o objetivo de evitar o contato da treliça de aço com a placa OSB de 1,20x2,40 m e 18 mm de espessura utilizada. Após, colocou-se uma manta plástica para servir como isolamento entre a placa OSB e a camada de 4 cm de concreto armado que foi utilizada como contrapiso.

#### **4.4.6 Painéis de cobertura**

Para composição da cobertura foi considerado um telhado do tipo inclinado com painéis de cobertura, semelhantes aos painéis utilizados na estrutura vertical, em aço galvanizado formado a frio. Para o telhado foram utilizadas placas OSB de 1,20x2,40 m e 11,1 mm de espessura e uma subcobertura impermeabilizante com feltro asfáltico para proteger a placa OSB de agentes de intemperismo e telhas do tipo asfáltica ou *shingle*, que tem como característica a leveza e desempenho satisfatório na questão de isolamento de telhado.

#### **4.4.7 Escada**

Para a montagem das escadas, fez-se o uso de painéis estruturais de aço, placas OSB e posterior revestimento com pedra de granito. Esses últimos foram revestimentos com pedra de granito em toda sua extensão e assentados com argamassa colante.

#### **4.4.8 Impermeabilização**

A impermeabilização foi realizada nas áreas molhadas, que estão em contato direto com a água, e também nas áreas molháveis. No primeiro caso, fez-se a impermeabilização com manta asfáltica de todo o piso do banheiro e, no caso das áreas molháveis, impermeabilizou-se somente o rodapé com revestimento de base acrílica.

#### **4.4.9 Instalações**

As instalações elétricas, hidrossanitárias, de gás e ar condicionado serão executadas de acordo com os projetos e normas da ABNT, ficando alterado somente o processo executivo adaptado ao *Light Steel Frame*. O levantamento de quantitativos e orçamentos das instalações não abordados neste trabalho.

#### **4.4.10 Revestimentos**

Foi utilizado, em toda a extensão da residência, exceto em áreas molhadas, o piso vinílico como revestimento da laje, que foi feita com placas OSB e concreto armado. Já os ambientes que possuem área molhada foram revestidos com revestimento cerâmico acima da mesma laje citado anteriormente. Para a fixação do piso foi utilizada uma cola de uso especial para esse tipo de revestimento. Ademais, fez-se o orçamento de rodapés colocados em todos os cômodos do projeto, fixados com cola PU (cola de poliuretano).

Nos acabamentos de paredes internas e forros, fez-se o uso de duas demãos de selador, duas demãos de massa corrida à base de PVA e também duas demãos de tinta látex para um melhor acabamento da superfície.

#### **4.4.11 Esquadrias**

Não existe restrição quanto ao tipo e o método de fixação nas paredes de esquadrias no sistema construtivo em *Light Steel Frame*. Em alguns cômodos se utilizou esquadrias do tipo PVC e outras em madeira, com tamanho variados de acordo com o projeto arquitetônico.

No projeto são previstos também churrasqueira e lareiras, nesses locais foram utilizadas placas de gesso acartonado do tipo RF, que possuem bom desempenho em contato com o fogo.

## 5 DESENVOLVIMENTO DA ORÇAMENTAÇÃO

### 5.1 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO

O processo de orçamentação será dividido em três etapas principais: o levantamento quantitativo dos serviços analisados na execução do projeto, a montagem da composição unitária e a pesquisa de preço. O levantamento quantitativo é a etapa seguinte à análise dos projetos.

A quantidade de aço e rebites foi obtida através do *software Vertex BD Building Design* utilizado pela empresa que realizou o projeto e forneceu toda estrutura da obra. O levantamento da quantidade de parafusos, chumbadores e acessórios necessários para a completa montagem da estrutura foi obtido através dos métodos executivos da mesma empresa, localizada em Porto Alegre/RS.

Tabela 2: Levantamento de Material da Superestrutura em *Light Steel Frame*

	MATERIAL	Unidade	Total
Estrutura em Light Steel Frame	Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #1,25mm	kg	481,04
	Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95mm	kg	4023,65
	Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80mm	kg	4215,88
	Rebite de Aço de Repuxo 4,8x10	un.	17668
	Parafuso Flangeado Philips Ponta Broca 4,8x19mm	un.	17598
	Pino de Aço/Chumbadores PBA 3/8x5	un.	136
	Parafuso Sextavado Ponta Broca 14x3 PB N3	un.	400
	Chapas de Gousset	un.	562
	Chapas "L"	un.	65
	Cantoneiras de 30cm	un.	300
	Cantoneiras Padrão	un.	600

(fonte: própria do autor)

O fechamento dos painéis de *LSF* é composto por placas OSB, placas de gesso acartonado, revestimento *LAP SmartSide*, e outros elementos como parafusos e o sistema de tratamento de juntas para o gesso acartonado.

É importante destacar que para o levantamento dos materiais de fechamento de cada painel foi considerado coeficientes de perda na ordem de 9% para os materiais referentes aos painéis

verticais e também no revestimento de forros e lajes. Já para os painéis de cobertura, adicionou-se um coeficiente de 15% de perda devido aos métodos executivos na montagem. Estes índices foram obtidos diretamente da empresa que forneceu o material de fechamento dos painéis e estão representados na Tabela 3, abaixo.

Tabela 3: Coeficientes utilizados no Levantamento Quantitativo de Materiais do Sistema *LSF*

	MATERIAL	Coeficiente/m <sup>2</sup>
Fechamento de Painel Externo	Placa OSB #11,1mm	1,09 m <sup>2</sup>
	Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	22 pçs
	Membrana Hidrófuga	1,09 m <sup>2</sup>
	Grampos	17 pçs
	SmartSide LAP 4,88x0,20mx9,5mm	1,09 m <sup>2</sup>
	Cola de Poliuretano	3,3 m
	Primer	0,09 kg
	Lã de Vidro	1,09 m <sup>2</sup>
Fechamento de Painel Interno	Placa OSB #9,5mm	1,09 m <sup>2</sup>
	Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	22 pçs
	Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Placa de Gesso Acartonado RF 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	22 pçs
	Fita de Papel	1,53 m
	Massa Para Junta De Acabamento	0,38 kg
	Lã de Vidro	1,09 m <sup>2</sup>
Fechamento da Laje e dos Painéis de Degraus	Placa OSB #11,1mm	1,09 m <sup>2</sup>
	Placa OSB #18mm	1,09 m <sup>2</sup>
	Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	22 pçs
	Fita de Isolamento Banda Acústica	4,36 m
Fechamento dos Painéis de Telhado	Placa OSB #11,1 mm	1,15 m <sup>2</sup>
	Telha asfáltica ou <i>shingle</i>	1,15 m <sup>2</sup>
	Prego para Telha 3,4x25mm	0,09 kg
	Manta de subcobertura	1,15 m <sup>2</sup>
Fechamento do Forro	Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Placa de Gesso Acartonado RF 2,40x1,20m #1,25cm	1,09 m <sup>2</sup>
	Cantoneiras 25x30x3000mm	1,2 m
	Perfis F530	1,85 m
	Regulares S47	2 pçs
	Uniões S47	1 pç
	Parafusos LA 9,5mm	2 pçs
	Parafusos TA 25mm	13 pçs
	Arames nº 10	1,37 m
	Fita de Papel	1,53 m
	Massa Para Junta De Acabamento	0,38 kg
	Lã de Vidro	1,09 m <sup>2</sup>

(fonte: própria do autor)

Depois de analisado o projeto com a planta baixa e a elevação de todos os painéis com o auxílio do *software Vertex BD Building Design* é possível realizar o levantamento de material de cada painel e estrutura do sistema, assim como seus revestimentos, itens de acabamento e esquadrias existentes. Nas tabelas abaixo, listou-se alguns exemplos de painéis “explodidos”, semelhantes

ao método MRP de “item explodido”, já visto anteriormente. Está representado um tipo de painel presente na obra com seu quantitativo de materiais levantados.

Tabela 4: Levantamento quantitativo de painel externo em *LSF*

Painel Externo - P117		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	8,32	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	67,54	kg
Rebitos de Aço de Repuxo 4,8x10	157	Unidade
Chumbador PBA 3/8x5	5	Unidade
FECHAMENTO LADO INTERNO		
Placa OSB 9,5mm	9,07	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	182	Unidade
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	9,07	m <sup>2</sup>
Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	182	Unidade
Fita de Papel	12,70	m
Massa Para Junta de Acabamento	3,18	kg
Banda Acústica	3,59	m
Lã de Vidro	9,07	m <sup>2</sup>
FECHAMENTO LADO EXTERNO		
Placa OSB 11,1mm	9,07	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	182	Unidade
Membrana Hidrófuga	9,07	m <sup>2</sup>
Grampos	136	Unidade
Smartside LAP 4,88x0,20m x 9,5mm	9,07	m <sup>2</sup>
Parafusos Cabeça Estriada e Ponta Broca 4,2x32 mm	136	Unidade
Cola de Poliuretano	1,86	m
ACABAMENTO		
Primer	0,76	kg
Tinta Acrílica	0,30	L
Argamassa Colante	9,07	m <sup>2</sup>
Azulejo 60x30cm	9,07	m <sup>2</sup>
Espaçadores	64	Unidade
Rejunte	9,07	m <sup>2</sup>
Esquadria de Madeira (80x240cm)	1	Unidade

(fonte: própria do autor)

A cobertura, assim como a estrutura das paredes, é composta por perfis metálicos, parafusos e as próprias telhas. Conforme o tipo de cobertura adotada, foram obtidas as seguintes quantidades de materiais descritas na Tabela 5:

Tabela 5: Levantamento quantitativo de painel de telhado em *LSF*

Painel de Telhado - R205		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	7,82	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80 mm)	47,74	kg
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	86	Unidade
FECHAMENTO		
Placa OSB 11,1mm	8,99	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	181	Unidade
Sub Cobertura com Feltro Asfáltico	8,99	m <sup>2</sup>
Telha Shingle	8,99	m <sup>2</sup>
Pregos Para Telha 3,4x25mm	8,99	m <sup>2</sup>

(fonte: própria do autor)

No atual projeto, foi feito o levantamento quantitativo das duas lajes em *LSF* existentes, uma laje de piso e outra laje para o reservatório. No caso dos pisos com revestimentos cerâmico e vinílico, seu levantamento foi feito separadamente por cada ambiente, o mesmo ocorreu com o revestimento de forro de gesso acartonado.

Todo revestimento de piso e forro utilizados em cada cômodo foram feitos de mesmo método da precificação de painéis, identificando cada serviço e material empregado em sua composição. Ambos estão exemplificados nas Tabelas 6 e 7 abaixo.

Tabela 6: Levantamento quantitativo de forro em *LSF*

Forro - Suíte Casal		
FECHAMENTO		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	14,89	m <sup>2</sup>
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	16,23	m <sup>2</sup>
Parafusos TTPC 25	194	Unidade
Massa Para Junta De Acabamento	5,68	kg
Fita de Papel	22,72	m
Cantoneira 25x30x3000m	17,85	m
Perfil F530	27,59	m
Regulador S47	21	Unidade
União S47	17	Unidade
Parafusos LA 9,5mm	25	Unidade
Arames nº 10	16,23	m
Lã De Vidro	16,23	m <sup>2</sup>
ACABAMENTO		
Selador	16,23	m <sup>2</sup>
Massa Corrida à base de PVA	16,23	m <sup>2</sup>
Tinta Látex	16,23	m <sup>2</sup>

(fonte: própria do autor)

Tabela 7: Levantamento quantitativo de piso em *LSF*

Piso - Banheiro da Suíte 2		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	4,46	m <sup>2</sup>
Manta Plástica	4,87	m <sup>2</sup>
Malha de Aço 4,2mm	4,87	m <sup>2</sup>
Contrapiso de Argamassa	4,87	m <sup>2</sup>
IMPERMEABILIZAÇÃO		
Impermeabilização da Laje	4,87	m <sup>2</sup>
Impermeabilização do Rodapé	4,40	m
ACABAMENTOS		
Cerâmica 60x60cm	4,87	m <sup>2</sup>
Argamassa Colante	4,87	m <sup>2</sup>
Espaçadores	30	Unidade
Rejunte	4,87	m <sup>2</sup>
Rodapé	9,37	m
Cola para Rodapé	9,37	m

(fonte: própria do autor)

Após realizado todo o levantamento quantitativo de todos os painéis e cômodos existentes no projeto pelo método MRP, é possível obter um somatório de todos os materiais utilizados, bem como suas áreas e unidades necessárias para sua construção. Os demais levantamentos quantitativos estão apresentados no Apêndice B.

## 5.2 COMPOSIÇÃO DE CUSTO UNITÁRIO

A partir da análise dos materiais empregados no sistema e do levantamento quantitativo apresentado anteriormente, é possível montar as tabelas de composição de custos e, para isto, utilizou-se a Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) da PINI e a Planilha SINAPI, da Caixa Econômica Federal, com base adotada para composição dos custos de julho de 2018 na cidade de Porto Alegre/RS. Também foi necessário consultar lojas de materiais especializadas no sistema *LSF* no Estado do Rio Grande do Sul.

Apesar de apresentar composições para o *Light Steel Frame*, a TCPO não especifica todos os materiais utilizados no projeto, e, portanto, para o sistema *LSF* foi montada uma composição mais detalhada dos painéis, tanto para a estrutura como para o fechamento dos mesmos. As composições são representadas por tabelas contendo a descrição do insumo, a classificação (mão de obra ou material), a unidade, a quantidade, o preço unitário e no final, o custo total obtido.

Para se obter dados mais precisos relacionados à mão de obra, realizou-se então um estudo qualitativo a fim de esclarecer essas questões em torno do sistema e sua viabilidade técnica como sistema construtivo industrializado dentro do mercado.

Os custos dos insumos caracterizados como mão de obra foram obtidos diretamente com a empresa responsável pela execução da obra. Obteve-se seu preço total distinguido entre os serviços e, a partir do levantamento de material feito anteriormente, foi possível ter um valor por metro quadrado ( $m^2$ ) de mão de obra de cada serviço (fechamento, impermeabilização, acabamento e colocação de esquadrias). Tratando-se da superestrutura de aço, foi possível obter um valor de mão de obra referente a cada kg de aço painelizado e elevado, conseguindo-se assim um valor total de mão de obra destes serviços para cada painel.

Os custos de mão de obra diretamente ligados à execução de cada sistema construtivo possuem todos os encargos trabalhistas e impostos pertinentes já rateados no custo unitário e sob responsabilidade da empresa executora.

