

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**DOMINGOS BERTOLDO DOS SANTOS JUNIOR**

**PAULO TRAUTEN BRITO**

**ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS  
DE LIGHT STEEL FRAMING E ALVENARIA  
CONVENCIONAL**

**ANÁPOLIS / GO**

**2018**

**DOMINGOS BERTOLDO DOS SANTOS JUNIOR**  
**PAULO TRAUTEN BRITO**

**COMPARATIVO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS DE  
LIGHT STEEL FRAMING E ALVENARIA CONVENCIONAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADORA: MESTRA ISA LORENA SILVA BARBOSA**

**ANÁPOLIS / GO: 2018**

# FICHA CATALOGRÁFICA

JUNIOR, DOMINGOS BERTOLDO DOS SANTOS/ BRITO, PAULO TRAUTEN

Estudo comparativo dos métodos construtivos de light steel framing e alvenaria convencional.

87P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                           |                                 |
|---------------------------|---------------------------------|
| 1. Alvenaria Convencional | 2. Light Steel Frame            |
| 3. Aço Galvanizado        | 4. Drywall                      |
| I. ENC/UNI                | II. Bacharel (10 <sup>o</sup> ) |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

JUNIOR, Domingos Bertoldo dos Santos; BRITO, Paulo Trauten. Estudo comparativo dos métodos construtivos de light steel frame e alvenaria convencional. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 85p. 2018.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Domingos Bertoldo dos Santos Junior

Paulo Trauten Brito

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo dos métodos construtivos de light steel frame e alvenaria

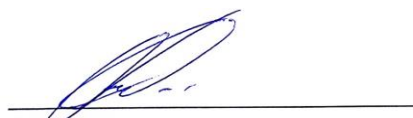
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2018

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Domingos B. dos Santos Junior  
domingosbjr@hotmail.com



Paulo Trauten Brito  
ptbrito@msn.com

**DOMINGOS BERTOLDO DOS SANTOS JUNIOR**  
**PAULO TRAUTEN BRITO**

**ESTUDO COMPARATIVO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS  
DE LIGHT STEEL FRAME E ALVENARIA CONVENCIONAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

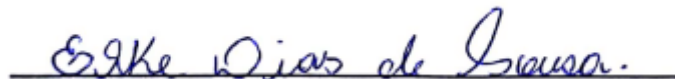
**APROVADO POR:**



\_\_\_\_\_  
**ISA LORENA SILVA BARBOSA, Mestra (UniEvangélica)**  
**(ORIENTADORA)**



\_\_\_\_\_  
**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**



\_\_\_\_\_  
**ELKE DIAS DE SOUSA, Mestra (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 29 de novembro de 2018.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casas em Madison construídas em wood frame, WI, foto de 1904 onde já haviam sido construídas há 30 anos .....	18
Figura 2 – Casa no ano de 1840 construída com base no sistema Wood Frame durante a expansão e desenvolvimento oeste dos Estados Unidos em Nova York.....	19
Figura 3 – Mesma casa no ano de 2011 durante a sua desmontagem .....	20
Figura 4 – Visão de toda estrutura com ótimo estado de conservação pelo tempo.....	20
Figura 5 – Componentes do LSF .....	22
Figura 6 – Instalações elétricas e hidráulicas .....	24
Figura 7– Montagem do “esqueleto” estrutural em LSF .....	25
Figura 8 – Casas em LSF.....	26
Figura 9 – Esquema de montagem de parede de Drywall com material isolante.....	28
Figura 10 – Consumo histórico anual de chapas para Drywall no Brasil.....	29
Figura 11 – Esquema de montagem do Drywall .....	30
Figura 12 – Exemplo de parede de alvenaria convencional .....	38
Figura 13 – Esquema de fundação radier .....	39
Figura 14 – Esquema de pilar em concreto armado na forma .....	40
Figura 15 – Indicação de alocação de verga e contra verga .....	41
Figura 16 – Esquema de calhas e condutores do telhado .....	43
Figura 17 – Esquema de circuito elétrico residencial com alimentação externa.....	44
Figura 18 – Partes constituintes de uma instalação predial de esgoto.....	45
Figura 19 – Representação isométrica de Instalação Hidráulica.....	46
Figura 20 – Painel estrutural com abertura.....	48
Figura 21 – Passagem dos conduítes elétricos na parede interna .....	49
Figura 22 – Parte externa do painel estrutural.....	50
Figura 23 – Tipos de placas de gesso acartonado.....	51
Figura 24 – Vigas de piso.....	51
Figura 25 – Tesouras em aço galvanizado.....	52
Figura 26 – Cura do concreto do radier .....	56
Figura 27 – Levantamento das paredes internas e externas.....	57

Figura 28 – Montagem das paredes internas e externas .....	59
--	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Exemplo de faturamento de um conjunto habitacional horizontal em LSF .....	36
Gráfico 2 – Exemplo de faturamento de um conjunto habitacional horizontal em alvenaria convencional .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para LSF .....	23
Tabela 2 – Primeira parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional .....	55
Tabela 3 – Primeira parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	55
Tabela 4 – Segunda parte da planilha de alvenaria convencional .....	56
Tabela 5 – Segunda parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	58
Tabela 6 – Terceira parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional .....	60
Tabela 7 – Terceira parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	61
Tabela 8 – Quarta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional .....	62
Tabela 9 – Quarta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	62
Tabela 10 – Quinta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional .....	64
Tabela 11 – Quinta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	64
Tabela 12 – Sexta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional .....	65
Tabela 13 – Sexta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall .....	67
Tabela 14 – Tabela exemplificada de bonificação e despesas indiretas, utilizando método construtivo em alvenaria .....	68
Tabela 15 – Tabela exemplificada de bonificação e despesas indiretas, utilizando método construtivo em Light Steel Frame .....	69
Tabela 16 – Comparativo das planilhas orçamentárias sintéticas de alvenaria convencional e LSF e Drywall .....	70



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABCEN** - Associação Brasileira de Construção Metálica

**ABNT** - Associação Brasileira de Normas Técnicas

**BNH** - Banco Nacional da Habitação

**CBC** - Centro Brasileiro da Construção

**CBCA** - Centro Brasileiro de Construção em Aço

**CEF** - Caixa Econômica Federal

**LSF** - Light Steel Frame

**NBR** - Norma Brasileira

**OSB** - Oriented Strand Board (Painel de Tiras de Madeira Orientadas)

**RU** - Resistente a umidade

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	16
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
1.3 METODOLOGIA.....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2 LIGHT STEEL FRAME (LSF).....</b>	<b>18</b>
2.1 HISTÓRIA .....	18
2.2 DEFINIÇÃO .....	21
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	23
2.4 APLICAÇÃO DO LSF.....	26
<b>3 DRYWALL.....</b>	<b>27</b>
3.1 HISTÓRIA .....	27
3.2 DEFINIÇÃO .....	27
3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	28
3.4 APLICAÇÃO DO DRYWALL .....	29
<b>4 ALVENARIA CONVENCIONAL.....</b>	<b>31</b>
4.1 HISTÓRIA .....	31
4.2 DEFINIÇÃO .....	32
4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS .....	33
4.4 APLICAÇÃO DA ALVENARIA CONVENCIONAL .....	34
<b>5 COMPARATIVO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS.....</b>	<b>35</b>
5.1 COMPARAÇÃO DO LSF COM O DRYWALL .....	35
5.2 COMPARAÇÃO DA ALVENARIA CONVENCIONAL COM O LSF E O DRYWALL .....	35

<b>6 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO</b> .....	<b>38</b>
6.1 ALVENARIA CONVENCIONAL .....	38
<b>6.1.1 Fundações</b> .....	<b>38</b>
<b>6.1.2 Pilares</b> .....	<b>39</b>
<b>6.1.3 Vigas</b> .....	<b>40</b>
<b>6.1.4 Vedação e fechamento</b> .....	<b>40</b>
<b>6.1.5 Forros</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1.6 Piso</b> .....	<b>42</b>
<b>6.1.7 Telhado</b> .....	<b>43</b>
<b>6.1.8 Instalações elétricas</b> .....	<b>44</b>
<b>6.1.9 Instalação sanitária</b> .....	<b>44</b>
<b>6.1.10 Instalação Hidráulica</b> .....	<b>45</b>
6.2 LIGHT STEEL FRAME E DRYWALL .....	46
<b>6.2.1 Fundações</b> .....	<b>46</b>
<b>6.2.2 Estrutura</b> .....	<b>47</b>
6.2.2.1 Painéis estruturais .....	47
6.2.2.2 Painéis não estruturais .....	50
6.2.2.3 Lajes .....	51
<b>6.2.3 Cobertura</b> .....	<b>52</b>
<b>6.2.4 Acabamento</b> .....	<b>53</b>
<b>7 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>54</b>
7.1 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS .....	54
7.2 COMPARAÇÃO ANALÍTICA .....	54
<b>7.2.1 Fundações</b> .....	<b>54</b>
<b>7.2.2 Superestrutura e fechamento</b> .....	<b>56</b>
<b>7.2.3 Cobertura e Esquadrias</b> .....	<b>59</b>
<b>7.2.4 Revestimento</b> .....	<b>61</b>
<b>7.2.5 Instalações elétricas, hidráulicas e de aparelhos</b> .....	<b>63</b>
<b>7.2.6 Pinturas, pavimentação e complementação da obra</b> .....	<b>65</b>
7.3 COMPOSIÇÃO DE BDI.....	68
7.4 COMPARAÇÃO SINTÉTICA .....	70

<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
-------------------------------------	-----------

**REFERÊNCIAS**

**ANEXOS**

**APÊNDICES**

## **AGRADECIMENTOS**

Queremos agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por permitir que mais esse sonho se concretizasse, por toda fé, força e coragem ao longo de nossas vidas e não somente nestes anos como universitários.

Aos nossos pais, que sempre estiveram ao nosso lado, acreditaram em nós e não mediram esforços para que pudéssemos chegar até aqui. Obrigado por cada dia que mesmo com tantas dificuldades, nos incentivaram e deram forças para continuar, pela educação e pelo amor. Essa vitória é nossa!

Agradecemos pelo preparo que o Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica) nos proporcionou, seu corpo docente, direção e administração, por seus ensinamentos e por compartilharem suas valiosas experiências, principalmente à Mestra Isa Lorena da Silva Barbosa pela orientação e dedicação para o desenvolvimento desse trabalho.

Por fim, agradecemos a todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa trajetória, que ajudaram a realizar esse sonho e/ou fizeram destes 5 anos, anos de crescimento intelectual e profissional.

## RESUMO

Diante da globalização e da chegada de novos métodos construtivos no mercado nacional, este trabalho aborda o comparativo entre dois métodos construtivos para casas populares, sendo a alvenaria convencional com concreto armado e blocos cerâmicos furados que já é um método consolidado da construção, e o método com aço galvanizado denominado *Light Steel Frame* que é um método firmado em outros países e está ganhando espaço no Brasil, juntamente com o *Drywall*. Este trabalho passou pelo desenvolvimento de cada um, abordando sua história e como chegou no mercado nacional, tratando de sua aplicação e execução, materiais, tipo de estrutura e mão de obra, trazendo um comparativo entre vantagens e desvantagens, como os custos de cada método demonstrados por planilhas de custo e cronograma de execução, buscando mostrar a produtividade e o aproveitamento de recursos em uma planta de uma casa popular a ser implantada no Estado de Goiás e que apesar do uso misto de métodos construtivos para viabilizar o custo para que possa ser efetivamente utilizado no mercado da região, buscamos manter o sistema estrutural homogêneo, afim de preservar suas principais vantagens e desvantagens diante de todo processo, onde, assim foi obtido um comparativo próximo e viabilizado.

**Palavras chave:** Alvenaria convencional, Aço, Light steel frame, Drywall.

## **ABSTRACT**

Faced with the globalization and the arrival of new constructive methods in the national market, this work approaches the comparative between two constructive methods for popular houses, being the conventional masonry with reinforced concrete and ceramic blocks that already is a consolidated method of construction, and the method with galvanized steel called Light Steel Frame which is a method established in other countries and is gaining space in Brazil, along with Drywall. This work will go through the development of each one addressing its history and how it arrived in the national market, dealing with its application and execution, materials, type of structure and labor, bringing a comparison between advantages and disadvantages, such as the costs of each method demonstrated by schedules of cost and execution schedule, seeking to show the productivity and the use of resources in a plan of a popular house to be implanted in the State of Goiás and that makes use of a lot of constructive methods to make feasible the homogeneous system of all processes, where, thus, a near and feasible comparison was obtained.

**Key words:** Conventional masonry, Steel, Light steel frame, Drywall.

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de construção baseada em LSF (*Light Steel frame*), tem como foco o uso do aço galvanizado com função estrutural como o material principal, fugindo um pouco dos padrões construtivos nacionais, onde predomina-se o sistema construtivo de alvenaria convencional que utiliza tijolo, concreto e aço como base.

Segundo Telles et al. (1994), a alvenaria convencional tem um forte peso nos sistemas construtivos nacionais devido a não necessidade de mão de obra especializada, materiais de fácil acesso e de custo muito mais acessível do que perfis metálicos estruturais, onde além de terem o custo elevado com seu transporte e faturamento, acaba sendo necessário o uso de mão de obra especializada.

Em contrapartida, segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o sistema construtivo por meio do LSF, um sistema já consolidado em países mais desenvolvidos e cada vez mais espaço no Brasil atualmente, já que apesar de seu custo ainda ser maior que a alvenaria convencional, o método construtivo de LSF permite uma maior agilidade na produção, um maior controle administrativo da obra, além da redução nos imprevistos que infelizmente, tem muita recorrência na alvenaria convencional.

Atualmente, segundo a E8 Inteligência (2018), pode-se notar uma evolução da aplicação destas novas tecnologias construtivas no Brasil, trazendo não só os benefícios deste sistema como uma nova alternativa construtiva, inovando e ampliando as soluções para problemas muito específicos que a alvenaria convencional não consegue englobar.

Segundo Hass e Martins (2011), pelo fato da alvenaria convencional ter uma cultura construtiva muito forte no Brasil tendo como uma das desvantagens o desperdício de matéria prima, a maioria das empresas que atuam na produção do sistema de LSF, apresentam alguns pontos de comparação, tais como:

- Alta produtividade, como muito já é exigido pelos clientes;
- Um alto desenvolvimento sustentável, devido a matéria prima ser reciclável, ter um mínimo uso de água e não ter desperdício de material.



## 1.1 JUSTIFICATIVA

O LSF é um sistema construtivo teoricamente novo quando comparado ao sistema de alvenaria convencional, que apesar de no Brasil não ser tão utilizado, países como os EUA, Japão, entre outros com grandes ocorrências de catástrofes naturais, é muito utilizado por ter um resultado extremamente rápido, devido o fato de todo seu esqueleto estrutural ser pré-moldado por perfis de aço galvanizado, só havendo a necessidade da junção de uns aos outros por meio de parafusos. Além da vantagem de tempo, o LSF fornece um trabalho onde há uma economia de 70% no consumo da água e como o nome do sistema já sugere, *Light Steel Frame* (Perfis de aços leves), seu sistema estrutural é muito mais leve quando comparado ao da alvenaria convencional, de tal forma que não há a necessidade de um gasto tão grande no alicerce da construção. Favorece muito também nos fatores de agilidade no processos construtivos, como é demonstrado nos cronogramas físicos e também a favor da sustentabilidade do meio ambiente, uma vez que o LSF tem como uma de suas principais características o mínimo desperdício de materiais e sua utilização mínima de água para o desenvolvimento da obra quando comparado ao de alvenaria convencional. Por tais fatores, este trabalho aborda o comparativo entre os dois métodos construtivos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

A pesquisa teve como objetivo geral comparar e analisar o planejamento de uma obra de uma casa residencial padrão nacional pelos métodos construtivos de *light steel framing* juntamente com o *drywall* e alvenaria convencional.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar os custos por metro quadrado, tempo, mão de obra, custo individual dos materiais utilizados, afim de fazer um levantamento de dados por etapa construtiva.
- Fazer uma apresentação das desvantagens e vantagens da aplicação do sistema construtivo de *Light Steel Frame* e do método de alvenaria convencional com concreto armado com as características de cada sistema construtivo e o processo empregado.

- Visar uma utilização vantajosa do *Light Steel Frame* no Brasil atualmente ou quais as condições necessárias para que ele pudesse começar a ser utilizado em larga escala.

### 1.3 METODOLOGIA

Faz-se a utilização de um projeto de casa residencial padrão fornecido pelo site da Caixa, demonstra-se o levantamento semelhante para a mesma casa com os materiais do sistema construtivo de LSF, onde se tem o custo da mão de obra, juntamente com o tempo necessário para a conclusão da obra. Desta forma chegando a uma consideração final após a análise de ambos planejamentos.

### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi elaborado em 8 capítulos, onde nos quatro primeiros são apresentados os sistemas construtivos a serem utilizados no estudo de caso, tendo como sequência o quinto capítulo que irá abordar um comparativo teórico superficial exposto pelos autores contidos na referência, no sexto capítulo irá ser abordado algumas maneiras de se desenvolver uma obra em tais métodos construtivos, mostrando os vários caminhos que podem ser traçados diante deste tema, cujo no sétimo capítulo irá ser apresentado o estudo de caso da obra da CAIXA econômica federal, sendo adaptada nos devidos sistemas construtivos, utilizando como base as tabelas SINAPI e TCPO, entre outras lojas regionais quando não for encontrado os preços devidos nas tabelas ditas anteriormente. Por fim a consideração final abordando sobre o comparativo orçamentário, cronograma físico presente nos apêndices entre outras abordagens gerais. Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo o planejamento da obra, o procedimento executivo para ambos os sistemas estruturais, de tal forma que obtem-se assim um melhor resultado para enfim identificar, analisar e avaliar as devidas conclusões para a utilização do LSF no Brasil.

## 2 LIGTH STEEL FRAME (LSF)

### 2.1 HISTÓRIA

Para entender como foi o surgimento do LSF (*Light Steel Frame*) e seu período histórico primeiramente deve-se remeter a ideia de onde se derivou. Essa técnica é derivada de um processo de construção rápida que começou durante o desenvolvimento do oeste dos Estados Unidos da América onde começou por volta de 1810 (ALLEN & THALLON, 2011) no qual se denomina *Wood Frame* onde o principal material utilizado é a madeira aplicada em forma de perfis montantes e guias com revestimentos do lado externo e interno, mas o que elevou a produção desta técnica foi a crescente demanda da população no qual estavam se multiplicando muito rapidamente e necessitavam de construções rápidas para servir o coletivo como igrejas, escolas, comércios e como também para abrigar as novas famílias, como mostra na figura 1.

Figura 1 – Casas em Madison construídas em wood frame, WI, foto de 1904 onde já haviam sido construídas há 30 anos.



Fonte: <http://www.brownstonedetectives.com/whats-missing-with-these-wood-frame-houses/> (2018)

Onde tiveram que buscar métodos para construir rapidamente de um modo ágil e que pudessem construir utilizando os materiais disponíveis localmente em maior abundância para melhorar a produtividade e sua logística, aproveitando o conhecimento que os Europeus

levaram em marcenaria. Ganhou força ao longo do tempo e ainda é bastante utilizado nos EUA, Canadá e norte da Europa, foi normatizado e denominado de *Wood Frame*, que os garantia uma construção “seca” sem sujeiras e rápida com os materiais de fácil acesso com agilidade e redução do tempo na entrega da obra.

Na sequência de figuras 2, 3 e 4 citadas é possível observar uma casa construída no ano de 1840 em Orange County, NY, EUA que pertenceu a família Montgomery, no modelo de *Wood Frame* citado acima e utilizando madeira de origem local, depois as fotos atuais de como estava até desmontagem dos seus revestimentos externos para possível reforma.

Figura 2 – Casa no ano de 1840 construída com base no sistema Wood Frame durante a expansão e desenvolvimento oeste dos Estados Unidos em Nova York.



Fonte: <https://circaoldhouses.com/property/the-montgomery-an-1840-english-wood-frame-house/> (2018)

Figura 3 – Mesma casa no ano de 2011 durante a sua desmontagem.



Fonte: <https://circaoldhouses.com/property/the-montgomery-an-1840-english-wood-frame-house/> (2018)

Figura 4 – Visão de toda estrutura com ótimo estado de conservação pelo tempo.



Fonte: <https://circaoldhouses.com/property/the-montgomery-an-1840-english-wood-frame-house/> (2018)

Já em outro contexto após o passar de alguns anos, no final da segunda guerra mundial, o aço era um material abundante, o conhecimento em metalurgia e domínio dos metais havia evoluído bastante, e devido ao esforço durante a guerra, começou a ser utilizado apenas em divisórias de residências e edifícios, mas com o revestimento externo em madeira e com os perfis e guias em aço sendo moldados a frio.

No ano de 1933 na feira mundial de Chicago foi apresentado um protótipo para uma construção de uma residência em *Light Steel Frame* devido ao interesse de alguns investidores como por parte da população que visava mais segurança, visto que no ano de 1906 haviam acontecido grandes incêndios como o de São Francisco potencializados pelo uso da madeira, deixando 250 mil pessoas desabrigadas (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

Mas se fortaleceu com a produção larga e ascendente no final do século XX devido ao furacão que assolou a costa leste americana e o terremoto de Northridge, LA (1994), que forçou a população a mudarem as edificações para um método mais resistente e que fosse durável a catástrofes e as intempéries climáticas.

Além de obter melhor relação peso/resistência e incombustibilidade, não acontece o empeno nem o rachamento desde que bem dimensionado, haja retração, dilatação baixa e devido as normas, um processo industrial da produção da matéria prima, tem uma qualidade consistente e baixa variância de resistência do que declarado nas especificações do produto, segundo a citação de Santiago, Freitas e Crasto (2012).

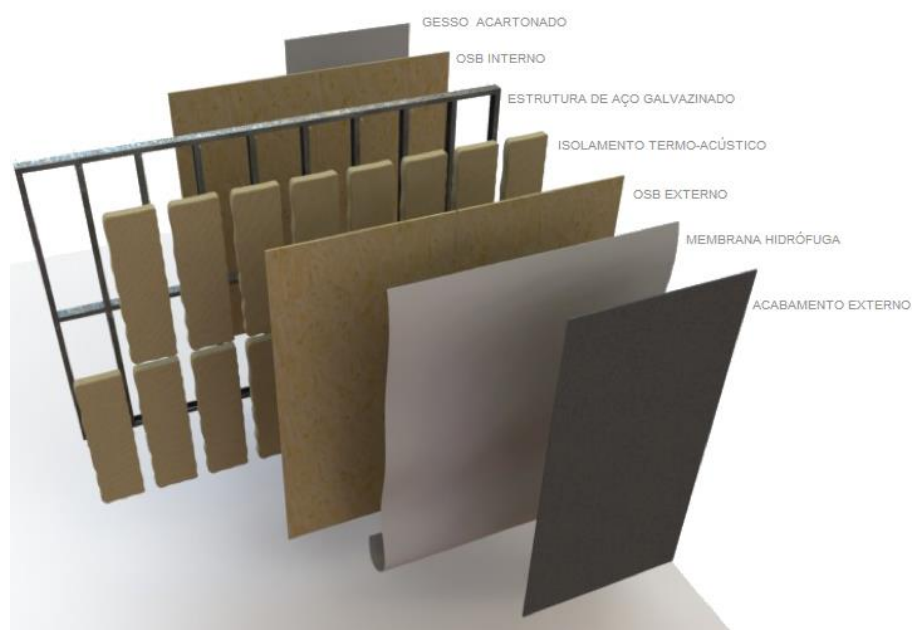
[...] onde hoje é largamente empregue na construção de edifícios nos países mais desenvolvidos, como os EUA, Japão, Austrália, Nova Zelândia, Reino Unido, norte da Europa, e África do Sul por fatores que abordaremos posteriormente, no Brasil chegou por volta dos anos 1990 por meio da iniciativa privada de algumas empresas como SIDERAR, USIMINAS, LP BUILDING, Votorantim. E vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil[...] (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

## 2.2 DEFINIÇÃO

Segundo Santiago (2012) é um tipo de construção seca que veio da evolução do *Wood Frame* onde consiste na utilização do aço leve galvanizado, formado a frio, baseado em perfis e guias de aço em sua estrutura, que pode ser combinado com outros tipos de sistemas construtivos, esses montantes de aço são ligados entre si funcionando em conjunto garantindo a resistência de cargas, além de ser uma estrutura mais leve que não sobrecarrega a fundação.