Depois de ter identificado e feito o levantamento de material de cada painel com os respectivos coeficientes utilizados por metro quadrado ( $m^2$ ), é possível realizar a listagem de insumos de cada um deles.

Dessa maneira foi obtido um valor unitário de cada item referente a um determinado painel e, posteriormente, somando-se todos os itens, obteve-se o valor total de cada painel do projeto estudado (Tabela 8 e 9).

Tabela 8: Composição unitária de um painel externo em LSF

Painel Externo - P117						
SUPERESTRUTURA						
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total	
Área	-	8,32	m <sup>2</sup>	-	-	
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	MAT	67,54	kg	R\$ 9,42	R\$636,19	
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	157	Unidade	R\$ 0,14	R\$21,98	
Chumbador PBA 3/8x5	MAT	5	Unidade	R\$ 2,02	R\$10,10	
Montador + Ajudante	MO	67,54	kg	R\$ 4,42	R\$298,51	
FECHAMENTO LADO INTERNO						
Placa OSB 9,5mm	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 18,37	R\$166,63	
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	182	Unidade	R\$ 0,14	R\$25,30	
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 17,73	R\$160,80	
Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	MAT	182	Unidade	R\$ 0,03	R\$6,35	
Fita de Papel	MAT	12,70	m	R\$ 0,17	R\$2,19	
Massa Para Junta De Acabamento	MAT	3,18	kg	R\$ 2,07	R\$6,57	
Banda Acústica	MAT	3,59	m	R\$ 2,40	R\$8,62	
Lã De Vidro	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 11,73	R\$106,38	
Montador + Ajudante	MO	8,32	m <sup>2</sup>	R\$ 9,97	R\$82,98	
FECHAMENTO LADO EXTERNO						
Placa OSB 11,1mm	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 20,80	R\$188,68	
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	182	Unidade	R\$ 0,14	R\$25,30	
Membrana Hidrófuga	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 8,82	R\$80,01	
Grampos	MAT	136	Unidade	R\$ 0,002	R\$0,21	
Smartside LAP 4,88x0,20m x 9,5mm	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 47,03	R\$426,64	
Parafusos Cabeça Estriada e Ponta Broca 4,2x32 mm	MAT	136	Unidade	R\$ 0,08	R\$10,88	
Cola De Poliuretano	MAT	1,86	m	R\$ 1,13	R\$2,10	
Montador + Ajudante	MO	8,32	m <sup>2</sup>	R\$ 42,16	R\$350,88	
ACABAMENTO						
Primer	MAT	0,76	kg	R\$ 17,98	R\$13,59	
Tinta Acrílica	MAT	18,14	m <sup>2</sup>	R\$ 0,44	R\$7,98	
Pintor + Ajudante	MO	8,32	m <sup>2</sup>	R\$ 37,01	R\$308,02	
Argamassa Colante	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 2,10	R\$19,05	
Azulejo 60x30cm	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 34,99	R\$317,41	
Espaçadores	MAT	64	Unidade	R\$ 0,03	R\$1,93	
Rejunte	MAT	9,07	m <sup>2</sup>	R\$ 0,89	R\$8,07	
Pedreiro + Ajudante	MO	8,32	m <sup>2</sup>	R\$ 47,06	R\$391,66	
Esquadria de Madeira (80x240cm)	MAT	1	Unidade	R\$ 1.006,47	R\$1.006,47	
Montador + Ajudante	MO	1	Unidade	R\$ 287,91	R\$287,91	
					Valor Total	R\$4.979,38

(fonte: própria do autor)

Tabela 9: Composição unitária do forro da suíte do quarto casal em LSF

Forro - Suíte Casal						
FECHAMENTO						
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total	
Área	-	14,89	m <sup>2</sup>	-	-	
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	MAT	16,23	m <sup>2</sup>	R\$ 16,49	R\$267,68	
Parafusos TTPC 25	MAT	194	Unidade	R\$ 0,03	R\$6,76	
Massa Para Junta De Acabamento	MAT	5,68	kg	R\$ 2,07	R\$11,74	
Fita de Papel	MAT	22,72	m	R\$ 0,17	R\$3,92	
Cantoneira 25x30x3000m	MAT	17,85	m	R\$ 5,88	R\$104,98	
Perfil F530	MAT	27,59	m	R\$ 2,72	R\$75,05	
Regulador S47	MAT	21	Unidade	R\$ 1,30	R\$27,30	
União S47	MAT	17	Unidade	R\$ 0,60	R\$10,20	
Parafusos LA 9,5mm	MAT	25	Unidade	R\$ 0,05	R\$1,21	
Arames nº 10	MAT	16,23	m	R\$ 0,85	R\$13,80	
Lã De Vidro	MAT	16,23	m <sup>2</sup>	R\$ 11,73	R\$190,32	
Montador + Ajudante	MO	14,89	m <sup>2</sup>	R\$ 56,92	R\$847,54	
ACABAMENTO						
Selador	MAT	16,23	m <sup>2</sup>	R\$ 1,41	R\$22,88	
Massa Corrida à base de PVA	MAT	16,23	m <sup>2</sup>	R\$ 0,93	R\$15,13	
Tinta Látex	MAT	16,23	m <sup>2</sup>	R\$ 0,44	R\$7,14	
Pintor + Ajudante	MO	14,89	m <sup>2</sup>	R\$ 12,19	R\$181,51	
					Valor Total	R\$1.787,16

(fonte: própria do autor)

As demais composições detalhadas podem ser conferidas no Apêndice C deste trabalho.

### 5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o levantamento de quantitativo e de custos de cada painel e cômodo do projeto, é possível realizar a obtenção dos custos totais de cada item. Conforme as composições descritas de cada painel, serão analisados cada item em separado, interpretando os resultados obtidos.

#### 5.3.1 Superestrutura em LSF

A superestrutura possui em seu valor a quantidade de aço (kg) utilizado no projeto e todos os acessórios metálicos necessários para a montagem da estrutura. Referente à mão de obra, está agregado todo o procedimento de painelização e elevação da estrutura (Figura 18).

Figura 18: Custo total da superestrutura em LSF



(fonte: própria do autor)

Tabela 10: Resultado final detalhado da superestrutura em LSF

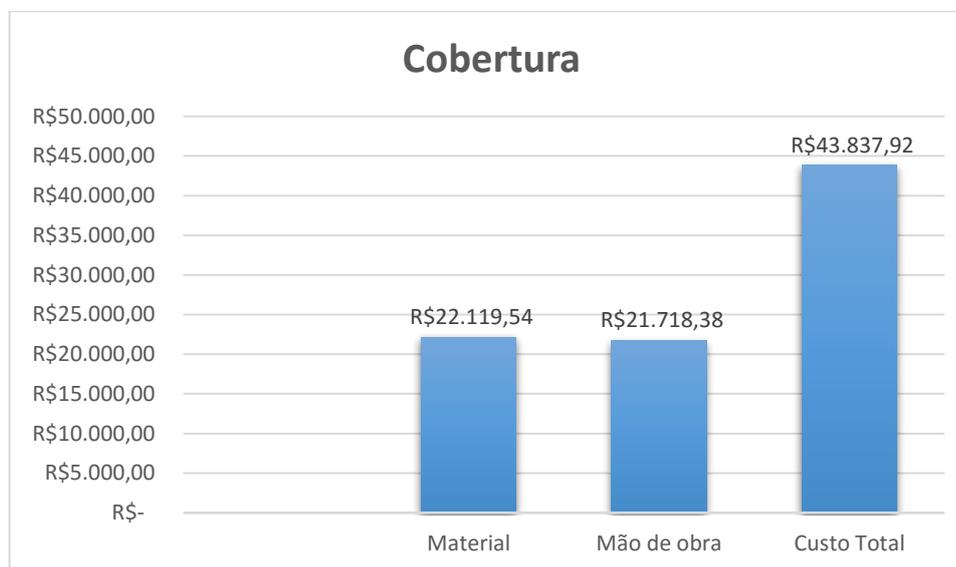
SUPERESTRUTURA EM LSF				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80 mm)	4215,88	kg	R\$ 9,42	R\$39.713,59
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	4023,65	kg	R\$ 9,42	R\$37.902,76
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #1,25 mm)	481,04	kg	R\$ 9,42	R\$4.531,40
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	17668	Unidade	R\$ 0,14	R\$2.473,52
Chumbador PBA 3/8x5	136	Unidade	R\$ 2,02	R\$274,72
Chapa de Gousset	561,53	Unidade	R\$ 1,53	R\$859,13
Parafuso Sextavado Ponta Broca 14x3mm PB N3	400	Unidade	R\$ 0,27	R\$108,00
Parafuso Flangeado Philips Ponta Broca Auto Atarraxante 4,8x19mm	17598	Unidade	R\$ 0,11	R\$1.970,98
Chapa "L"	65	Unidade	R\$ 51,81	R\$3.367,65
Cantoneira 30cm	300	Unidade	R\$ 2,59	R\$775,50
Cantoneira Padrão	600	Unidade	R\$ 1,64	R\$983,40
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$92.960,65</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.2 Cobertura

Com referência à cobertura, analisa-se um valor quase equivalente entre a mão de obra e material. Isso decorre porque a mão de obra, é executada em uma altura elevada, requerendo uso de equipamentos diferenciados. Abaixo, na Figura 19, estão representadas o gráfico com o custo total da cobertura e uma tabela explicitando o que está incluído de materiais neste custo.

Figura 19: Custo total da cobertura



(fonte: própria do autor)

Tabela 11: Resultado final detalhado da cobertura

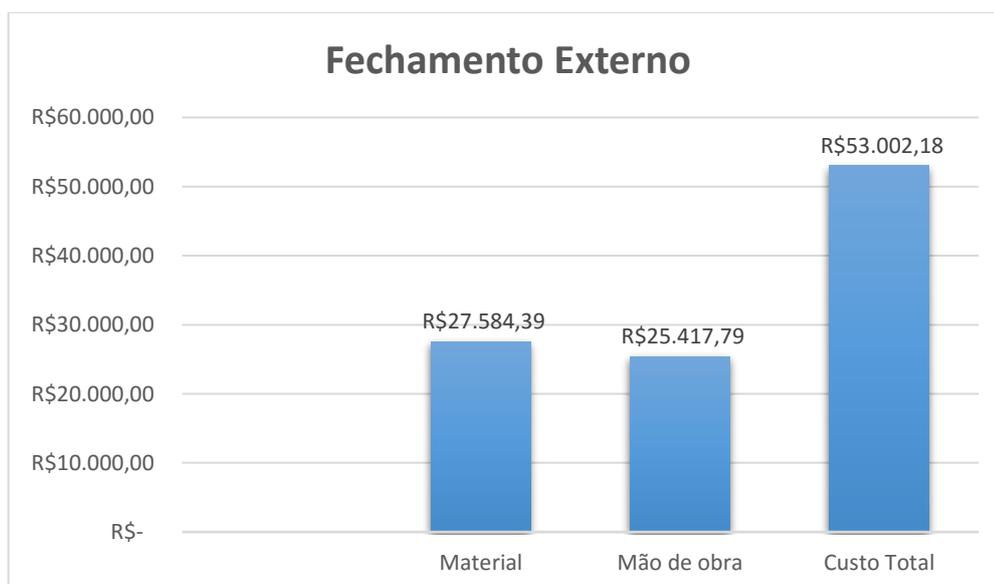
COBERTURA				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Placa OSB 11,1mm	234,32	m <sup>2</sup>	R\$ 20,80	R\$4.873,63
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	4705	Unidade	R\$ 0,14	R\$653,95
Sub Cobertura	234,32	m <sup>2</sup>	R\$ 6,65	R\$1.558,26
Telha Shingle	234,32	m <sup>2</sup>	R\$ 49,29	R\$11.549,86
Pregos Para Telha 3,4x25mm	234,32	m <sup>2</sup>	R\$ 3,35	R\$784,99
Cumeeira Ventilada	69,38	m	R\$ 38,90	R\$2.698,86
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$22.119,54</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.3 Fechamento Externo

No item de fechamento externo (Figura 20), o custo de material equivale a 52,04 % do custo total de fechamento externo. Na Tabela 12 abaixo pode se analisar os materiais que compõe esse item.

Figura 20: Custo total do fechamento externo



(fonte: própria do autor)

Tabela 12: Resultado final detalhado do fechamento externo

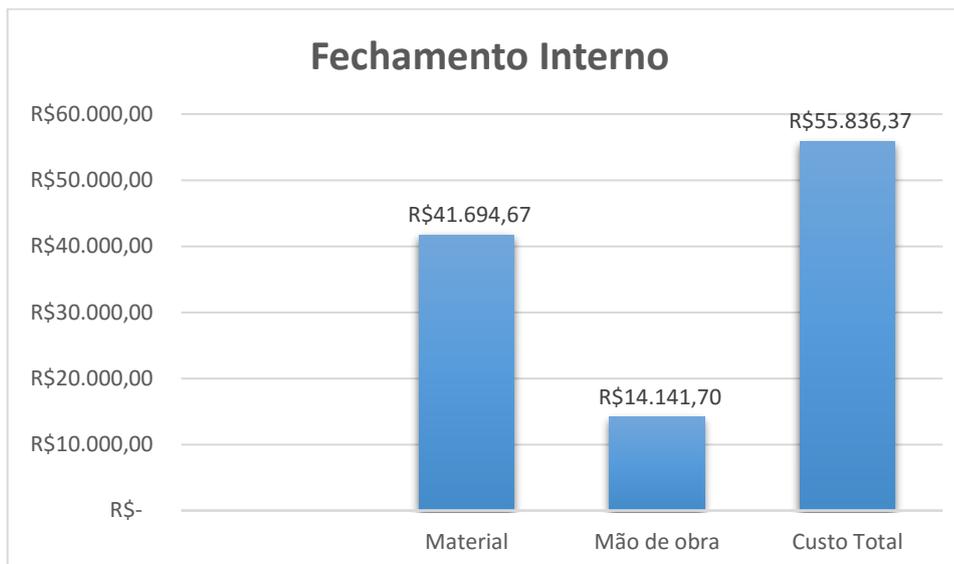
FECHAMENTO EXTERNO				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Placa OSB 11,1mm	328,56	m <sup>2</sup>	R\$ 20,80	R\$6.833,56
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	6614	Unidade	R\$ 0,14	R\$919,36
Membrana Hidrófuga	305,85	m <sup>2</sup>	R\$ 8,82	R\$2.697,63
Grampos	4681	Unidade	R\$ 0,0016	R\$7,28
Smartside LAP 4,88x0,20m x 9,5mm	353,41	m <sup>2</sup>	R\$ 47,03	R\$16.620,91
Parafusos Cabeça Estriada e Ponta Broca 4,2x32 mm	5302	Unidade	R\$ 0,08	R\$424,09
Cola De Poliuretano	72,45	m	R\$ 1,13	R\$81,58
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$27.584,42</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.4 Fechamento Interno

Pode-se observar no custo do fechamento interno (Figura 21) uma grande diferença entre o custo de material e mão de obra. Isso se deve à elevada área de painéis internos, o que aumenta o uso de gesso acartonado, placas OSB e lã de vidro (Tabela 13).

Figura 21: Custo total do fechamento interno



(fonte: própria do autor)

Tabela 13: Resultado final detalhado do fechamento interno

FECHAMENTO INTERNO				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Placa OSB 9,5mm	653,08	m <sup>2</sup>	R\$ 18,37	R\$11.995,89
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	13113	Unidade	R\$ 0,14	R\$1.822,67
Placa OSB 18mm	222,68	m <sup>2</sup>	R\$ 36,42	R\$8.110,93
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	4467	Unidade	R\$ 0,14	R\$620,89
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	449,83	m <sup>2</sup>	R\$ 15,69	R\$7.059,90
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	153,85	m <sup>2</sup>	R\$ 17,73	R\$2.727,06
Placa de Gesso Acartonado RF 2,40x1,20m #1,25cm	66,92	m	R\$ 16,50	R\$1.104,10
Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	13462	Unidade	R\$ 0,03	R\$469,82
Massa Para Junta De Acabamento	234,71	kg	R\$ 2,07	R\$485,35
Fita de Papel	938,84	m	R\$ 0,17	R\$162,11
Lã De Vidro	504,08	m <sup>2</sup>	R\$ 11,73	R\$6.027,24
Banda Acústica	461,96	m	R\$ 2,40	R\$1.108,71
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$41.694,67</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.5 Fechamento do Forro

Para o item de forro (Figura 22), a estrutura de *Light Steel Frame*, apesar de requerer alguns materiais específicos, apresenta seu maior custo na mão de obra, cerca de 54,56% do custo total e necessita de métodos qualificados para sua instalação (Tabela 14).

Figura 22: Custo total do fechamento do forro



(fonte: própria do autor)

Tabela 14: Resultado final detalhado do fechamento do forro

FORROS				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	200,09	m <sup>2</sup>	R\$ 15,69	R\$3.139,12
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	26,04	m <sup>2</sup>	R\$ 17,73	R\$461,58
Massa Para Junta De Acabamento	79	kg	R\$ 2,07	R\$163,66
Fita de Papel	316,59	m	R\$ 0,17	R\$54,66
Cantoneira 25x30x3000m	248,75	m	R\$ 5,88	R\$1.462,64
Perfil F530	384,43	m	R\$ 2,72	R\$1.045,66
Regulador S47	291	Unidade	R\$ 1,30	R\$378,30
União S47	235	Unidade	R\$ 0,60	R\$141,00
Parafusos LA 9,5mm	348	Unidade	R\$ 0,05	R\$16,88
Parafusos TA 25mm	2723,00	Unidade	R\$ 0,03	R\$81,15
Arames nº 10	282,67	m	R\$ 0,85	R\$240,27
Lã De Vidro	226,13	m <sup>2</sup>	R\$ 11,73	R\$2.651,75
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$9.836,67</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.6 Contrapiso

Os custos e materiais utilizados na execução do contrapiso podem ser vistos abaixo, na Figura 23 e na Tabela 15, respectivamente.

Figura 23: Custo total do contrapiso de concreto armado



(fonte: própria do autor)

Tabela 15: Resultado final detalhado do contrapiso de concreto armado

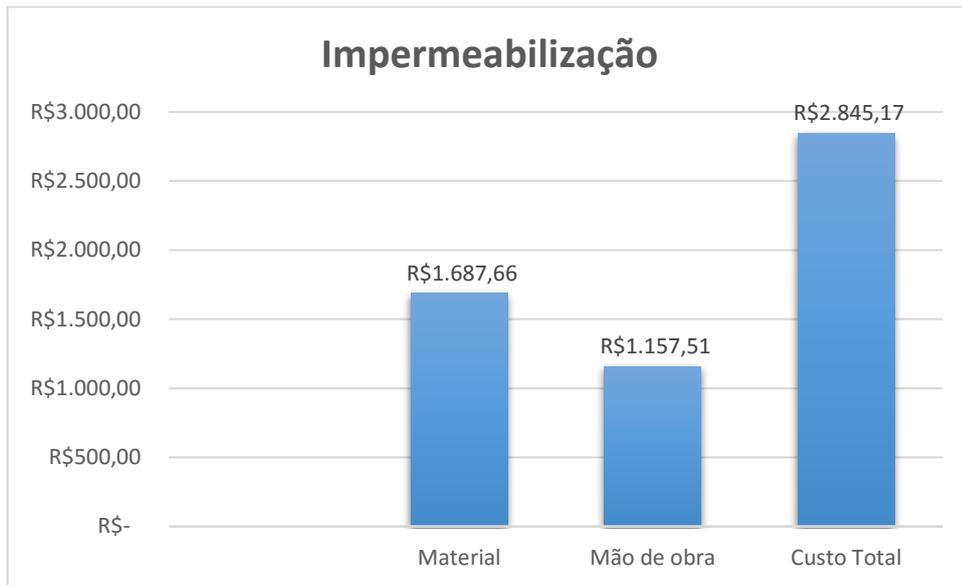
CONTRAPISO DE CONCRETO ARMADO				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Manta Plástica	92,26	m <sup>2</sup>	R\$ 0,90	R\$ 83,06
Malha de Aço 4,2mm	92,26	m <sup>2</sup>	R\$ 12,14	R\$ 1.120,10
Contrapiso de Argamassa	92,26	m <sup>2</sup>	R\$ 23,84	R\$ 2.199,42
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$3.402,58</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.7 Impermeabilização

A impermeabilização do sistema em *LSF* foi realizada em áreas e locais descritos anteriormente. Sendo um item muito importante para a funcionalidade da obra, ele represente uma porcentagem pequena dos gastos da obra (Figura 24 e Tabela 16).

Figura 24: Custo total da impermeabilização



(fonte: própria do autor)

Tabela 16: Resultado final detalhado da impermeabilização

IMPERMEABILIZAÇÃO				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Impermeabilização da Laje	61,38	m <sup>2</sup>	R\$26,42	R\$ 1.621,51
Impermeabilização do Rodapé	43,51	m	R\$ 1,52	R\$ 66,14
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$1.687,65</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.8 Revestimentos

Tem-se, no item de revestimentos, um elevado custo com material de aproximadamente 65%. Esse custo justifica-se pelo uso de materiais de alto padrão que abrangem todo o projeto, seja áreas de piso frio e piso quente, além de rodapés em todo o projeto (Figura 25 e Tabela 17).

Figura 25: Custo total dos revestimentos



(fonte: própria do autor)

Tabela 17: Resultado final detalhado dos revestimentos

REVESTIMENTOS				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Pedra de Granito	6,31	m <sup>2</sup>	R\$105,00	R\$662,94
Argamassa Colante para Granito	6,31	m <sup>2</sup>	R\$ 7,73	R\$48,81
Azulejo 60x30cm	114,64	m <sup>2</sup>	R\$ 34,99	R\$4.011,19
Cerâmica 60x60cm	107	m <sup>2</sup>	R\$ 28,90	R\$3.082,78
Argamassa Colante	221,31	m <sup>2</sup>	R\$ 2,10	R\$464,75
Espaçadores	1446	Unidade	R\$ 0,03	R\$43,35
Rejunte	230,09	m <sup>2</sup>	R\$ 0,89	R\$205,48
Rodapé	186,27	m	R\$ 24,96	R\$4.649,30
Cola para Rodapé	186,27	m	R\$ 2,74	R\$510,38
Piso Vinílico	119,464	m <sup>2</sup>	R\$ 110,30	R\$13.176,88
Cola para Piso Vinílico	119,464	m <sup>2</sup>	R\$ 4,57	R\$545,95
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$27.401,81</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.9 Pintura

Com referência à pintura, observa-se que é o item com maior diferença entre o custo de material e mão de obra. Isso pode ser justificado pela alta qualidade fornecida pelo montador, a quantidade de demãos necessárias para a realização de um melhor acabamento e equipamentos necessários para pintura em alturas elevadas (Figura 26 e Tabela 18).

Figura 26: Custo total da pintura



(fonte: própria do autor)

Tabela 18: Resultado final detalhado da pintura

PINTURA				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Primer	58,90	kg	R\$17,98	R\$1.059,06
Tinta Acrílica	706,82	m <sup>2</sup>	R\$ 0,44	R\$311,00
Selador	1522,73	m <sup>2</sup>	R\$ 1,41	R\$2.147,05
Massa Corrida à base de PVA	1522,73	m <sup>2</sup>	R\$ 0,93	R\$1.419,19
Tinta Látex	1522,73	m <sup>2</sup>	R\$ 0,44	R\$670,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$5.606,30</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.10 Esquadrias

As esquadrias do projeto possuem um elevado custo por consequência de serem todas feitas sob medida, sejam elas de PVC ou madeira (Figura 27). O valor unitário de cada esquadria foi obtido pelo valor médio de cada uma. As esquadrias de PVC possuem um valor mais elevado por suas características e também por todas possuírem vidros duplos, melhorando a eficiência sonora e térmica da residência (Tabela 19).

Figura 27: Custo total das esquadrias



(fonte: própria do autor)

Tabela 19: Resultado final detalhado das esquadrias

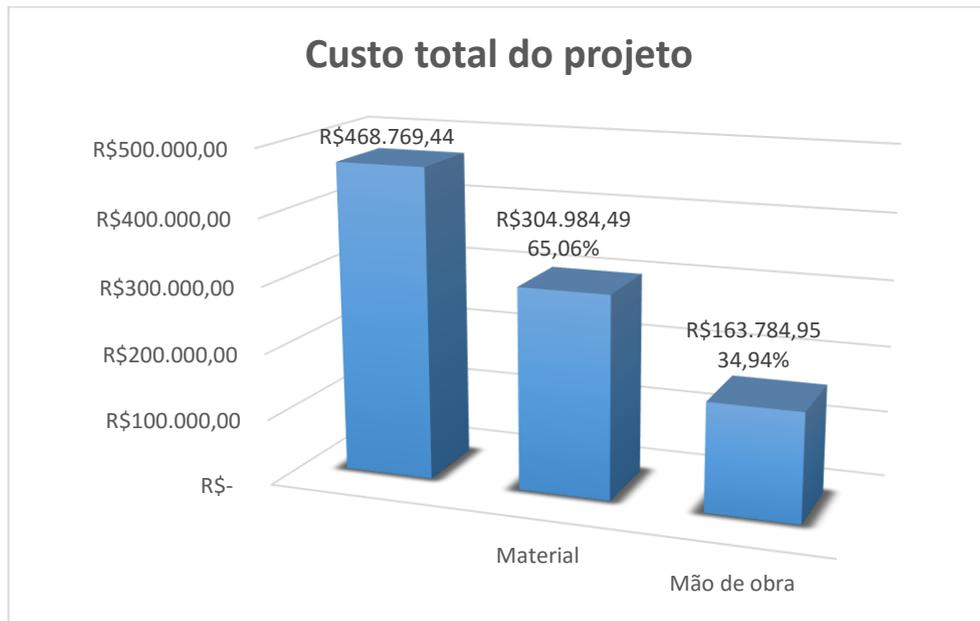
ESQUADRIAS				
Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Portas de PVC	3	Unidade	R\$ 2.307,69	R\$6.923,07
Portas de Madeira	13	Unidade	R\$ 864,66	R\$11.240,58
Janelas de PVC	19	Unidade	R\$ 2.442,22	R\$46.402,18
Janelas de Madeira	2	Unidade	R\$ 1.465,48	R\$2.930,96
Churrasqueira	1	Unidade	R\$ 2.781,44	R\$2.781,44
Lareira	1	Unidade	R\$ 2.412,00	R\$2.412,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$72.690,23</b>

(fonte: própria do autor)

### 5.3.11 Total

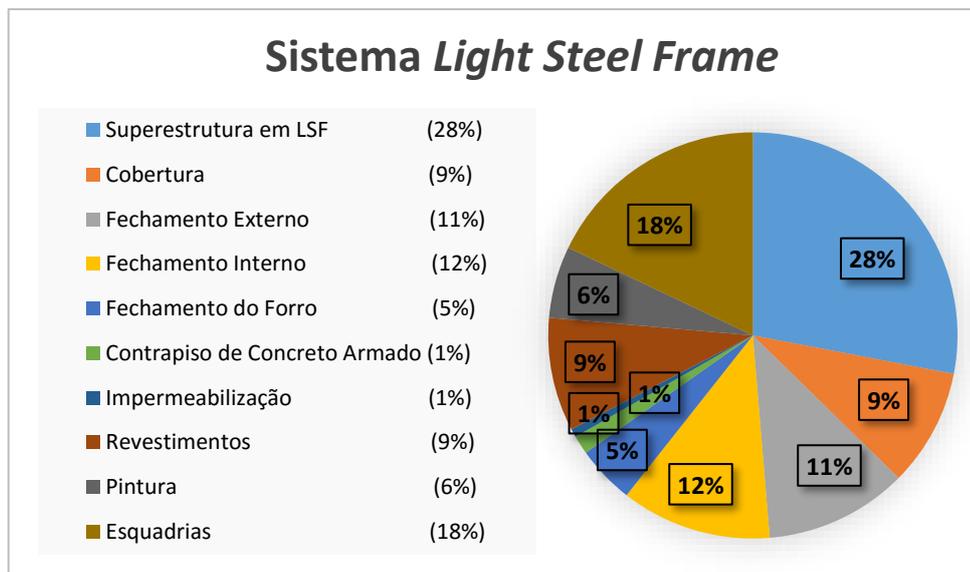
Através dos custos e resultados obtidos nos itens anteriores, é possível obter a representatividade de cada item no total. A Figura 28 representa o custo total da obra e as parcelas de mão de obra e material utilizado. Já a Figura 29 mostra em porcentagem a participação dos itens para o sistema *Light Steel Frame*.