E por ser um sistema a seco, garante grande controle de gastos, além de uma redução no desperdício de tempo e material, alta produtividade e grande rapidez de execução e composto por diversos sistemas que vão desde os perfis estruturais até as mantas de isolamento, placas cimentícias, isolamento termo acústico e revestimento interno e externo, como pode ser visto na figura 5.

Figura 5 – Componentes do LSF.



Fonte: <http://lightsteelframe.eng.br/qual-revestimento-externo-utilizar-no-steel-frame/> (2018)

Ainda com base na figura 5, observa-se todos os componentes que são utilizados no sistema podendo variar alguns componentes como o gesso acartonado e placas OSB interno quanto externo de acordo com o projeto ou área de colocação onde a parede será empregada como por exemplos em áreas molhadas.

Os perfis da alma UE variam de 90 mm a 300 mm as medidas comerciais mais usuais, mas também dependendo do projeto e possível utilizar outras dimensões como na tabela 1. Os perfis são feitos para se encaixar perfeitamente as guias e as cantoneiras e uns aos outros, por isso alguns são mais largos em certos pontos que os outros como os perfis em U e UE. No Brasil as medidas mais utilizadas no meio comercial, são de 90 mm a 200 mm e as mesas de 35 mm a 40 mm (SANTIAGO , FREITAS , CRASTO ,2012).

Tabela 1 - Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para LSF

Dimensões (mm)	Designação	Largura da alma - bw (mm)	Largura da mesa - bf (mm)	Largura do enrijecedor de borda - D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue 140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: NBR 15253 (ABNT, 2005).

### 2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Segundo Santiago (2008), onde faz uma análise do LSF como um sistema de fechamento externo vertical, obteve que grande partes das indústrias brasileiras que trabalham com este sistema também incorporam o *drywall* como sistema de divisão interno dos ambientes, como uma estratégia para conter custos do valor final da obra devido seu custo ser inferior e ter um maior aproveitamento da área interna do local por sua espessura final ser mais fina que a do LSF.

A escolha por utilizar o sistema de construção de LSF em inúmeros projetos, sejam eles residenciais, comerciais ou até mesmo industriais, vem se dando principalmente pela rapidez no resultado final, devido ao sistema ser composto de materiais pré-fabricados e ser de rápida



execução na montagem do “esqueleto” estrutural, nas instalações elétricas e hidráulicas (Figura 6) e fornecendo maior reciclabilidade devido ao LSF ser composto principalmente por perfis de aço galvanizado, isso influi muito no aspecto ambiental, tornando-se um item de peso nos dias de hoje, onde cada vez mais é necessário aproveitar a água, reciclar os materiais, não agredir a natureza e sempre mantendo uma boa qualidade com a maior rapidez possível (SANTIAGO , FREITAS , CRASTO ,2012).

Figura 6 – Instalações elétricas e hidráulicas.



Fonte: <https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/construcao-de-piso-superior-em-steel-frame-delux-construcoes> (2018)

Segundo os conceitos de Santiago, Freitas e Crasto (2012), visa-se um pouco as questões de saúde, esse sistema também auxilia em um ambiente mais saudável, visto que não há a proliferação de fungos, mofo ou bolores e agravam muito menos problemas como a asma, rinites e diversas alergias de forma significativa daqueles que habitam o local, além do que, os perfis de aço galvanizado que compõem o “esqueleto” da obra, são imunes a ações de insetos e não contribuem para a propagação do fogo.

Segundo Rodrigues (2016) está presente também o fator de ser um sistema construtivo com uma compatibilidade com outros materiais de fechamento, sendo verticais ou horizontais, admitindo desde os mais convencionais aos componentes pré-fabricados, fornecendo assim uma maior flexibilidade na obra diante do projeto a ser executado.

Pode-se pelos conceitos de Santiago, Freitas e Crasto (2012) analisar também que pelo fato de sua estrutura ser formada principalmente pelos perfis de aço galvanizados, acabam

favorecendo no quesito do peso próprio, onde por sua vez, pode-se realizar uma obra de fundação mais barata do que em outros métodos construtivos. Da mesma forma com relação ao valor gasto em mão de obra em projetos com tal método construtivo, tem-se uma economia muito grande na quantidade de colaboradores contratados, haja visto que por ser um sistema com materiais pré-fabricados e de rápida execução, poucos funcionários já conseguem manter um ritmo muito rápido para a finalização da obra, apesar de os mesmos terem a necessidade de serem qualificados para executar tal construção, já que é um sistema de execução com perfeições milimétricas e não admite erros, o que inflige também em uma organização logística prévia exata, onde pouco dessas vantagens são ilustradas na figura 7 a seguir.

Figura 7 – Montagem do “esqueleto” estrutural em LSF.



Fonte: <https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/steel-framing-01-09-2009> (2018)

Outra desvantagem existente no LSF muito pertinente no Brasil que se pode citar é o tradicionalismo das pessoas, isto é, em no mercado nacional e de costume trabalhar com o método construtivo de alvenaria há muito tempo, isso implica diretamente com o crescimento do método de LSF no Brasil, já que a maioria opta pela alvenaria ou nem sequer conhece o método do LSF (BERNARDI et al, 2014).

## 2.4 APLICAÇÃO DO LSF

Ao analisar e pôr em prática os pontos fortes desse método construtivo, pode-se dizer que uma de suas principais aplicabilidades, está presente em obras com certa urgência. Ao visar tal circunstância, um exemplo muito comum, são obras de empresas nacionais ou multinacionais que ao implantar novas sedes em outras regiões, necessitam dessa urgência para começarem a operar suas atividades. Alguns exemplos de construções que seguem esse critério, são os bancos, shoppings e supermercados (SANTIAGO , FREITAS , CRASTO ,2012).

Outro ponto muito característico da utilização do método construtivo com LSF, é o de obras de maior escala, tais como conjuntos habitacionais e condomínios horizontais, o que implica diretamente em mais agilidade na entrega dos imóveis e com isso, faturando mais rapidamente o valor investido inicialmente, como pode ser visto na figura 8.

Figura 8 – Casas em LSF.



Fonte: <http://www.jmonline.com.br/novo/?noticias,%20,%20CIUDAD,138635> (2018)

Tem-se também, devido sua amplitude de compatibilidade com os diversos materiais e sua flexibilidade de execução em obra, a execução de projetos arquitetônicos mais complexos, que por outros métodos construtivos, teria seu custo mais elevado do que o de LSF, justamente devido a essas características que facilitam sua execução (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

### **3 DRYWALL**

### 3.1 HISTÓRIA

Definisse como ponto de partida inicial para o início da utilização do sistema de fechamento vertical de *Drywall*, a criação de um dos seus componentes principais que foi no ano de 1898 que foi a criação da chapa de gesso acartonado, por Augustine Sackett um Norte Americano. Estas placas eram bem rasas e tinham a função de servir como base para um acabamento posterior (HARDIE, 1995).

No Brasil começou a ser difundida a partir da década de 70, quando uma das primeiras empresas chamadas *Gypsun*, localizada no estado de Pernambuco, começou a explorar e fabricar as chapas e perfis utilizados para a composição deste método construtivo, a partir deste ponto com cada vez mais um mercado buscando técnicas inovadoras que fossem mais produtivas, começou-se a ser bastante empregado como divisória de ambientes internos, assim sendo expandida no mercado nacional com aperfeiçoamentos e novos fornecedores (MITIDIARI, 2009).

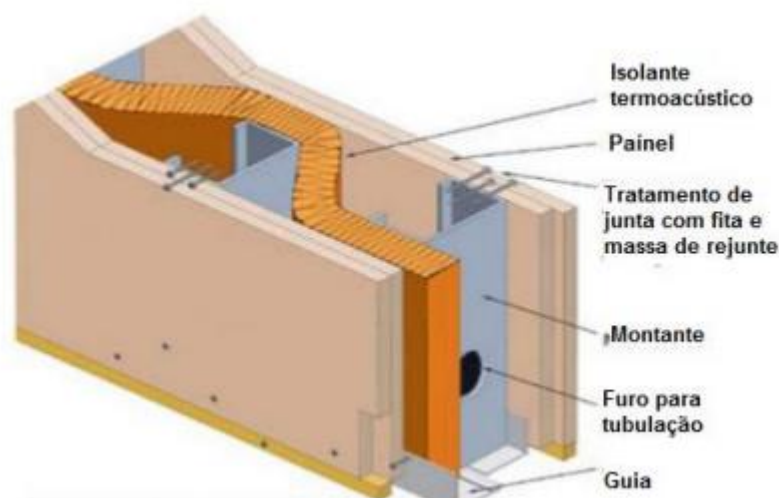
### 3.2 DEFINIÇÃO

Este se assemelha bastante com o LSF porém este é um sistema estrutural, enquanto o *Drywall* é um sistema não estrutural, utilizado amplamente para divisão de paredes internas e vedação e necessita de uma estrutura externa a ele para suportar as cargas da edificação, seu revestimento de zinco é menos espesso do que o utilizado no LSF e seus perfis variam de uma espessura nominal média de 0,50mm (BERNARDI, 2014).

[...] *Drywall* refere-se aos componentes de fechamento que são empregados na construção a seco e que tem como principal função a compartimentação e separação de ambientes internos em edifícios [...] (GOMES, 2016).

Estas paredes criadas com o gesso acartonado podem ser determinadas com fundamentação em seus perfis feitos por chapa de aço zincado de tipo leve, placas de gesso acartonado, placas acústicas, tudo isso sendo fixados por parafusos com auxílio de juntas, arestas e guias. A média de espessura de uma parede de *Drywall* gira em torno de 9 cm todo este conjunto. Pode-se observar na figura 9 onde há todo o conjunto já fixado com todos os elementos da parede de *Drywall* (BERNARDI, 2014).

Figura 9- Esquema de montagem de parede de Drywall com material isolante.



Fonte: Guia Placo (2014)

### 3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Segundo conceitos de Bernardi (2014) como já foi mencionado, o *Drywall* costuma ocupar em muitas obras as áreas internas das construções e isso ocorre com grande frequência em obras de LSF para haver a diminuição do custo econômico e manter as boas características do método construtivo.

Em ambientes que sejam úmidos, como banheiros, cozinhas e lavanderias, seria necessário o uso de placas de gesso acartonado Resistente a Umidade (RU), mas pelo fato de necessitar de uma excelente técnica de vedação impermeabilizante e ter algumas limitações a mais que o LSF, como cuidados de limpeza interna para não comprometer o sistema *Drywall*, muitas vezes, opta-se pelo uso do LSF com a placa cimentícia, que acaba suprindo os pontos fracos do *Drywall* neste quesito.