Figura 28: Custo total do projeto em LSF



(fonte: própria do autor)

Figura 29: Representatividade de cada item no total



(fonte: própria do autor)

Para o sistema *Light Steel Frame* os custos da superestrutura e das esquadrias se destacaram dos demais de maneira considerável, com 28% e 18%, respectivamente. A partir desta informação é possível perceber como o custo dos materiais 'bases' ou essenciais para o sistema, como os perfis metálicos e as placas de fechamento, ainda são caros, ao mesmo passo se nota que as demais etapas do projeto têm o custo bastante reduzido devido à qualidade do

acabamento proporcionado pela utilização de materiais industrializados que dispensam a execução de serviços mais onerosos principalmente nas etapas de revestimento e pintura.

Outra análise permitida na realização deste orçamento está na produtividade do sistema, verificada pelo número de serviços necessários. No sistema de *LSF*, as etapas mais onerosas estão concentradas nos serviços de montagem da estrutura.

#### 5.4 OBTENÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB)

Depois de realizado o levantamento de quantitativo e de custos de todos os materiais presentes no projeto e obtido o custo total do mesmo, é possível obter o Custo Unitário Básico do projeto.

Como visto em item anterior, o atual projeto possui uma área 227,37 m<sup>2</sup> e, na Tabela 20 abaixo, representa-se o CUB/m<sup>2</sup>, ou seja, o valor da edificação por m<sup>2</sup> de área construída.

Tabela 20: Obtenção do Custo Unitário Básico

OBTENÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO BÁSICO			
	Custo total do projeto	Área total (m <sup>2</sup> )	Custo/m <sup>2</sup>
R\$	468.769,44	227,37	R\$ 2.061,70

(fonte: própria do autor)

É importante destacar também que no projeto em *LSF* foram adotados materiais normalmente utilizados nesse sistema que contribuem para o desempenho da edificação, mas que elevam o custo da construção. Dentre eles destaca-se a utilização de placas OSB em paredes internas (item que poderia ser dispensado, mas foi utilizado visando melhor desempenho térmico e acústico); o uso de membrana hidrófuga, que impede a passagem de água para o interior da edificação além de permitir a saída de vapor evitando a formação de umidade nas áreas internas; a utilização de uma camada de banda acústica na base dos painéis estruturais que impede o contato dos perfis metálicos com a umidade oriunda da fundação; a adoção de lã de vidro entre os perfis dos painéis externos o que aumenta o isolamento térmico e acústico do sistema; uso de revestimentos de alto padrão, além de esquadrias em PVC, que aumentaram consideravelmente o custo da obra, e a execução de duas demãos com referência à pintura (poderia ter sido utilizado apenas uma demão).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que, embora o Brasil se encontre em um campo promissor para o desenvolvimento e aplicação dos sistemas estruturais em *Light Steel Frame*, por possuir grande déficit habitacional e elevada capacidade de produção de aço, sendo um dos maiores do mundo, pode-se observar que a tecnologia do sistema *LSF* se encontra em um estágio inicial de desenvolvimento no país, carecendo de adequações para um melhor desempenho e aceitação dos usuários.

O sistema estrutural em *LSF* apresenta algumas vantagens em relação aos demais sistemas, porém é necessário um completo entendimento sobre as etapas do sistema e características dos materiais envolvidos, principalmente por parte dos profissionais envolvidos (arquitetos e engenheiros) e clientes. A falta de domínio técnico desta tecnologia pode resultar em uma solução arquitetônica incompatível com o sistema estrutural.

Neste caso, o sistema pode se destacar pela flexibilidade quanto ao projeto arquitetônico, capacidade de vencer vãos maiores que o sistema de alvenaria convencional, pela possibilidade de apresentar melhor o isolamento térmico-acústico entre ambientes, além da rápida execução, facilidade de manutenção e o acabamento alcançado. Ademais, devido ao peso próprio da estrutura ser muito baixo, em construções maiores os esforços gerados nas fundações são menores, influenciando positivamente no custo com a infraestrutura.

Este trabalho possibilitou investigar os aspectos de projeto, detalhamentos e levantamentos quantitativos de materiais utilizados no sistema *LSF* a fim de obter o custo total de uma obra realizada com esse método construtivo.

Existem algumas soluções possíveis na execução do projeto que podem alterar o valor encontrado de forma a tornar o projeto mais barato como: utilizar outro revestimento de fechamento externo ao invés do sistema *SmartSide*, alterar o espaçamento dos perfis, utilizar outro tipo de cobertura ou também substituir o material das esquadrias, item que teve uma parcela representativa no orçamento final.

Com relação à mão de obra, nota-se que seu elevado custo se refere à pouca demanda de empresas com mão de obra qualificada nesse setor. Estas empresas necessitam se especializar e realizar cursos particulares ou oferecidos gratuitamente por fabricantes de materiais referentes ao sistema.

O custo da obra está associado também ao tamanho e padrão do imóvel e devido ao fato de cada projeto ter características peculiares, que influem diretamente no custo total da obra. Neste trabalho, desenvolveu-se uma metodologia de orçamentação para uma edificação com características específicas e não usuais ao mercado da construção civil brasileira, devido à opção do emprego do sistema *Light Steel Frame*, chegando inclusive a estimativa do valor de CUB para a obra.

## 6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para trabalhos futuros relacionados ao assunto abordado neste aponta-se:

- a) Realizar o orçamento de todas as instalações do projeto a fim de obter um valor orçamentário mais completo;
- b) Com referência à mão de obra, dimensionar as equipes, analisando os custos indiretos e a produtividade para a construção nesse sistema;
- c) Comparativo físico e financeiro entre montagem de painéis “in loco” ou na indústria;
- d) Realizar o estudo do custo da mão de obra com diferentes empresas, a fim de obter um preço referência de mão de obra;
- e) Substituir alguns materiais utilizados no projeto com o objetivo de reduzir custos porém mantendo a mesma eficiência termoacústica.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721:2006** – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 94 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 14715:2001** – Chapas de gesso acartonado - Requisitos. Rio de Janeiro, 2001. 5 p.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575:2013** – Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013. 60 p.

BLUE LINX. **LP Smartside**. Masidon, Wisconsin [entre 2012-2018]. Não paginado. Disponível em <<https://northcentral.bluelinxco.com/portfolio-item/lp-smartside/>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

BRASGIPS. **Smart Side**. Curitiba, [entre 2014-2016]. Não paginado. Disponível em <<https://www.brasgipscuritiba.com.br/smart-side>>. Acesso em: 20 maio 2018.

BRASILIT. **Telhas shingle e acessórios para telhado**. São Paulo, 2013. Não paginado. Disponível em <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: 12 maio 2018.

\_\_\_\_\_. **Construção industrializada: Placas cimentícias, painéis e acessórios Brasilit para a execução da sua obra**. São Paulo, 2016. Não paginado. Disponível em <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: 13 maio 2018.

\_\_\_\_\_. **Guias de sistemas: produtos planos**. São Paulo, Edição 1, 2016. 172 p. Disponível em <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2018. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15 out. 2018.

CAMPOS, P. F. **Light Steel Framing – Uso em construções habitacionais empregando a modelagem visual como processo de projeto e planejamento**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014. 198 p.

CONSULSTEEL. **Construcción con acero leviano: Manual de procedimiento**. Buenos Aires, 2014. 302 p.

CRASTO, R. C. M.; ARLENE, M. S. F. **Construções de light steel frame**. Revista Técnica, Edição 112, 2006. 5 p. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285545-5.aspx>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

DINIZ, F. K. **Gesso acartonado: Progresso incrível ou problema oculto?** São Paulo, 2015. Não paginado. Disponível em <<http://engenheironocanteiro.com.br/gesso-acartonado-progresso-incrivel-ou-problema-oculto/>>. Acesso em: 20 maio 2018.

GYPSTEEL. **Perfis Steel Frame: tipos e utilização**. Rio de Janeiro, 2017. Não paginado. Disponível em <<https://www.gypsteel.com.br/perfis-steel-frame-tipos-e-utilizacao/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. Rio Grande do Sul: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008. 49 p.

JUNQUEIRA, G. **O que é CUB na construção civil?** Minas Gerais, 2018. Não paginado. Disponível em: <<http://mepempauta.blogspot.com.br/2015/06/tubulacoes-flexiveis-plex.html>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

LP BUILDING PRODUCTS. **Catálogo Técnico LP OSB: Placas estruturais para construção CES**. Paraná, 2012. 8 p. Disponível em <<https://www.lpbrasil.com.br/produtos/lp-osb-home-plus/>>. Acesso em: 20 maio 2018.

MARTINS, Petrônio G. e LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Saraiva, Edição 5; 2001. 445 p.

MASO, J. B. **Análise comparativa entre o sistema construtivo light steel framing e alvenaria estrutural**. Santa Catarina: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2017. 155 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diretriz SINAT nº 03 Revisão 02. **Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”)**. Brasília: 2016.

MOLITERNO, A.; **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. São Paulo. Editora Edgard Blucher Ltda., Edição 4; 2010. 284 p.

PEDROSO, V. B. S. P. **Análise da sustentabilidade socioambiental do sistema *light steel framing* para habitações populares**. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2017. 19 p.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2008. 153 p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. 151 p. Série Manual de Construção em Aço.

SINDUSCON. **Custo Unitário Básico (CUB/m<sup>2</sup>): Principais Aspectos**. Minas Gerais, 2007. 114 p. Disponível em <<http://www.cub.org.br/cartilha-cub-m2>> Acesso em: 02 jun. 2018.

SUL MÓDULOS. **Steel Frame: Construção Sustentável**. Rio Grande do Sul, [entre 2014-2016]. Não paginado. Disponível em <<http://www.sulmodulos.com.br/steel-frame-construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 13 maio 2018.

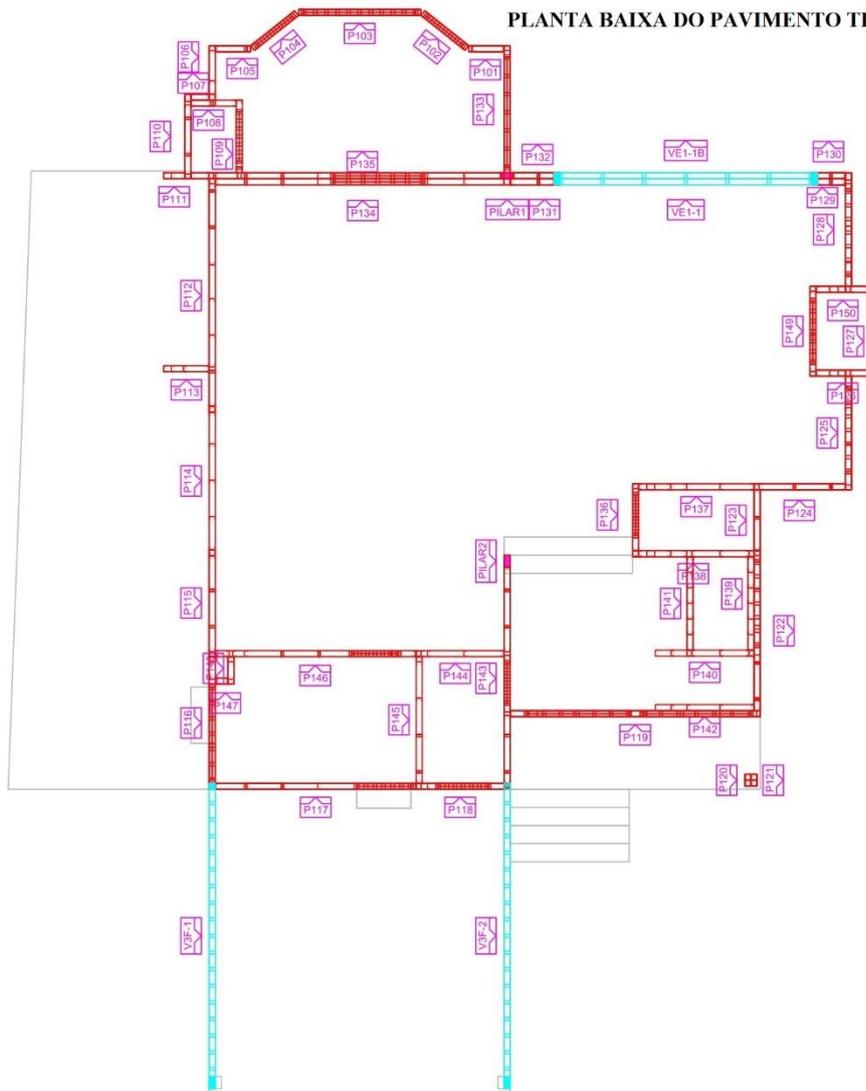
TAVES, G. G. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. 52 p.

TCPO. **Tabela de Composições de Preços para Orçamentos**. São Paulo: PINI, Edição 13; 2008. 630 p.

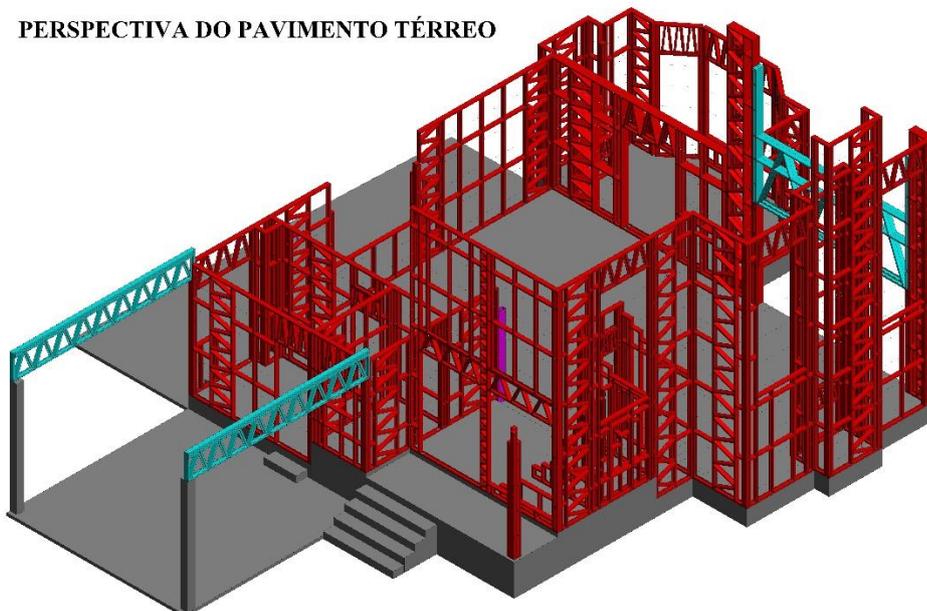
ZENID, G. J.; **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, Edição 2, 2009. 103 p.

**APÊNDICE A – Projeto, perspectivas e detalhamento dos painéis em *Light Steel Frame*.**

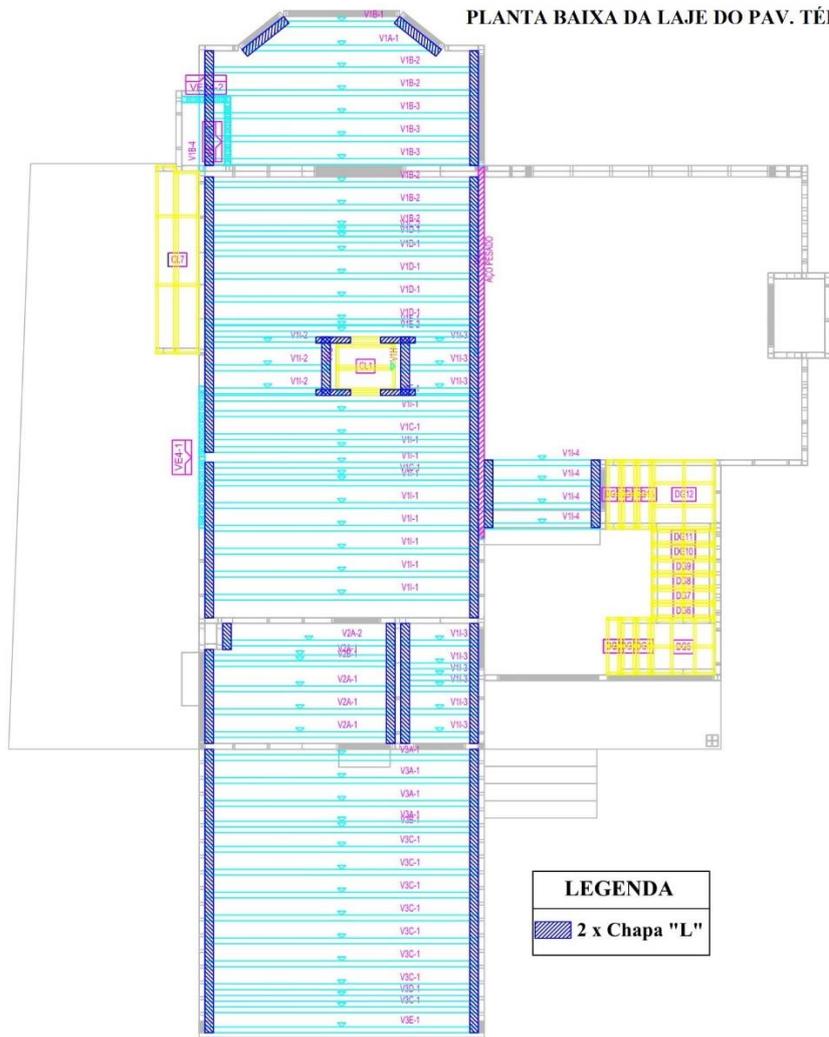
PLANTA BAIXA DO PAVIMENTO TÉRREO



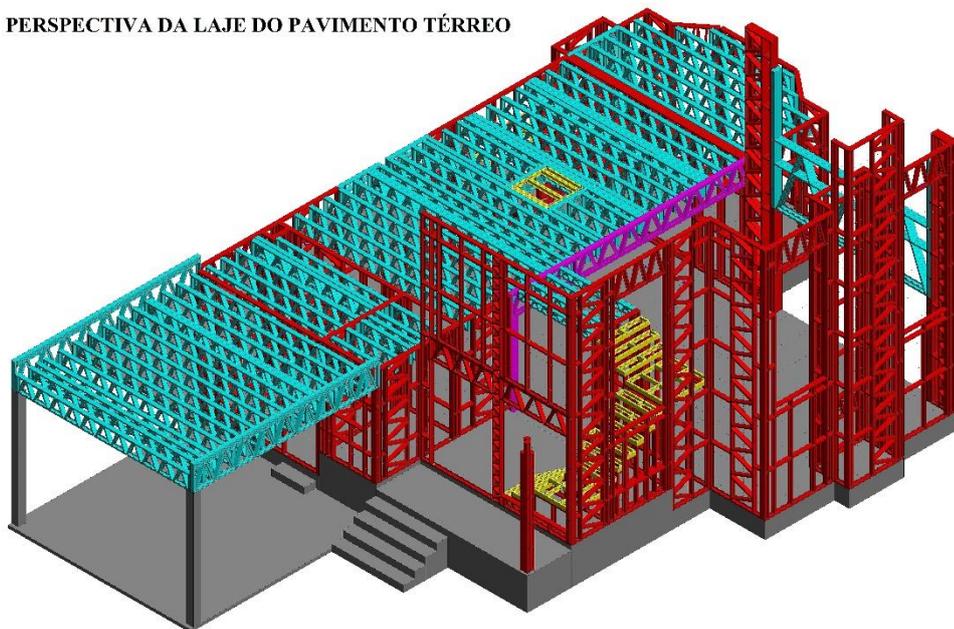
PERSPECTIVA DO PAVIMENTO TÉRREO



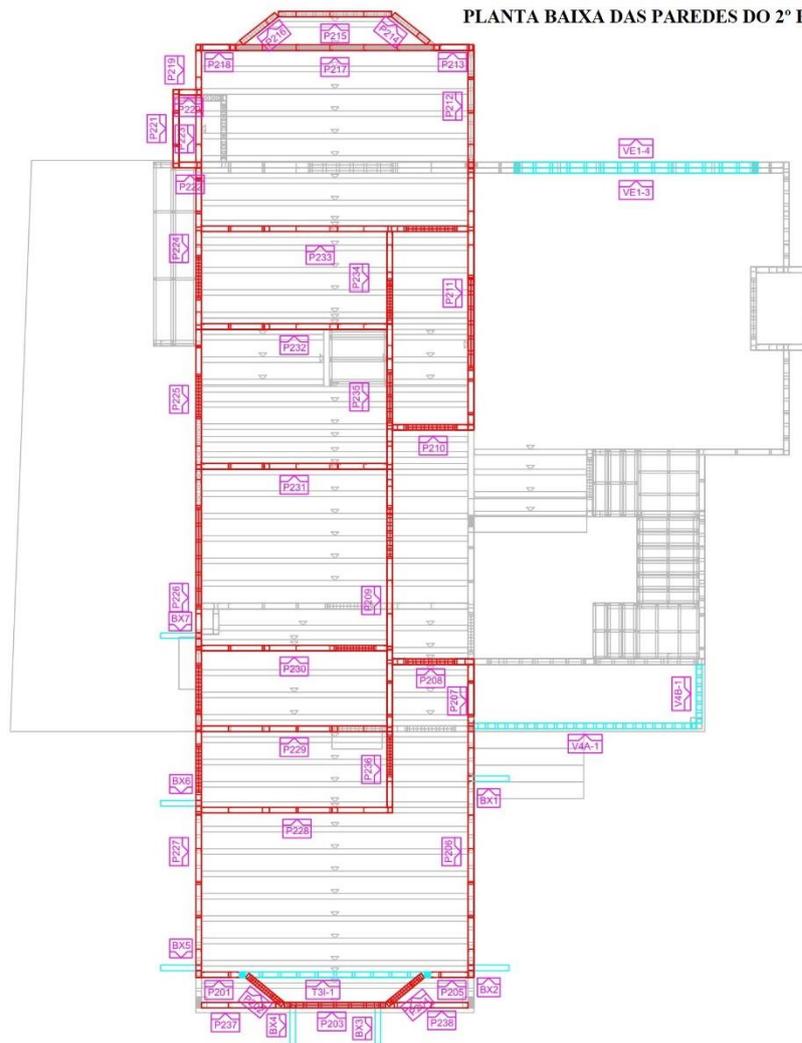
PLANTA BAIXA DA LAJE DO PAV. TÉRREO



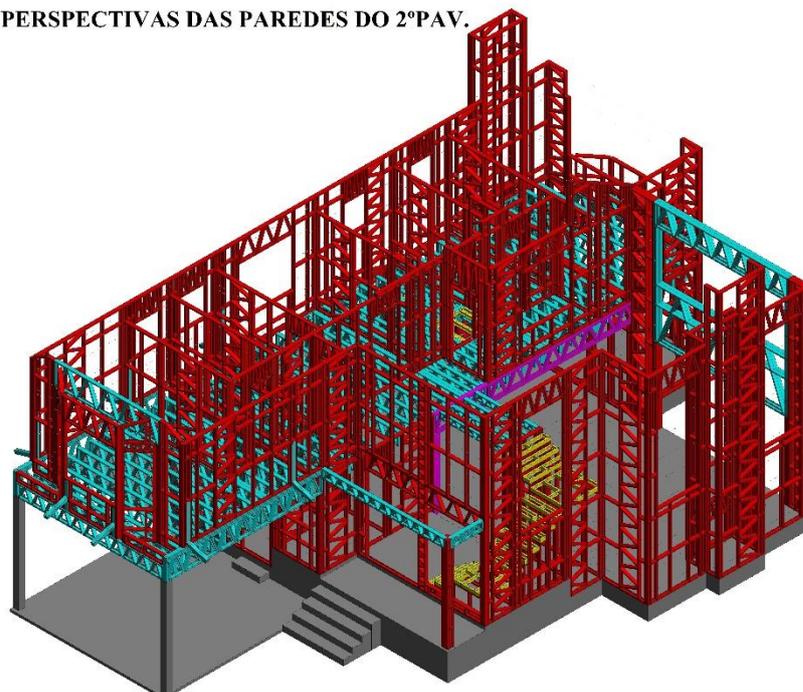
PERSPECTIVA DA LAJE DO PAVIMENTO TÉRREO

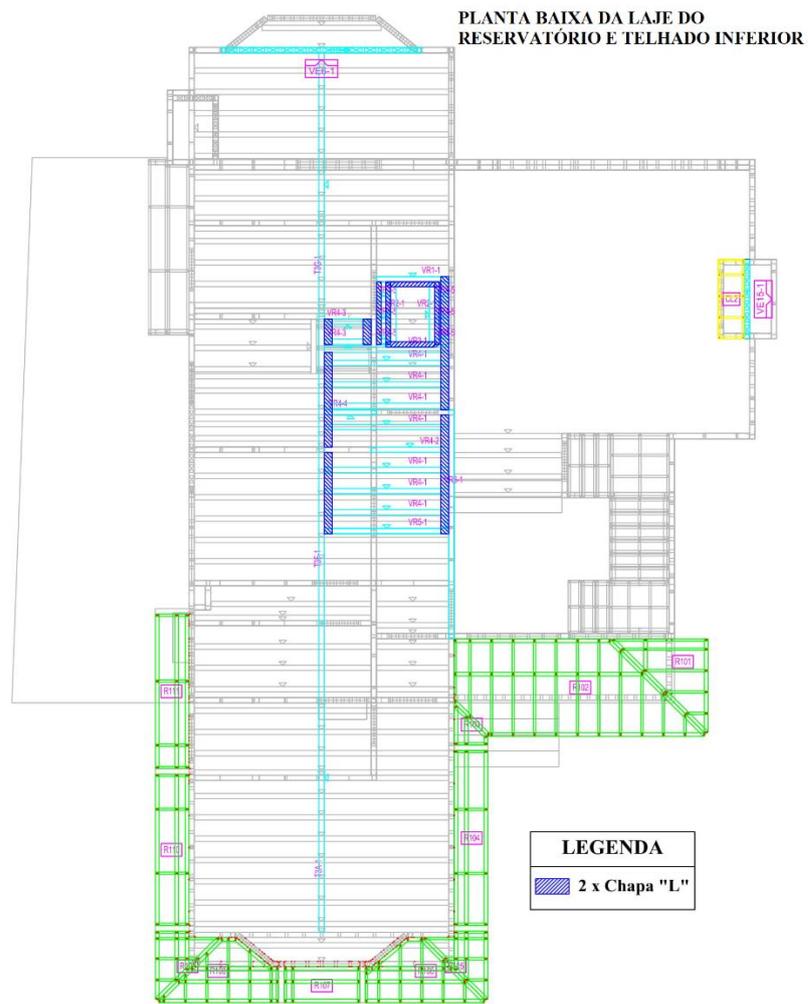


PLANTA BAIXA DAS PAREDES DO 2º PAV.