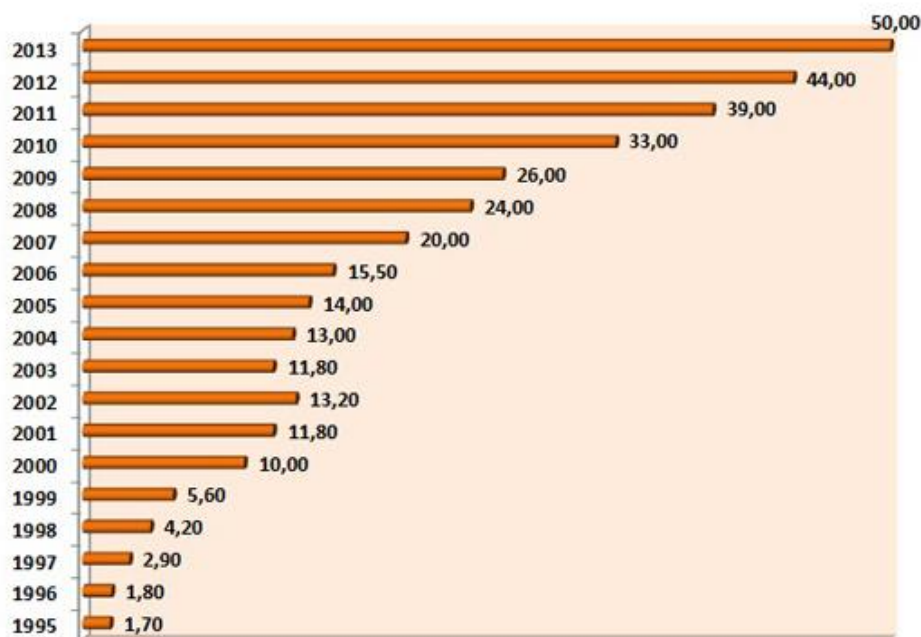
Outros pontos positivos em que o *Drywall* se assemelha ao LSF são os de agilidade na execução do serviço, redução de entulhos derivados do desperdício de materiais e uma característica melhor que o do LSF é seu peso próprio que acaba sendo mais leve que o sistema construtivo de LSF (BERNARDI, 2014).

### 3.4 APLICAÇÃO DO DRYWALL

Ao visar as vantagens do *Drywall*, nota-se uma excelente utilização em construções verticais, seja comercial, residencial ou até mesmo industrial, pois existem chapas de gesso acartonado que fornecem grande resistência ao fogo, conforme cita o artigo técnico da *Knauf Drywall* de proteção ao fogo, com isso, abrange mais segurança nos 3 ambientes citados. Outro fator que favorece o uso nestas construções verticais, seria o simples fato de ter paredes muito flexíveis, o que faz o sistema trabalhar melhor devido a movimentação mais livre, evitando trincas e fissuras que são patologias muito frequentes em construções mais rígidas, e também por ter uma característica de fácil manuseio e aplicabilidade, o ambiente se torna muito mais flexível, podendo ser redimensionado com muita facilidade e isso acaba se tornando pontos fortes em construções comerciais e industriais principalmente, além de abranger outras áreas que necessitam dessa característica em seu projeto, como é o caso de museus, centro de convenções e até mesmo os próprios shoppings que tem a necessidade de redimensionar suas lojas para se adequar aos comerciantes (BERNARDI , 2014).

Ao analisar a evolução do gráfico de consumo de chapas para *Drywall* no Brasil, conforme mostra a figura 10, nota-se um constante crescimento no mercado nacional e consequentemente sua aceitação no país.

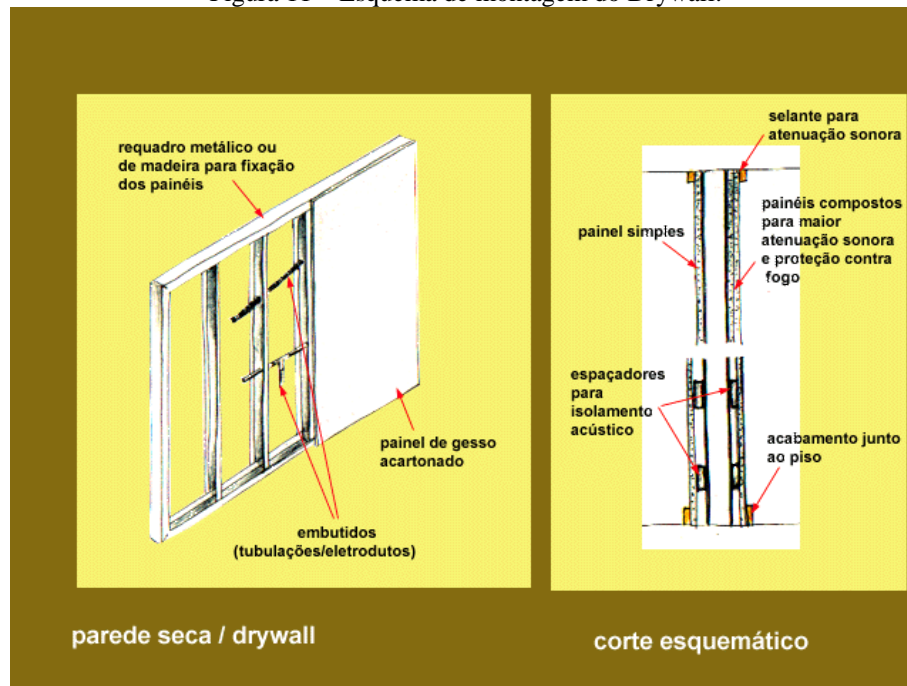
Figura 10 – Consumo histórico anual de chapas para Drywall no Brasil (milhões de m<sup>2</sup>).



Fonte: <http://www.drywall.org.br/index.php/6/numeros-do-segmento> (2018)

Na figura 11, pode-se ver de forma didática a base de montagem do sistema de *Drywall*.

Figura 11 – Esquema de montagem do Drywall.



Fonte: [http://www.edifique.arq.br/nova\\_pagina\\_29.htm](http://www.edifique.arq.br/nova_pagina_29.htm) (2018)

## 4 ALVENARIA CONVENCIONAL

### 4.1 HISTÓRIA

A alvenaria de modo como é conhecida por blocos está presente desde os mais antigos povos, não há como definir exatamente sua criação e tem sido largamente utilizada em todas as sociedades para edificações, porém foi estudada cientificamente no início do século XX, utilizando métodos laboratoriais e empíricos, onde puderam iniciar o desenvolvimento desta técnica e teorias mais aprofundadas sobre este tipo de técnica (ACCETTI, 1998).

Em 1770, na França foi associado o ferro com pedra para formar vigas com barras longitudinais resistentes a tração como a compressão, posteriormente em 1861 outro francês Mounier um paisagista fabricou vasos de flores com argamassa de cimento e armadura de arame e depositou em reservatórios de 25 m<sup>3</sup> a 200 m<sup>3</sup> é uma estrutura armada longitudinal com vão de 16,5m dando formato a uma ponte (VASCONCELOS, 1985).

Mas onde se baseou e teve comprovações científicas foi na Alemanha em 1902 por um engenheiro conhecido por E. Mörsch, que até então era um professor da universidade de Stuttgart, onde coletou informações e realizou ensaios experimentais dando origem as normas para o cálculo e realização do concreto armado, este foi o criador da treliça de Mörsch permanecendo aceita atualmente.

Segundo Vasconcelos (1985), esta cultura do concreto armado começou a ser introduzida no Brasil no início do século XX, como patente por meio de empresas estrangeiras, inicialmente foi empregado em pontes e viadutos, mas após o ano 1930 começou a ganhar força e adentrar no campo geral das edificações da construção civil sendo assim combinado com os blocos utilizados até então, no ano de 1940 já havia sido normatizado pela ABNT garantindo maior segurança e confiança pelo senso geral. Atualmente, no Brasil, é a técnica mais utilizada para edificações, principalmente mesclando a alvenaria convencional por blocos não estruturais para vedação e o concreto armado.

O historiador de Engenharia Pedro Carlos da Silva Telles, justifica o por que do concreto armado e a alvenaria convencional ter crescido tanto e hoje ser um dos principais métodos construtivos do mercado nacional.

[...] alternativa fácil e mais econômica aqui no Brasil, porque dispensava mão-de-obra especializada (e frequentemente importada) para a sua execução, bem como utilizava grande parte de materiais nacionais, mesmo no início da era do concreto [...] A



economia era também no transporte, principalmente para regiões distantes ou com estradas deficientes, porque, embora a estrutura do concreto seja mais pesada do que a metálica, é muito mais fácil transportar cimento, areia e pedra, do que pesadas vigas e colunas de aço [...] (TELLES, 1994).

Contudo em outras partes do mundo o concreto armado não ganhou tanto espaço, como no norte da América, Europa ocidental e Japão os sistemas estruturais baseados na madeira e nas estruturas metálicas continuaram largamente utilizados pelas suas vantagens em relação a esta técnica.

Um dos países pioneiros a aprovar uma norma de coordenação modular e normatização do concreto armado foi o Brasil com a norma NB-25R (ABNT, 1950). Porém foi o Banco Nacional da Habitação (BNH) nos anos de 1970 e 1980 aliados ao CBC (Centro Brasileiro da Construção) que a evoluíram mais esta técnica e sua regulamentação. Após isso surgiram novas normas e técnicas e o mercado nacional hoje se caracteriza por ser heterogêneo em função da produção, de um ponto tem-se obras com altíssimas produtividades e de outras obras artesanais com altos índices de desperdício e baixa produtividade seja pela técnica ou mão de obra (GREVEN & BALDAUF, 2007).

## 4.2 DEFINIÇÃO

Segundo Barros e Melhado (1998), hoje a alvenaria convencional é um sistema construtivo que é sustentado por fundação, pilares, vigas e lajes, cada elemento interligado ao outro, constituídos por concreto armado podendo ter variações nos tipos de lajes utilizadas e as paredes como dito anteriormente não tem nenhuma função para qual com a estrutura, somente para vedação e separação de ambientes.

Com essas características percebe-se diferentes tipos de dimensionamentos e blocos utilizados de vedação, alternando o tamanho das paredes, como também a utilização em obras de pequeno porte que vão desde pequenas residências até edifícios de alto porte com diversas lajes.

Em si é um processo bastante artesanal, de tal forma que pode sofrer variações de qualidade, desde os erros de cálculo de execução até armazenagem dos produtos. São utilizados para modelagem do esqueleto estrutural, fôrmas que muitas vezes são feitas no local para colocação do concreto e sua armação para posterior desformação para execução dos elementos

como pilares, lajes, vigas e fundações. Hoje é o sistema mais utilizado para edificações no Brasil, sendo conhecida também como alvenaria de vedação (BARROS & MELHADO,1998).

#### 4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

No sistema construtivo de alvenaria convencional, tem-se uma enorme demanda em nosso país, pois ele se encontra como sendo o “carro chefe” dos métodos construtivos no Brasil, isso ocorre por diversos motivos, sendo o principal deles o fator do tradicionalismo cultural brasileiro, pois devido a existência e aplicação deste método construtivo há décadas, se fortaleceu na cultura brasileira, gerando assim especializações, padronizações e o desenvolvimento de técnicas além do apoio da maioria do âmbito comercial voltado para construção no país que trabalha em torno deste sistema construtivo, dificultando o ingresso de novos padrões (TELLES ,1994).

Ao aprofundar mais em seus aspectos que o tornam o “carro chefe” dos sistemas de construção no país atualmente, tem-se o fato dele fornecer características boas de isolamento acústico, estanqueidade à água, boa resistência ao fogo, como é visto também no método de LSF e *Drywall*, além do fato de ser mais econômico em seu resultado final, já que seus materiais são encontrados facilmente no mercado nacional e haver um preço mais acessível. Pode-se citar também que a mão de obra não tem o custo elevado quanto ao do LSF e do *Drywall*, haja visto que por se tratar de um método construtivo padrão em território nacional, assim como existe facilidade em obter todo o material necessário para sua execução, há também, de forma proporcional, pessoas capazes de executar o serviço, o que acaba mantendo um custo aceitável diante da concorrência existente e da necessidade de trabalho. Porém, em função da diferença das etapas construtivas, a mão de obra deve ser específica em cada etapa, aumentando assim a quantidade de colaboradores (BERNARDI , 2014).