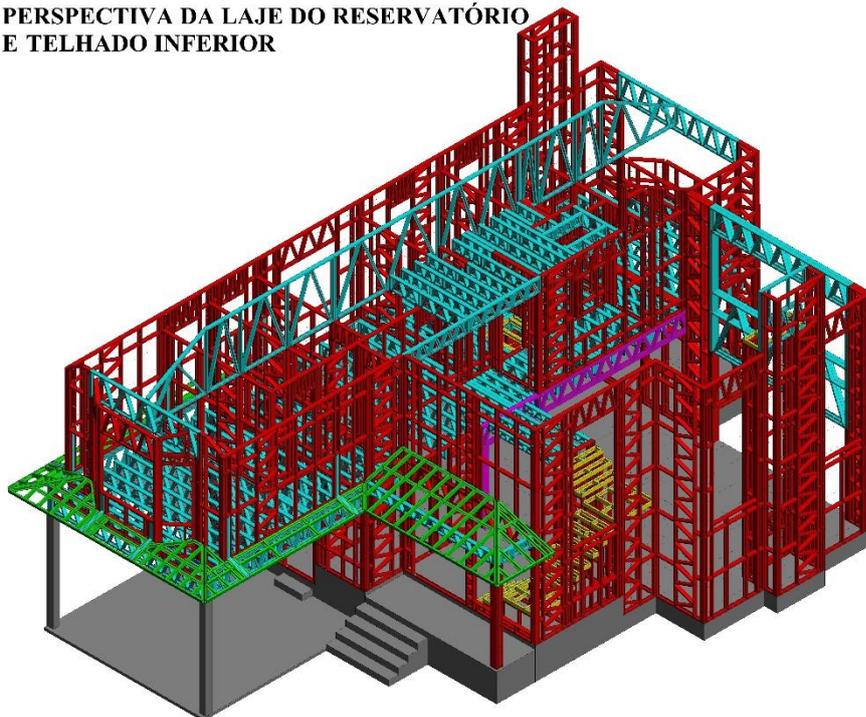


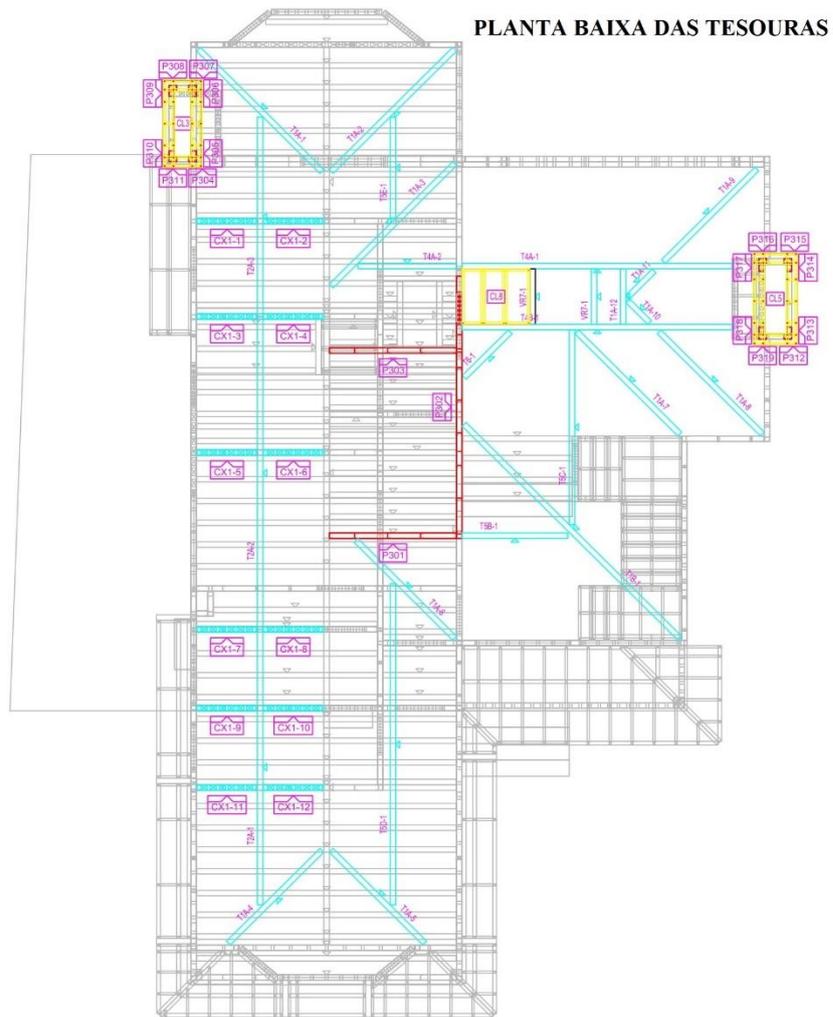
PERSPECTIVAS DAS PAREDES DO 2ºPAV.



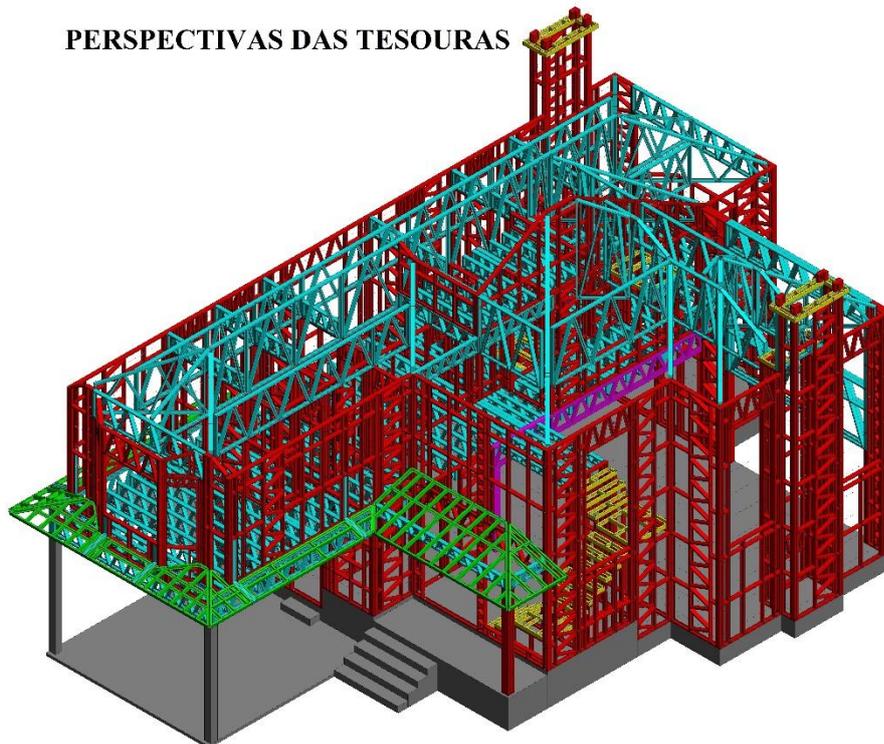


**PERSPECTIVA DA LAJE DO RESERVATÓRIO  
E TELHADO INFERIOR**



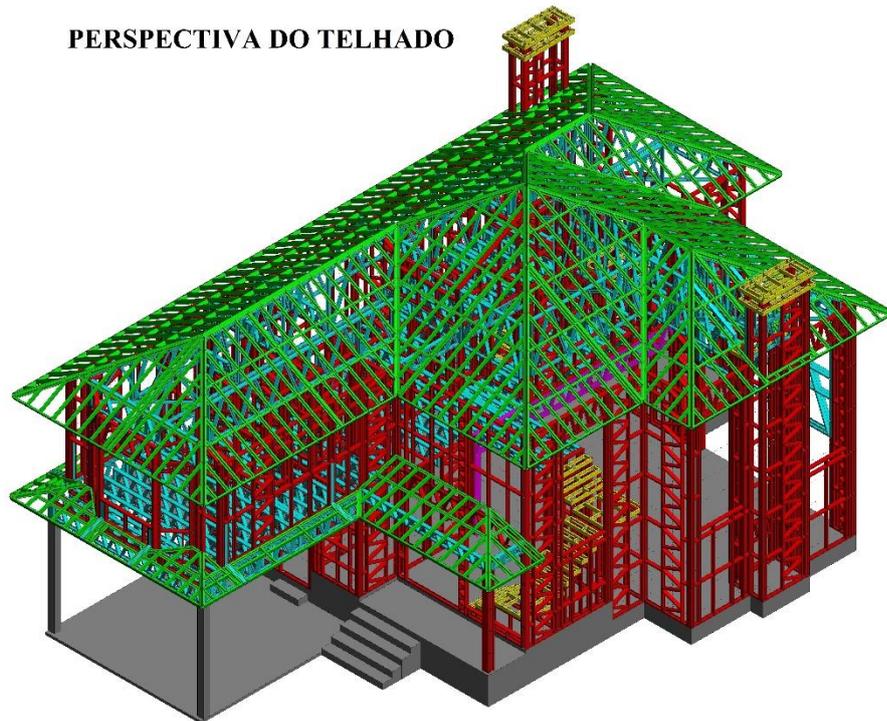


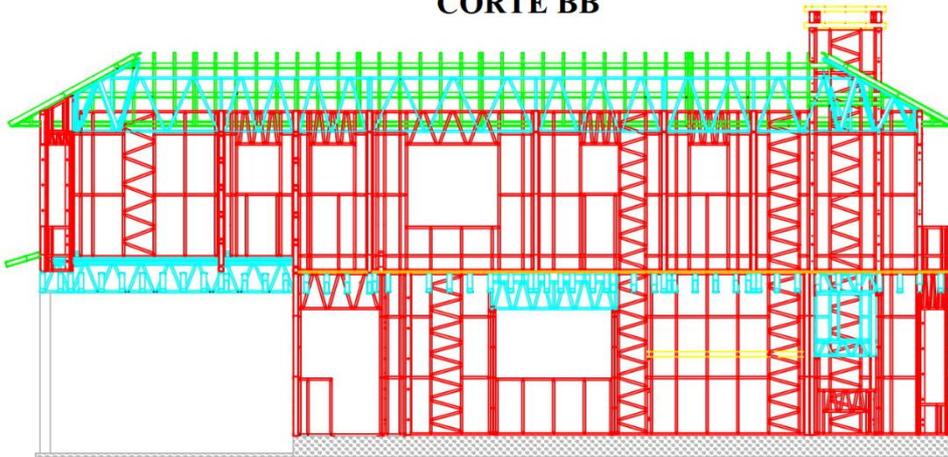
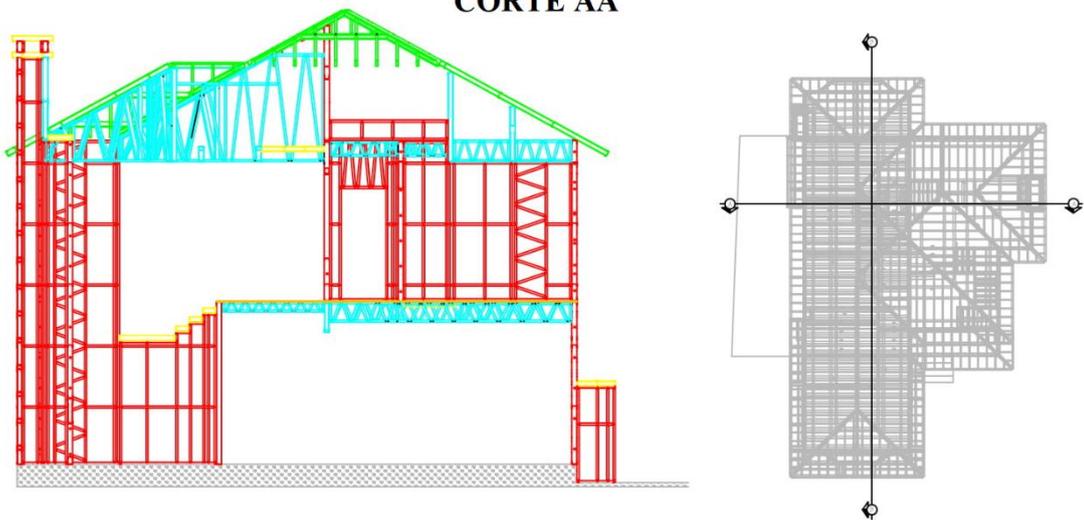
**PERSPECTIVAS DAS TESOURAS**

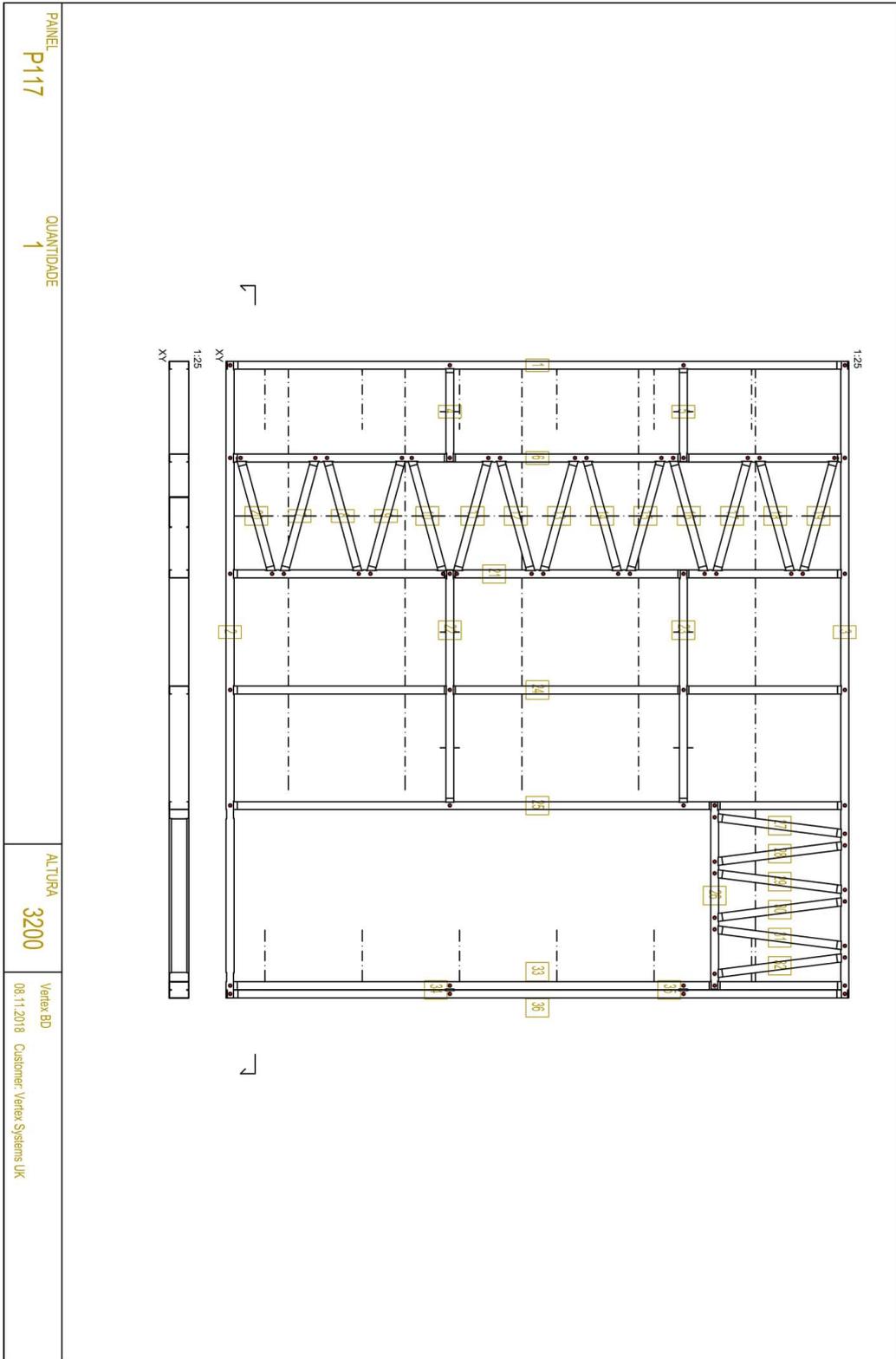


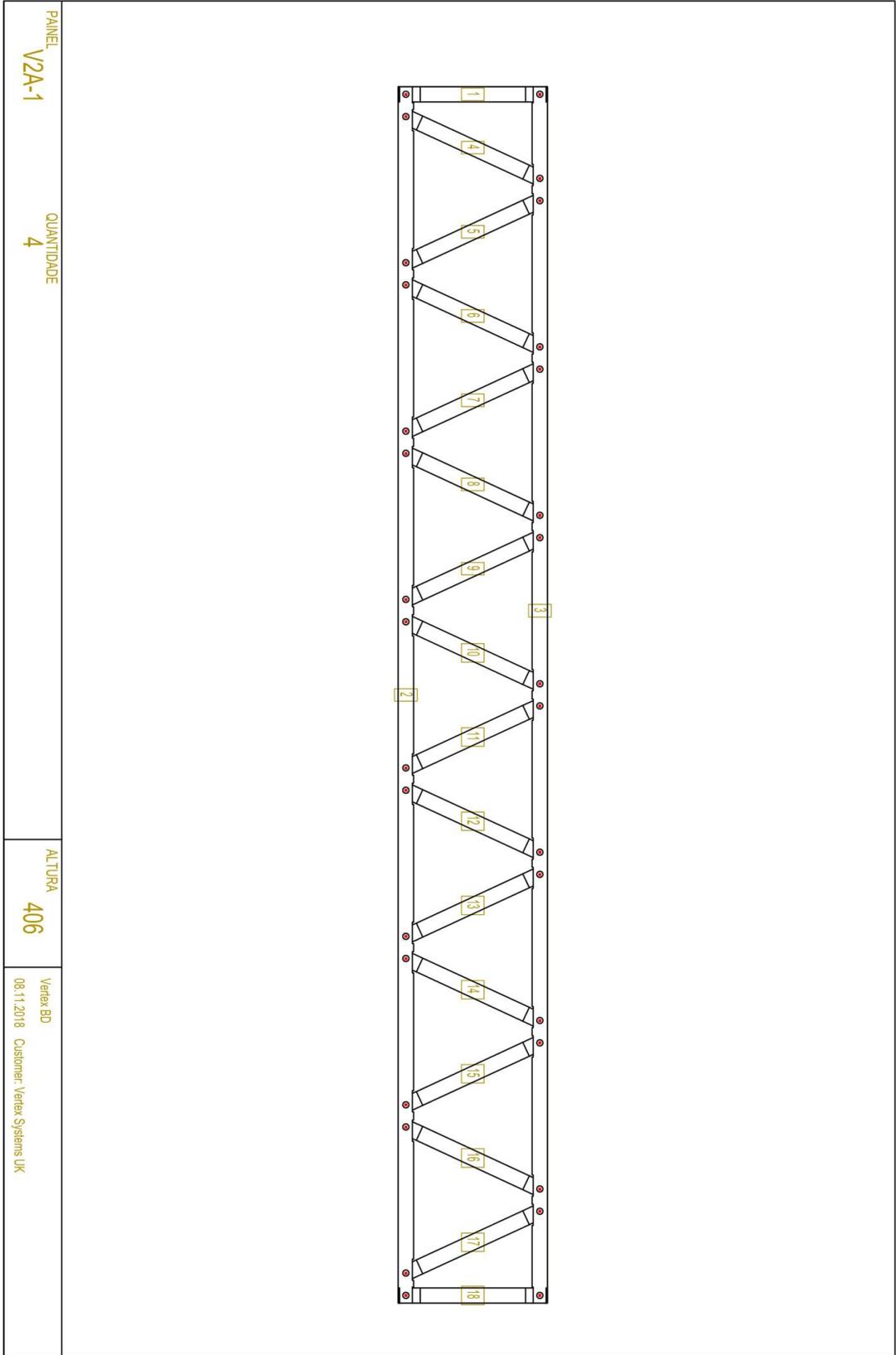


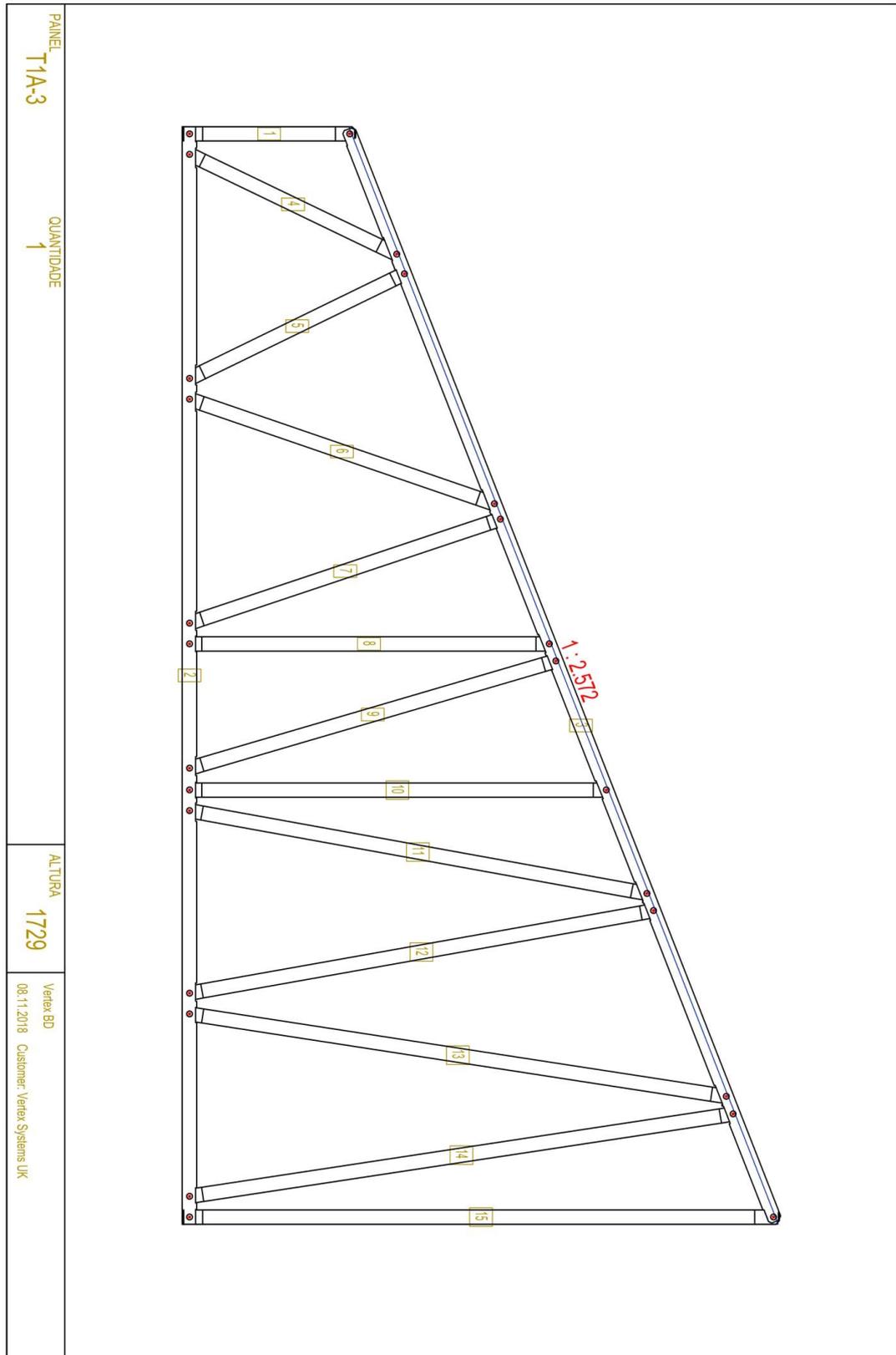
**PERSPECTIVA DO TELHADO**

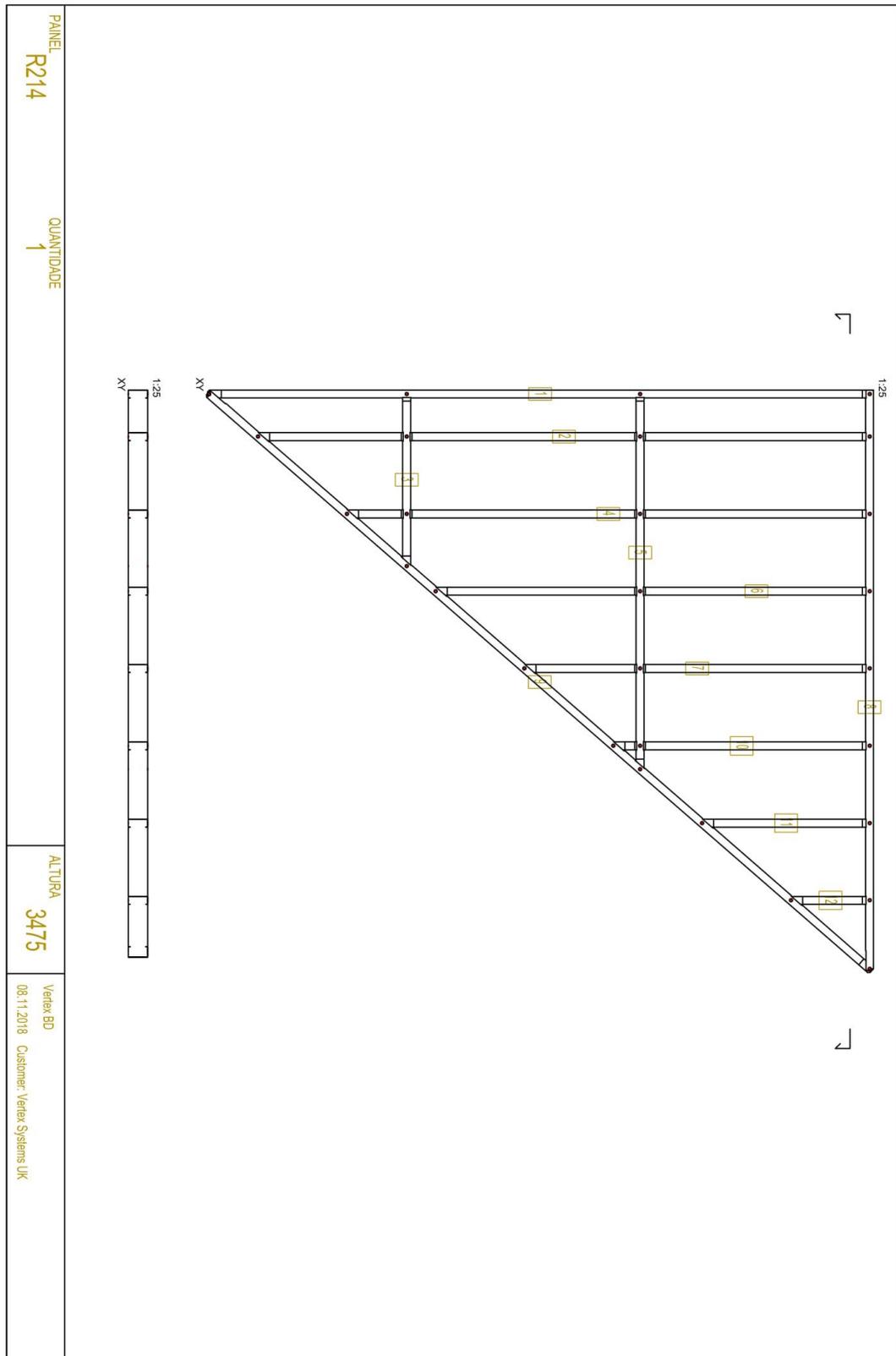


**CORTE BB****CORTE AA**









**APÊNDICE B – Levantamento Quantitativo do Projeto em *Light Steel Frame*.**

Painel Interno - P229		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	9,09	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	53,94	kg
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	127	Unidade
FECHAMENTO LADOS INTERNOS		
Placa OSB 9,5mm	19,82	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	397	Unidade
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	19,82	m <sup>2</sup>
Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	397	Unidade
Fita de Papel	27,74	m
Massa Para Junta de Acabamento	6,94	kg
Lã de Vidro	9,91	m <sup>2</sup>
ACABAMENTO		
Argamassa Colante	19,82	m <sup>2</sup>
Azulejo	19,82	m <sup>2</sup>
Espaçadores	70	Unidade
Rejunte	19,82	m <sup>2</sup>

Treliça - V1B-4		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	-	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	8,78	kg
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	35	Unidade
Reforços Parafuso Sextavado 4,8x19mm	27	Unidade
Banda Acústica	1,53	m

Pilar 2		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	0,52	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #1,25 mm)	15,67	kg
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	116	Unidade
Chumbador PBA 3/8x5	5	Unidade
FECHAMENTO		
Placa OSB 9,5mm	1,13	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	23	Unidade
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	1,13	m <sup>2</sup>
Parafusos TTPC 25	23	Unidade
Fita de Papel	1,59	m <sup>2</sup>
Massa Para Junta de Acabamento	0,40	m <sup>2</sup>
Banda Acústica	0,22	m

Degrau - DG1		
SUPERESTRUTURA		
Descrição	Quantidade	Unidade
Área	0,24	m <sup>2</sup>
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80 mm)	3,35	kg
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	14	Unidade
FECHAMENTO		
Placa OSB 11,1mm	0,33	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	8	Unidade
Placa OSB 18mm	0,26	m <sup>2</sup>
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	6	Unidade
ACABAMENTO		
Pedra de Granito	0,59	m <sup>2</sup>
Argamassa Colante	0,59	m <sup>2</sup>
Rejunte	0,43	m <sup>2</sup>
Banda Acústica	2,70	m

**APÊNDICE C – Composição do Custo Unitário do Projeto em *Light Steel*  
*Frame*.**

Painel Interno - P229					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	9,09	m <sup>2</sup>	-	-
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	MAT	53,94	kg	R\$ 9,42	R\$508,11
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	127	Unidade	R\$ 0,14	R\$17,78
Montador + Ajudante	MO	53,94	kg	R\$ 4,42	R\$238,41
FECHAMENTO LADOS INTERNOS					
Placa OSB 9,5mm	MAT	19,82	m <sup>2</sup>	R\$ 18,37	R\$363,97
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	397	Unidade	R\$ 0,14	R\$55,15
Placa de Gesso Acartonado RU 2,40x1,20m #1,25cm	MAT	19,82	m <sup>2</sup>	R\$ 17,73	R\$351,24
Parafusos TTPC 25 7x4,2cm	MAT	397	Unidade	R\$ 0,03	R\$13,85
Fita de Papel	MAT	27,74	m	R\$ 0,17	R\$4,79
Massa Para Junta De Acabamento	MAT	6,94	kg	R\$ 2,07	R\$14,34
Lã De Vidro	MAT	9,91	m <sup>2</sup>	R\$ 11,73	R\$116,18
Montador + Ajudante	MO	18,18	m <sup>2</sup>	R\$ 9,97	R\$181,25
ACABAMENTO					
Argamassa Colante	MAT	19,82	m <sup>2</sup>	R\$ 2,10	R\$41,61
Azulejo	MAT	19,82	m <sup>2</sup>	R\$ 34,99	R\$693,34
Espaçadores	MAT	70	Unidade	R\$ 0,03	R\$2,10
Rejunte	MAT	19,82	m <sup>2</sup>	R\$ 0,89	R\$17,64
Pedreiro + Ajudante	MO	18,18	m <sup>2</sup>	R\$ 47,06	R\$855,51
				Valor Total	R\$3.475,27