Segundo Telles (1994), diante de tais fatos, este sistema acaba sofrendo alguns contratempos que resultam em mais gasto, tempo e até mesmo em patologias. Por ser um método muito conhecido e aplicado no Brasil atualmente, muitos projetos não apresentam um estudo logístico tão detalhado quanto poderia ser, da mesma forma ocorre na execução do serviço pelos funcionários, que em muitos casos, não são tão qualificados e especializados para uma execução perfeita, além do que, por esse método usar materiais convencionais, como tijolo, cimento e areia, acaba sendo aceito uma conferência menos minuciosa do que em outros métodos construtivos que utilizam materiais pré-fabricados e que exigem um perfeccionismo

maior, como foi explanado no capítulo 3 de *Light Steel Frame*. Por esse motivo, é um método de construção que deve ser acompanhado de forma muito mais rígida pelo responsável da obra, haja visto que se não for executado corretamente, haverá grandes chances de patologias na construção e execução incorreta do projeto.

Outros fatores que minoram sua utilização no país em obras de grande escala, é o alto índice de desperdício de material e a baixa velocidade no processo construtivo, tendo como partes destes fatores as quebras dos materiais para as instalações elétricas e hidráulicas, o uso abundante de água para a execução de algumas etapas da obra e a alta probabilidade de gastos fora do planejamento para materiais afim de corrigir erros de execuções em etapas anteriores, o que é muito recorrente nesse sistema devido à baixa qualidade dos materiais ou execução deficiente (TELLES ,1994).

#### 4.4 APLICAÇÃO DA ALVENARIA CONVENCIONAL

Segundo Kosinski, Camargo e Capraro (2013), atualmente, esse método construtivo é aplicado na maioria dos casos, seja por fornecer o custo mais econômico ou por ser a zona de conforto, seja do cliente ou do responsável pela obra, tanto pelo maior conhecimento obtido nesta técnica.

Encontra-se esse sistema construtivo em diversas áreas, sejam elas comerciais, industriais e principalmente residenciais, pois como já foi mencionado anteriormente é o método construtivo mais conhecido e aceito em nosso país atualmente.

## 5 COMPARATIVOS DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS

### 5.1 COMPARAÇÃO DO LSF COM O DRYWALL

Segundo Santiago, Freitas e Crasto et al. (2012), diante do que foi apresentado até então, em comparativo do *Light steel frame* com o *Drywall*, dispõe que o sistema de LSF é um sistema de armação estrutural que é feito por perfis de aço galvanizado leve, com espessuras que variam de 0.80mm à 2.30mm e revestimentos com 180g/m<sup>2</sup> e para áreas molhadas um total de 275 mm/m<sup>2</sup>, isso projetado para decair sobre ele a carga total da edificação, enquanto o *Drywall* é um sistema de divisão de ambientes e vedação, não estrutural, ambos utilizam o aço galvanizado no esqueleto porém o *Drywall* trabalha com medidas de espessura nominal que variam de 0,50mm com um revestimento bem menor de zinco do que o LSF que utiliza (120 g/m<sup>2</sup>), contudo o *Drywall* necessita de uma estrutura externa, para sustentar a edificação como suas cargas.

Além disso o sistema de *Drywall* faz parte do Programa Setorial de Qualidade (PSQ) do Governo Federal, que acompanha periodicamente se os perfis para *Drywall* atendem aos requisitos mínimos estabelecidos na norma NBR 15.217 (ABNT, 2009), garantindo a qualidade dos produtos disponíveis no mercado.

A união destes 2 métodos construtivos resulta em uma construção muito resistente, leve, com resultado rápido, podendo ser remodelado a qualquer momento, fazendo a reutilização da maioria dos materiais construtivos e com aspectos inovadores do sistema construtivo (SANTIAGO, FREITAS, CRASTO, 2012).

### 5.2 COMPARAÇÃO DA ALVENARIA CONVENCIONAL COM O LSF E O DRYWALL

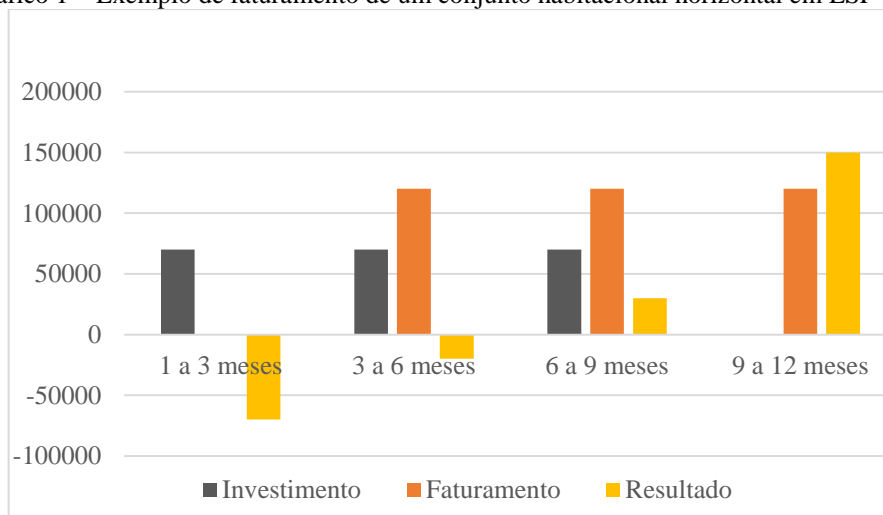
Segundo Campos et al. (2014), diante do que foi apresentado até então, ao usar o *Light Steel Frame* em conjunto com o *Drywall* a fim de reduzir o custo final e fornecer as vantagens de cada um dos métodos construtivos e comparar com a alvenaria convencional, as principais vantagens da alvenaria convencional em cima do LSF com o *Drywall* será a maior economia no custo da obra, mesmo a diferença sendo menor quando comparada somente com o LSF, mas a alvenaria convencional acaba tendo vantagem nesse quesito.

Onde por sua vez, um mercado mais amplo na alvenaria convencional, tanto para se realizar o orçamento, quanto para se adequar melhor ao projeto que será executado.

Porém há também certos fatores como o de sustentabilidade e tempo de execução do serviço, em que o LSF e o *Drywall* se sobressaem diante da alvenaria convencional.

Ao analisar o gráfico 1 com base em Maso et al. (2017), visando o custo superestimado de produção da obra de LSF para 1/3 maior que a de alvenaria convencional e também considerando a venda da casa por um preço igualitário para ambos os métodos construtivos, pode-se ter um exemplo de faturamento em um conjunto habitacional fictício, onde no primeiro trimestre a empresa investe 70 mil em uma casa de LSF que se encontrará finalizada e pronta para a venda no início do segundo trimestre, graças ao método construtivo adotado, dessa forma, no primeiro trimestre, ele não irá ter nenhum tipo de faturamento, de tal forma que irá necessitar de um capital inicial de giro de 70 mil, onde já por sua vez no segundo trimestre, a empresa terá faturado a casa que já estará pronta e usará de parte desta venda para cobrir o custo de construção de outra casa no mesmo valor, desta forma, com a venda da casa por 120 mil, a empresa ficará com um resultado negativo de 20 mil, porém, pelo fato do resultado negativo ter sido reduzido no segundo trimestre, o capital inicial necessário para investir neste conjunto habitacional ficou mantido nos 70 mil, onde no terceiro trimestre seu lucro irá se tornar positivo, mesmo tendo o custo de implantação de uma nova casa do mesmo padrão e que por fim, no final do ano, no último trimestre, a empresa não terá mais custo com implantação de outras casas, mas irá faturar o valor de 120 mil da última casa construída, o que resultará no resultado total no fim de 12 meses de 150 mil reais.

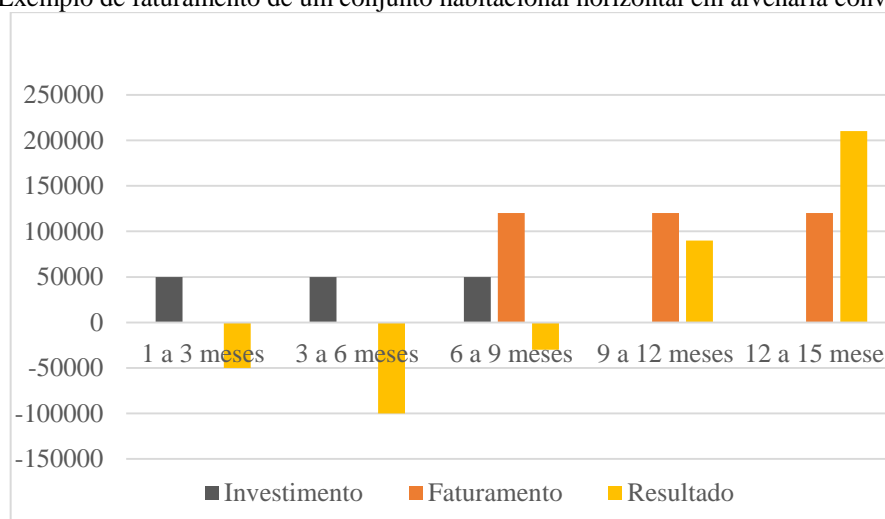
Gráfico 1 – Exemplo de faturamento de um conjunto habitacional horizontal em LSF (R\$).



Fonte: Autoria própria (2018)

Já no gráfico 2, observa-se o mesmo exemplo de conjunto habitacional realizada pela mesma empresa com o mesmo projeto das 3 casas, porém há um valor de custo onde cada casa reduziu cerca de 1/3 do custo da mesma produzida em LSF, com o tempo de finalização aumentado em um trimestre, dessa forma no primeiro e segundo trimestre a empresa só tem investimento e não obtêm nenhum faturamento, devido as casas ainda não estarem prontas para entrega, obtêm-se um resultado negativo de 100 mil, o que simboliza o capital inicial a ser gasto pela empresa nessa situação, já no terceiro trimestre, observa-se a primeira casa concluída com o faturamento de 120 mil que poderá cobrir o custo da terceira casa a ser executada e começar a diminuir o resultado negativo, permanecendo negativo no terceiro trimestre, onde no quarto e quinto trimestre obtêm-se apenas os faturamentos, onde no quarto trimestre teremos a segunda casa faturada, o que resultará em um lucro de 90 mil e partindo para o quinto trimestre, onde será faturado a última casa e assim obtendo-se um resultado de lucro final de 210 mil.

Gráfico 2 – Exemplo de faturamento de um conjunto habitacional horizontal em alvenaria convencional (R\$).



Fonte: Autoria própria (2018)

Desta forma, ao analisar e comparar ambos os gráficos, pode-se notar que na alvenaria convencional há um maior lucro no final da obra, porém a mesma pode durar muito mais tempo dependendo do volume de obra a ser realizada, da quantidade de mão de obra disponível e até mesmo por fatores climáticos que podem influenciar em muitos aspectos neste método construtivo e em caso de se optar pelo método construtivo de LSF, tem-se a necessidade de um menor capital inicial com a obtenção de retorno de forma muito mais rápida (RODRIGUES, 2016).

## 6 PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO

### 6.1 ALVENARIA CONVENCIONAL

A alvenaria convencional faz alusão ao parâmetro de edificações feitas com elementos estruturais de lajes, vigas, pilares e fundações, maioria das vezes moldados em loco com formas de madeira, utilizando concreto armado, continuamente para vedação são utilizados os blocos cerâmicos interligados e assentados por argamassa, no mercado da construção civil nacional foi é continua sendo o método construtivo mais utilizado a figura 12, faz alusão ao sistema construtivo (AZEVEDO, 1997).