Degrau - DG1					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	0,24	m <sup>2</sup>	-	-
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80 mm)	MAT	3,35	kg	R\$ 9,42	R\$31,54
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	14	Unidade	R\$ 0,14	R\$1,96
Montador + Ajudante	MO	3,35	kg	R\$ 4,42	R\$14,80
FECHAMENTO					
Placa OSB 11,1mm	MAT	0,33	m <sup>2</sup>	R\$ 20,80	R\$6,86
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	8	Unidade	R\$ 0,14	R\$1,06
Placa OSB 18mm	MAT	0,26	m <sup>2</sup>	R\$ 36,42	R\$9,53
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	6	Unidade	R\$ 0,14	R\$0,83
Montador + Ajudante	MO	0,24	m <sup>2</sup>	R\$ 9,97	R\$2,39
ACABAMENTO					
Pedra De Granito	MAT	0,59	m <sup>2</sup>	R\$ 105,00	R\$62,08
Argamassa Colante	MAT	0,59	m <sup>2</sup>	R\$ 7,73	R\$4,57
Rejunte	MAT	0,43	m <sup>2</sup>	R\$0,86	R\$0,36
Banda Acústica	MAT	2,70	m	R\$ 2,40	R\$6,49
Pedreiro + Ajudante	MO	0,24	m <sup>2</sup>	R\$ 9,97	R\$2,39
				Valor Total	R\$144,85

Painel de Telhado - R205					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	7,82	m <sup>2</sup>	-	-
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,80 mm)	MAT	47,74	kg	R\$ 9,42	R\$449,71
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	86	Unidade	R\$ 0,14	R\$12,04
Montador + Ajudante	MO	47,74	kg	R\$ 4,42	R\$211,01
FECHAMENTO					
Placa OSB 11,1mm	MAT	8,99	m <sup>2</sup>	R\$ 20,80	R\$186,96
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	181	Unidade	R\$ 0,14	R\$25,10
Sub Cobertura	MAT	8,99	m <sup>2</sup>	R\$6,65	R\$59,78
Telha Shingle	MAT	8,99	m <sup>2</sup>	R\$49,29	R\$443,08
Pregos Para Telha 3,4x25mm	MAT	8,99	m <sup>2</sup>	R\$3,35	R\$30,11
Montador + Ajudante	MO	7,82	m <sup>2</sup>	R\$106,59	R\$833,18
				Valor Total	R\$2.250,97

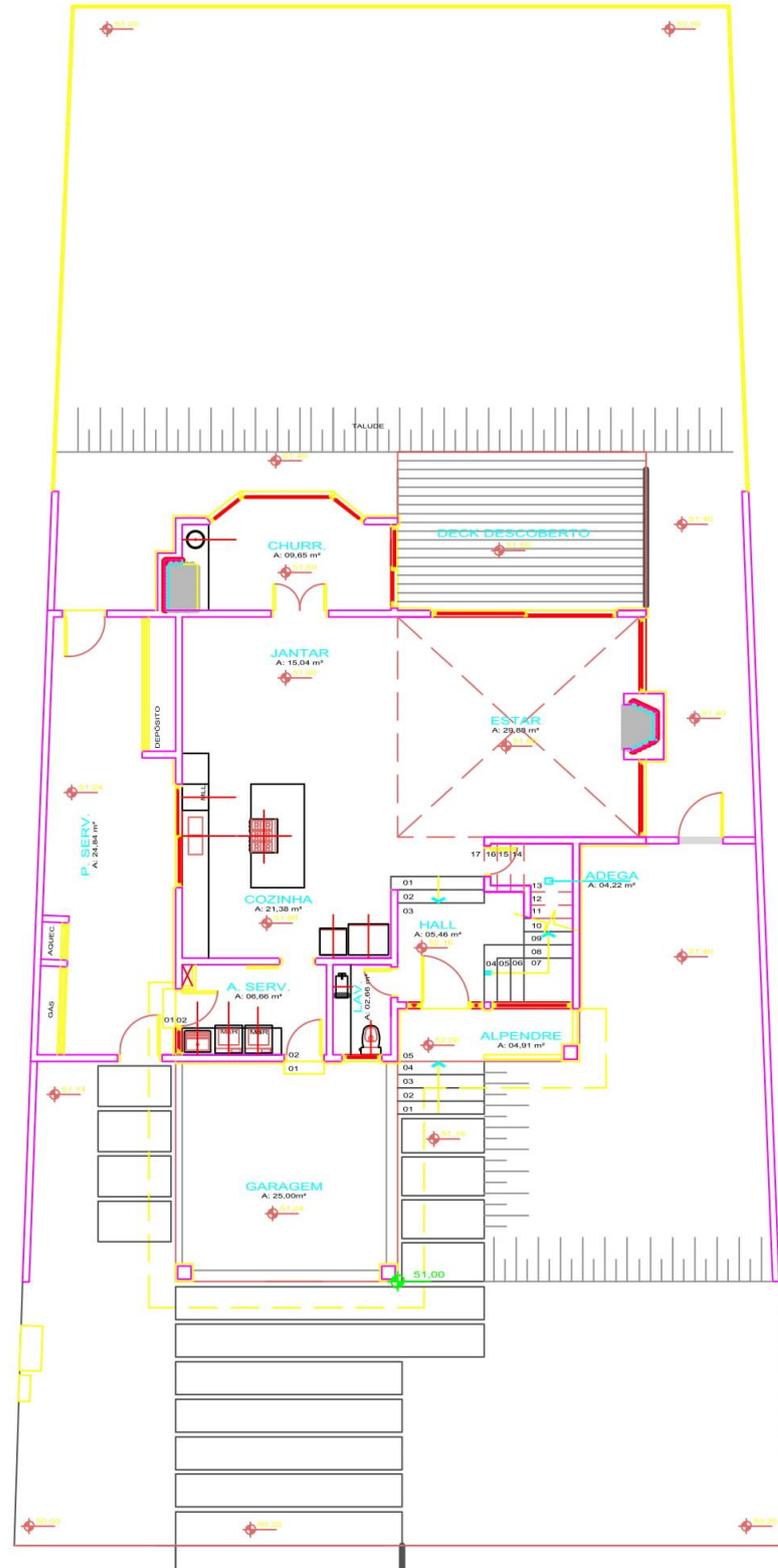
Pilar 2					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	0,52	m <sup>2</sup>	-	-
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #1,25 mm)	MAT	15,67	kg	R\$ 9,42	R\$147,61
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	116	Unidade	R\$ 0,14	R\$16,24
Chumbador PBA 3/8x5	MAT	5	Unidade	R\$ 2,02	R\$10,10
Montador + Ajudante	MO	15,67	kg	R\$ 4,42	R\$69,26
FECHAMENTO					
Placa OSB 9,5mm	MAT	1,13	m <sup>2</sup>	R\$ 18,37	R\$20,82
Parafusos 4,2x32mm Ponta Broca Sem Asa	MAT	23	Unidade	R\$ 0,14	R\$3,18
Placa de Gesso Acartonado Standard 2,40x1,20m #1,25cm	MAT	1,13	m <sup>2</sup>	R\$ 16,49	R\$18,70
Parafusos TTPC 25	MAT	23	Unidade	R\$ 0,03	R\$0,80
Fita de Papel	MAT	1,59	m <sup>2</sup>	R\$ 0,17	R\$0,27
Massa Para Junta De Acabamento	MAT	0,40	m <sup>2</sup>	R\$ 2,07	R\$0,82
Banda Acústica	MAT	0,22	m	R\$ 2,40	R\$0,52
Montador + Ajudante	MO	0,52	m <sup>2</sup>	R\$ 9,97	R\$5,18
				Valor Total	R\$293,51

Trelça - V1B-4					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	-	m <sup>2</sup>	-	-
Aço (Perfil Ue 100 x 45 x 12,5 #0,95 mm)	MAT	8,78	kg	R\$ 9,42	R\$82,71
Rebites de Aço de Repuxo 4,8x10	MAT	35	Unidade	R\$ 0,14	R\$4,90
Reforços Parafuso Sextavado 4,8x19mm	MAT	27	Unidade	R\$ 0,20	R\$5,40
Banda Acústica	MAT	1,53	m	R\$2,40	R\$3,66
Montador + Ajudante	MO	8,78	kg	R\$ 4,42	R\$38,81
				Valor Total	R\$135,48

Piso - Banheiro da Suíte 2					
SUPERESTRUTURA					
Descrição	Classificação	Quantidade	Unidade	Preço Unit.	Preço Total
Área	-	4,46	m <sup>2</sup>	-	-
Manta Plástica	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$ 0,90	R\$4,38
Malha de Aço 4,2mm	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$ 12,14	R\$59,07
Contrapiso de Argamassa	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$ 23,84	R\$116,00
Pedreiro + Ajudante	MO	4,87	m <sup>2</sup>	R\$ 41,92	R\$203,97
IMPERMEABILIZAÇÃO					
Impermeabilização da Laje	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$26,42	R\$128,55
Impermeabilização do Rodapé	MAT	4,40	m	R\$ 1,52	R\$6,69
Pedreiro + Ajudante	MO	4,87	m <sup>2</sup>	R\$ 6,85	R\$33,33
ACABAMENTOS					
Cerâmica 60x60cm	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$28,90	R\$140,62
Argamassa Colante	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$2,10	R\$10,22
Espaçadores	MAT	30	Unidade	R\$0,03	R\$0,90
Rejunte	MAT	4,87	m <sup>2</sup>	R\$0,89	R\$4,33
Rodapé	MAT	9,37	m	R\$24,96	R\$233,98
Cola para Rodapé	MAT	9,37	m	R\$2,74	R\$25,68
Pedreiro + Ajudante	MO	4,46	m <sup>2</sup>	R\$47,06	R\$210,08
				Valor Total	R\$1.177,80

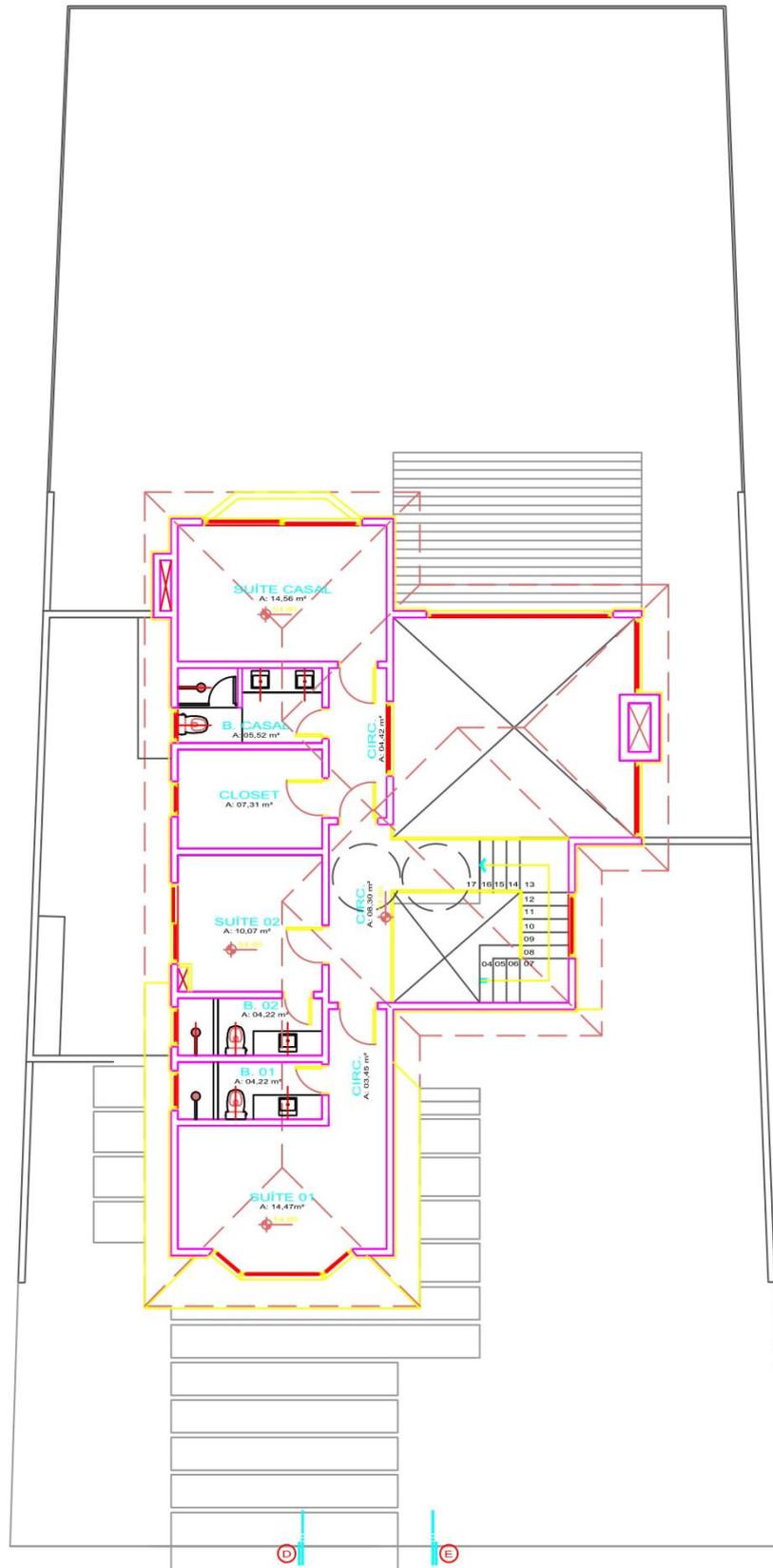
## **ANEXO A – Plantas do projeto arquitetônico.**

## PLANTA BAIXA TÉRREO



## PLANTA BAIXA

2º PAV.



# PLANTA BAIXA

## COBERTURA