Figura 12 – Exemplo de parede de alvenaria convencional.



Fonte: <http://www.astra-sa.com.br/destaques/index.php/conheca-os-4-sistemas-de-construcao-mais-utilizados/> (2018)

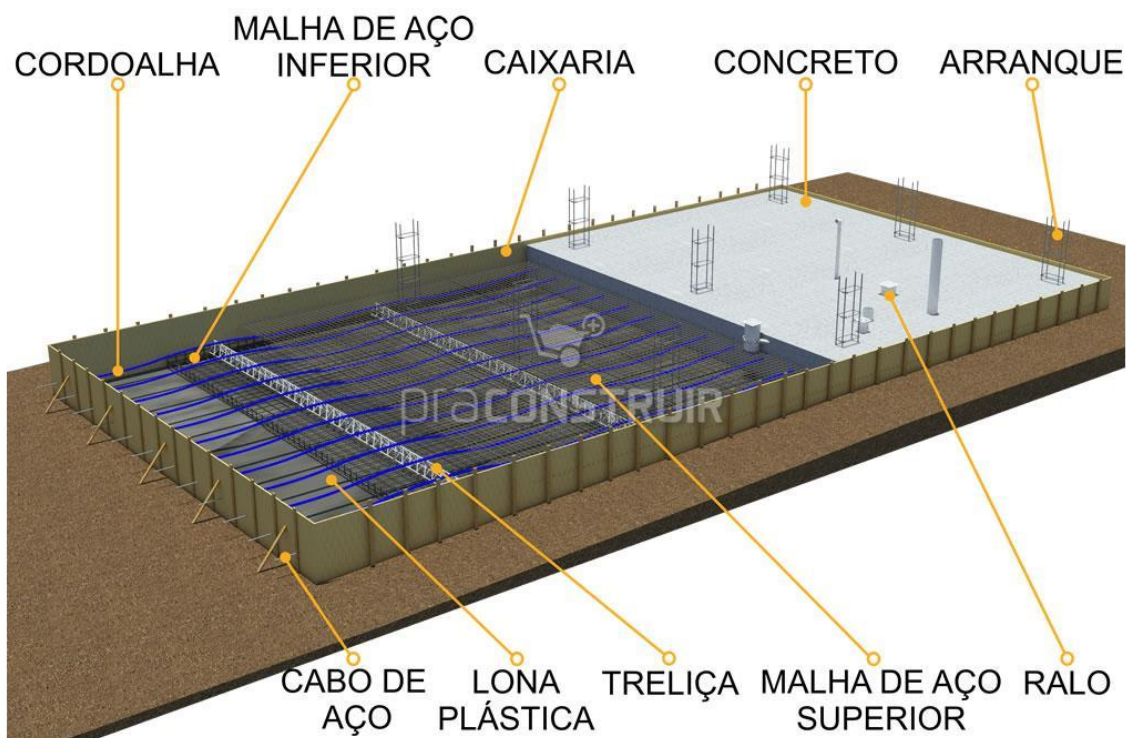
#### 6.1.1 Fundações

Toda fundação conforme Yazigi (2002) tem a função de transferir os esforços e cargas recebidos de sua supraestrutura e estas variam entre profundas ou de superfície.

Nas fundações profundas as cargas são transferidas por meio de resistência de ponta, ou por resistência lateral ou por uma combinação das duas, são caracterizadas por alguns elementos estruturais como as estacas ou tubulões, já as fundações de superfície a distribuição de cargas e esforços se dá devido a distribuição de pressão alocada sobre a base da fundação, um exemplo deste tipo são o radier, sapatas e vigas de fundação.

O radier que foi escolhido para análise deste estudo, consiste em um sistema onde todas as paredes do sistema, pilares são utilizados para transmitir os esforços através de uma única sapata, o radier é um elemento contínuo que pode ser executado em concreto armado, protendido, ou reforçado com malha de aço (MILITO, 2009).

Figura 13 – Esquema de fundação radier.



Fonte: <http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/radier/> (2018)

Na figura 13 acima e exemplificado a montagem do radier, em um terreno limpo, nivelado e devidamente compactado, as instalações elétricas e hidráulicas devem ser previstas e devidamente passadas, evitando assim gastos com futuros cortes, uma espécie de laje sob o terreno, um tipo de fundação rápida de se fazer é com baixo custo em relação a outros métodos de fundação.

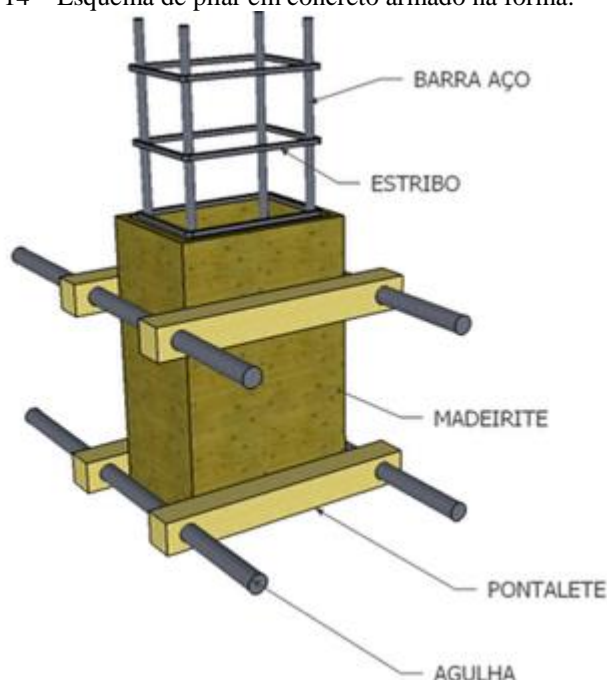
### 6.1.2 Pilares

Os pilares são elementos da estrutura que estão alocados em eixo vertical reto, a compressão se destaca como força mais ponderante, neste método construtivo são executados em concreto armado e participam de todo o sistema de contraventamento garantindo



estabilidade da estrutura, estarem fazendo a condução dos esforços atuantes até nossa laje de fundação NBR 6118 (ABNT, 2014).

Figura 14 – Esquema de pilar em concreto armado na forma.



Fonte: <http://pedreiro.blogspot.com/2012/02/conceitos-de-estruturas-passo-passo.html> (2018)

A figura 14 mostra o esquema de montagem de um pilar, com sua forma pronta para ser preenchida em concreto armado, com suas ferragens e estribo para união das mesmas, e todos os elementos para garantir uma boa execução e funcionalidade.

### 6.1.3 Vigas

As vigas neste sistema são elementos dispostos na horizontal, lineares, seu comprimento longitudinal deve ser no mínimo três vezes a maior dimensão da seção transversal NBR 6118 (ABNT, 2014).

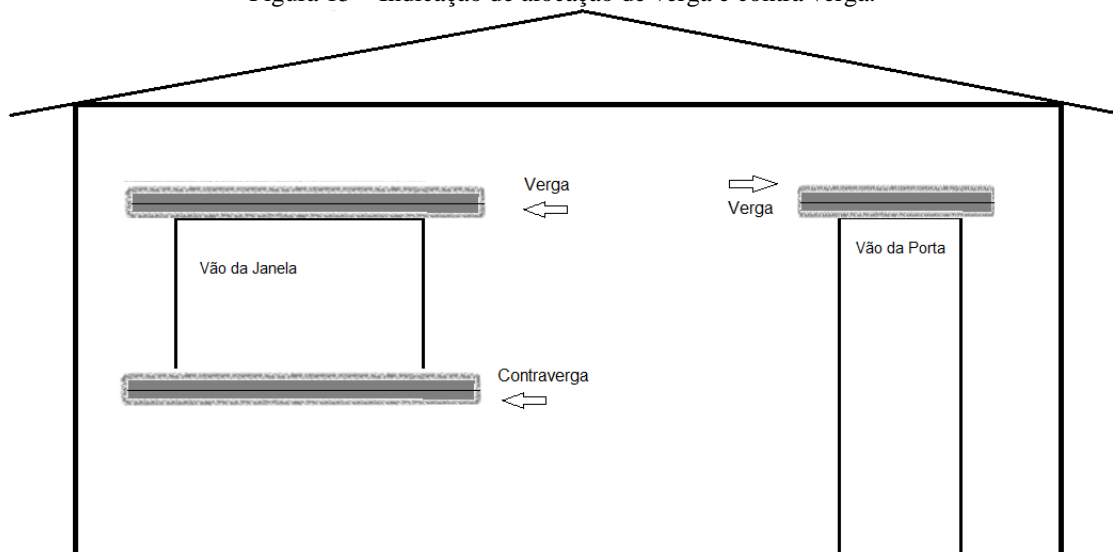
O elemento responsável por receber as cargas provenientes das lajes como também de outras vigas, fazendo transferência destes esforços, cargas para os pilares, funcionam também garantindo o travamento e estabilidade da edificação.

#### 6.1.4 Vedação e fechamento

Neste sistema é utilizado um conjunto de paredes que são feitas de blocos cerâmicos, sendo interligados por argamassa, garantindo a separação dos ambientes internos, isolamento interno da edificação do externo, também garantindo proteção térmica, acústica. Obtendo resistência mecânica, resistência contra a água e o fogo NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

Na montagem destas paredes é preciso deixar as aberturas e os espaços para esquadrias, todas respeitando a linha do projeto arquitetônico, nas aberturas de portas é necessário a colocação de vergas, uma espécie de barra superior a esquadria que irá distribuir as cargas para os blocos laterais adjacentes, evitando assim que recaia sobre a esquadria, já nas esquadrias de janela são postas as vergas e também as contra-vergas uma espécie de barra inferior para distribuir o peso da esquadria sob os blocos remanescentes como na figura 15, evitando trincas e defeitos (BORGES, 1996).

Figura 15 – Indicação de alocação de verga e contra verga.



Fonte: <http://blog.doutorresolve.com.br/2017/10/vergas-e-contra-vergas/> (2018)

De acordo com Yazigi (2002), as paredes de blocos cerâmicos necessitam de um acabamento para proporcionar melhor estética e vedação, em locais onde não há incidência de umidade direta sobre os blocos pode ser feito as seguintes etapas, chapisco de argamassa para criar aderência para receber o emboço de argamassa, posteriormente desta regularização e realizado o reboco com uma argamassa mais fina, que tem por finalidade deixar a parede para receber a pintura.

Já nos locais onde há incidência direta de umidade como as áreas molhadas, deve se receber nas paredes um revestimento cerâmico na parede para criar uma camada de proteção, este material cerâmico é comumente fixado por uma argamassa colante.

Já as esquadrias podem ser utilizadas de madeira como as metálicas que são dimensionadas de acordo com o clima do local e o projeto, garantindo a comunicação com o ambiente interno ao externo, e a circulação de pessoas, objetos e ar (MILITO, 2009).

### **6.1.5 Forros**

Segundo Yazigi (2002), o elemento do forro garante o acabamento e o revestimento da face interna do teto na edificação, pode haver vários tipos de materiais para execução como Gesso, PVC, etc, onde proporciona conforto acústico, térmico, o tipo de material escolhido pode alterar custos da obra como também a montagem e execução pois cada um existe uma técnica específica.

Os forros de PVC, são encontrados em forma de lâminas rígidas ou flexíveis, um material muito leve e com ótimo custo benefício que proporciona um acabamento durável e estético, também é bastante utilizados em residências populares pois seu custo é bem inferior aos outros tipos de forros.

Segundo Yazigi (2002), o forro de Gesso é composto por placas de gesso, uma espécie de teto armado, onde são fixadas e depois são recobertas com gesso dando acabamento final, deixando uma superfície lisa, podendo ser adicionado para um melhor acabamento sancas que são moldura que ficam entre as paredes de alvenaria e o forro de gesso, contornando todo o ambiente.

### **6.1.6 Piso**

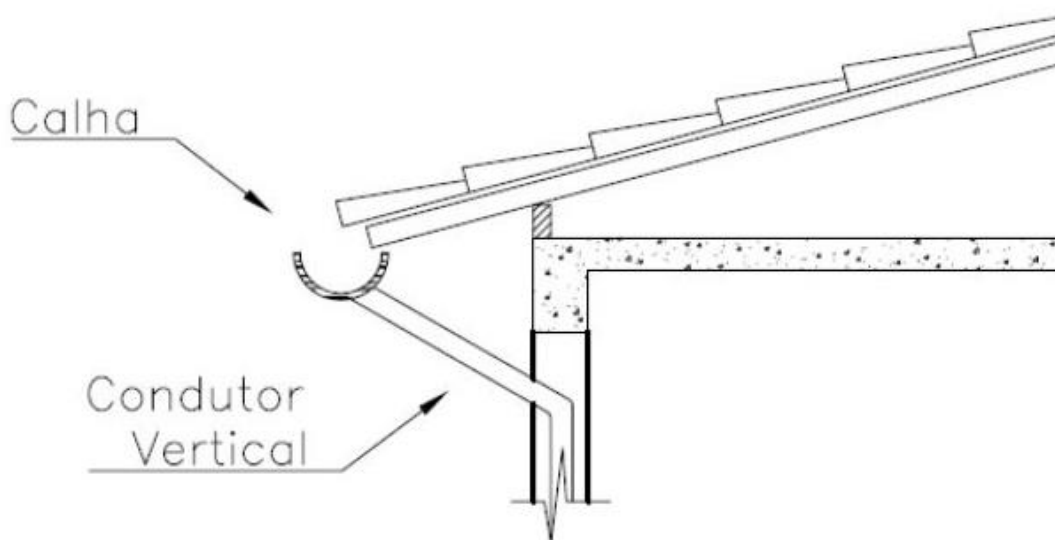
Segundo Milito (2009), há uma base em uma camada de concreto magro onde é comumente chamado de contra piso, onde nele é aplicado a regularização, após isto pode-se aplicar o piso cerâmico que melhor se adequa para o tipo de projeto, trazendo estética a edificação como também isolamento térmico e estanqueidade, este piso cerâmico pode ser fixado com argamassa colante, sendo assentado com espaçadores e posteriormente os vãos são preenchidos com juntas ou rejunte.

### 6.1.7 Telhado

Conforme Milito (2009), a função do telhado é de proteger a edificação de acontecimentos atmosféricos, águas da chuva, como também garantir certo conforto térmico, e formado pelas seguintes composições; adução, cobertura e estrutura.

A parte de condução é o arremate da cobertura, para evitar as infiltrações da água da chuva, também é responsável por conduzir a água captada na cobertura por meio de rufos, calhas, correntes, coletores, até o local apropriado.

Figura 16 – Esquema de calhas e condutores do telhado.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3195020/#> (2018)

De acordo com Yazigi (2002), a parte de estrutura é responsável por sustentar a parte da cobertura, pode ser de aço ou madeira, e constituído por duas partes, a parte estrutural onde entra toda a armação que é composta por escoras, cantoneiras e tesouras e a outra parte que é apoiada na armação, denominada de trama que é constituída por terças, caibros e ripas e serve de apoio para a cobertura.

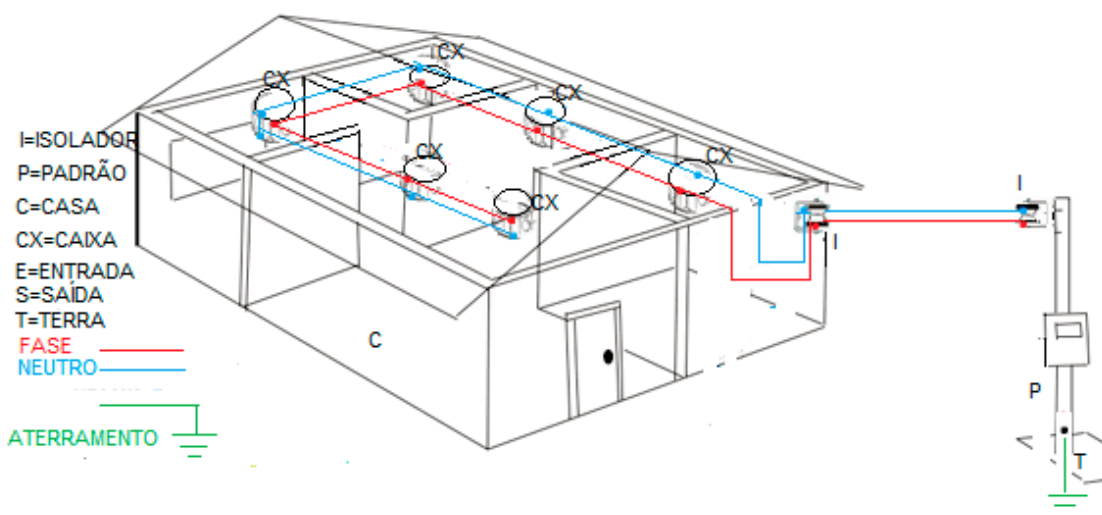
Já segundo Milito (2009), a cobertura é responsável por executar a proteção da estrutura e de toda a edificação, escoando a água por sua superfície, as coberturas mais usuais são as telhas de cerâmica porém tem um custo bem elevado, trazendo outras opções como as de alumínio e fibrocimento dentre outras que proporcionam um bom custo benefício.

### 6.1.8 Instalações elétricas

Neste sistema é usado um sistema que toda infraestrutura elétrica e conduítes ficam embutidas na alvenaria, mais usualmente são utilizados conduítes corrugados de PVC flexível com a dimensão de acordo com a demanda indicada no projeto elétrico, tendo um quadro de disjuntores para proteção do circuito evitando sobrecargas na instalação, após a passada por disjuntores são levados até os pontos de demanda como: tomadas, pontos elétricos, iluminação e interruptores (YAZIGI, 2002).

Como na figura 17 abaixo onde mostra toda passagem de cabeamento que são levadas por conduítes que vão internamente à alvenaria até o ponto dos disjuntores e até a chegada aos pontos de elétrica.

Figura 17 – Esquema de circuito elétrico residencial com alimentação externa.



Fonte: <https://www.robertdicastecnologia.com.br/2014/04/como-fazer-uma-instalacao-eletrica-residencial/> (2018)

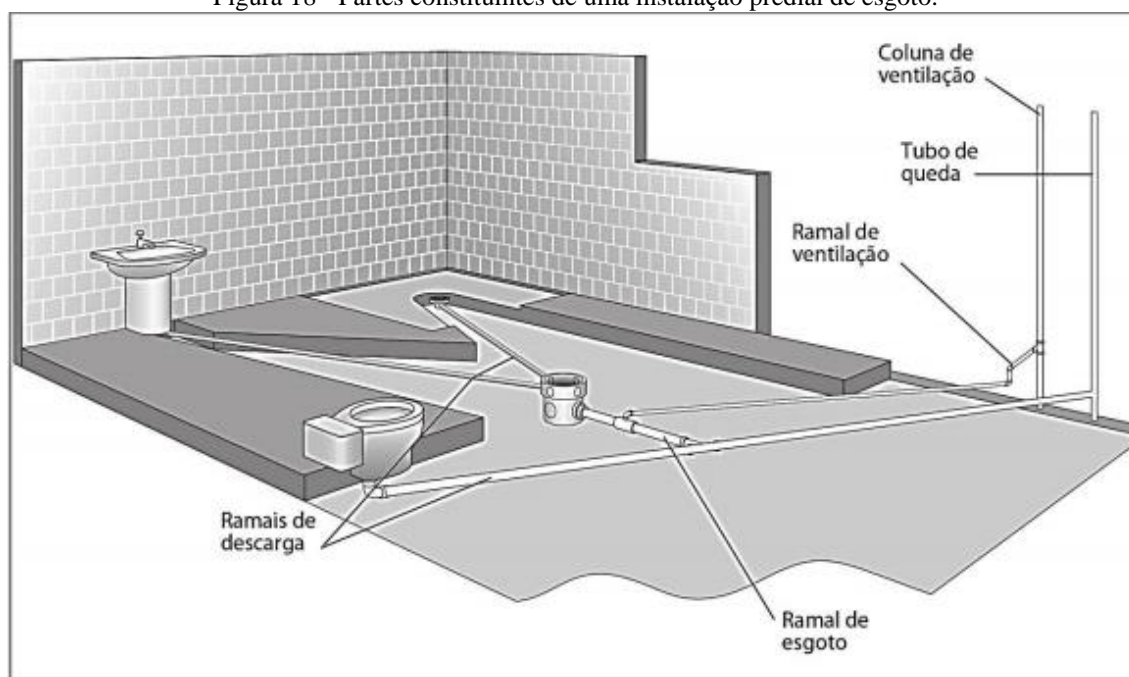
### 6.1.9 Instalação sanitária

As instalações Sanitárias servem para levar água “suja” de dejetos domésticos, para a área externa a edificação, sendo esses dejetos transportados por gravidade dos ramais de coleta até uma fossa séptica ou a uma rede de tratamento de esgoto NBR 8160 (ABNT, 1999).

Segundo Yazigi (2002) em casas populares são embutidos na edificação, também e comumente utilizado o PVC para executar toda a ligação da instalação sanitária devido ao custo

benefício e sua trabalhabilidade na figura 18 exemplifica o esquema de ligação mostrando a passagem da tubulação por gravidade ate o tubo de queda.

Figura 18 - Partes constituintes de uma instalação predial de esgoto.



Fonte:

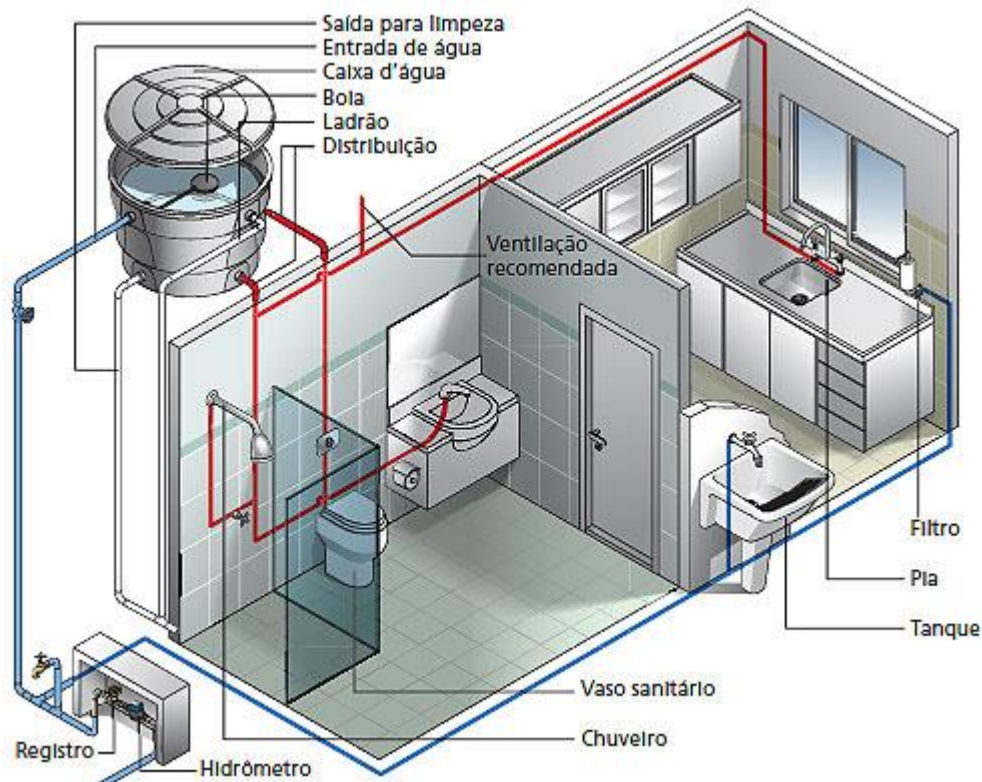
[https://docs.ufpr.br/~heloise.dhs/TH030/Aula%2015\\_Instala%E7%F5es%20de%20esgoto%20sanit%E1rio.pdf](https://docs.ufpr.br/~heloise.dhs/TH030/Aula%2015_Instala%E7%F5es%20de%20esgoto%20sanit%E1rio.pdf)  
(2018)

### 6.1.10 Instalação Hidráulica

Tem a função de transportar água potável de um reservatório que fica a uma altura que proporciona por conta da gravidade fluidez e pressão para os pontos, o reservatório será abastecido por um componente externo à edificação como a rede de saneamento público, a partir deste reservatório e conduzido esta água por tubulações até os pontos hidráulicos NBR 5626 (ABNT, 1998).

Segundo Borges (1996), nas casas populares para sistema hidráulico de água fria e mais comum o uso dos tubos de PVC devido ao seu custo benefício e trabalhabilidade, na figura 19, tem-se o esquema da instalação hidráulica do reservatório de polietileno passando por tubulações de PVC até os pontos de água.

Figura 19 - Representação isométrica de Instalação Hidráulica.



Fonte: <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/123/instalacoes-hidraulicas--299543-1.aspx> (2018)

## 6.2 LIGHT STEEL FRAME E DRYWALL

Segundo Santiago (2012), o sistema construtivo do *Drywall*, é muito utilizado na parte interna das construções, viabilizando tempo e melhor aproveitando o espaço interno do ambiente, já que por sua vez, as paredes internas que a compõem podem variar de 70 mm à 120 mm.

Devido a tais fatores o sistema construtivo do *Drywall* é muito bem aplicado em conjunto com outros que contenham meios estruturais em seu sistema construtivo.

### 6.2.1 Fundações

Segundo Prudêncio et al. (2013), a fundação pode variar dentre as mais diversas utilizadas também em outros métodos construtivos, sendo as mais usuais as fundações rasas, em construções de até 2 pavimentos, as com radier, sapatas corridas ou até mesmo com vigas

baldrame, devendo ser analisado toda a condição geológica e peso da construção afim de se determinar a melhor opção de fundação a ser adotada.

O radier é similar a uma laje de concreto armado, a qual é muito utilizada em habitações populares, pois tem uma execução rápida e fácil, porém deve-se tomar cuidado na sua execução, pois antes da execução do radier, deve-se instalar previamente as saídas hidráulicas e elétricas de acordo com o projeto já o método construtivo de *Light Steel Frame* e *Drywall* são milimetricamente encaixados e estruturados, não deixando espaço para possíveis erros de execução.

As sapatas corridas e vigas baldrame, dividem a mesma ideia estrutural, fornecendo estabilidade e superfície plana no decorrer das paredes da construção que irão receber todo peso e impacto da construção, sendo assim construídas nas linhas das paredes de *Light Steel Frame* que irão fazer a função estrutural da construção.

Em algumas ocasiões se cobre a interface entre a fundação e as guias de *Light Steel Frame*, que serão a base da estruturação da construção, com uma manta asfáltica, para evitar o contato da estrutura em aço galvanizado com a umidade, aumentando assim sua durabilidade.

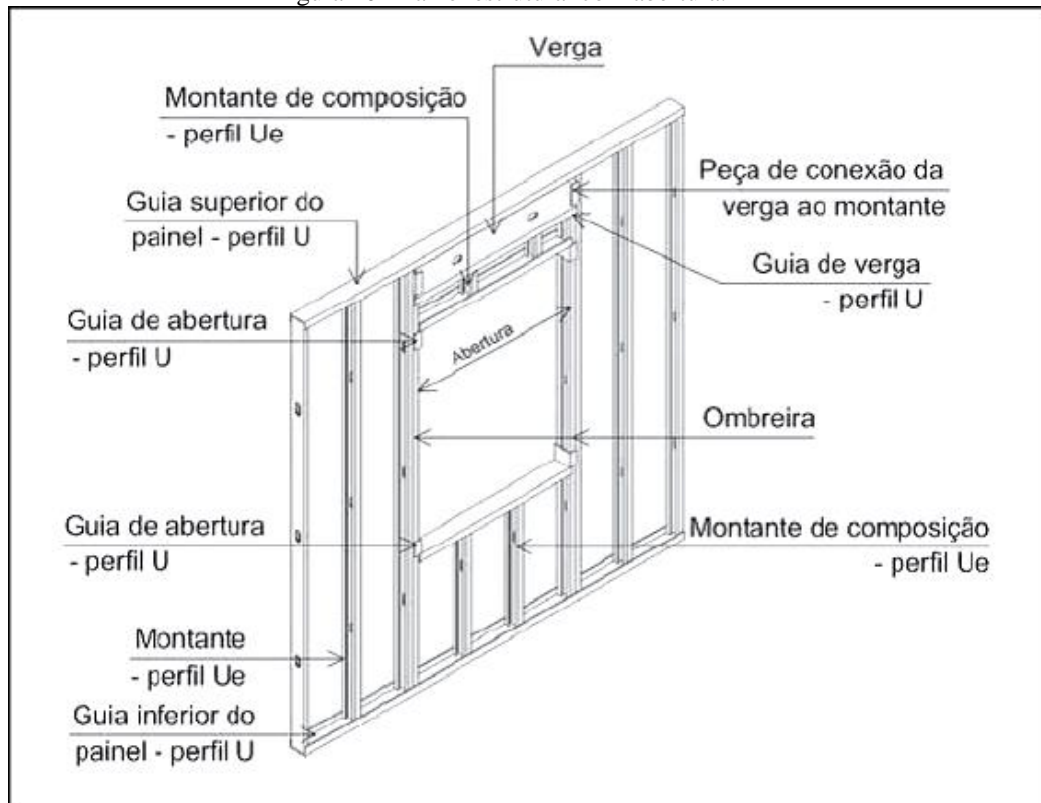
## 6.2.2 Estrutura

### 6.2.2.1 Painéis estruturais

Segundo Campos et al. (2014), os perfís de aço galvanizado são divididos em dois tipos, montantes e guias, onde as guias, normalmente em perfís “U”, são ancoradas nas fundações normalmente por chumbadores (parabolt ou wedgebolt), e sobre as guias são erguidas as montantes que por sua vez irão transmitir o peso para as guias onde estão apoiadas que por fim distribuirá toda a força para a fundação. Normalmente há a utilização de peças de reforço no encontro de painéis, onde além de garantir uma maior firmeza, garante também a esquadria da estrutura, como se pode ver na figura 20.



Figura 20 - Painel estrutural com abertura.



Fonte: Franzen (2010)

Ainda segundo Campos (2014), ao se erguer os painéis estruturais, há a instalação hidráulica e elétrica por dentro dos painéis conforme especificado no projeto, podendo haver aberturas, normalmente ovais ou circulares, nos painéis estruturais, a fim de levar o abastecimento hidráulico e/ou elétrico para os ambientes necessários, como pode-se notar na figura 21.

Figura 21 - Passagem dos conduítes elétricos na parede interna.



Fonte: <http://arquitetandocomaiara.blogspot.com/2014/04/> (2018)

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), após a instalação dos conduítes elétricos e tubulações hidráulicas é feito o preenchimento do vazio interno dos painéis com lã de vidro ou com poliéster, a qual fornece isolamento acústico e auxilia na termodinâmica do ambiente, onde logo após, se assim estiver prescrito no projeto da obra, sobrepõem-se uma placa de OSB para então ser coberta, geralmente, com a placa de gesso acartonada específica para o ambiente.

Enquanto em sua parte externa, normalmente coloca-se placas OSB onde são fixadas membranas hidrófugas ou também chamadas de mantas de impermeabilização de polietileno de alta densidade (PEHD) em toda sua extensão da construção, as quais, as placas OSB auxiliam no combate a tremores, ventos e além de aumentar a eficiência do isolamento térmico e as membranas hidrófugas tem a função de proteger da umidade e infiltração de água. Em seguida é sobreposto na camada externa e quando mencionado no projeto, também em partes internas, as placas cimentícias, onde serão encaixadas uma ao lado da outra e ligadas entre si por meio de telas de fibra de vidro cobertas com uma argamassa, normalmente base coat. Onde finalmente o painel na parte externa estará pronto para o acabamento, como se pode analisar na figura 22.

Figura 22 - Parte externa do painel estrutural.



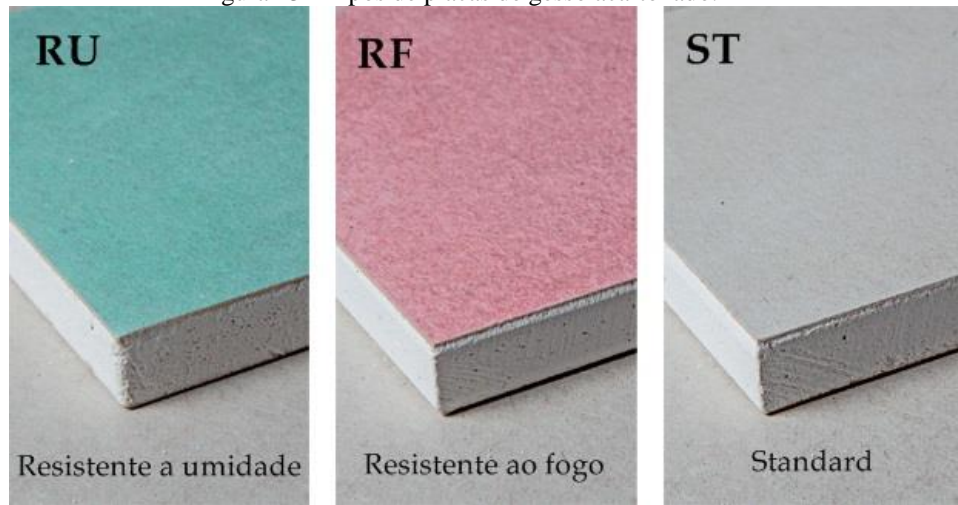
Fonte: [https://fotos.habitissimo.com.br/foto/placas-cimenticias\\_741192](https://fotos.habitissimo.com.br/foto/placas-cimenticias_741192) (2018)

#### 6.2.2.2 Painéis não estruturais

Segundo Santiago (2012), na parte interna geralmente escolhe-se trabalhar com placas de gesso acartonados, o que caracterizaria o uso do *Drywall*, onde por sua vez teria o uso das guias e dos montantes que serviria de apoio para as placas acartonadas, passagem interna de sistemas hidráulicos e elétricos, isolamento acústico e a divisão dos ambientes internos.

Segundo a Associação Brasileira do *Drywall* (2018), há a possibilidade de utilização do *Drywall* em ambientes úmidos se seguido das devidas orientações de impermeabilização que consistem no uso do gesso acartonado RU, específico para ambientes úmidos, junto a outros componentes de impermeabilização, como no caso da manta asfáltica. Os 3 tipos mais utilizados de placas de gesso acartonado podem ser vistos na figura 23.

Figura 23 - Tipos de placas de gesso acartonado.



Fonte: <https://blogdogesseiro.com/parede-de-gesso-pode-molhar-descubra-aqui/> (2018)

### 6.2.2.3 Lajes

Segundo Santiago (2012), as lajes são executadas com o mesmo material aplicado na estruturação dos painéis de LSF, onde se estendem vigas de piso com perfis normalmente em “Ue”, melhor especificados em projeto, como pode ser visto na figura 24.

Figura 24 - Vigas de piso.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 52)

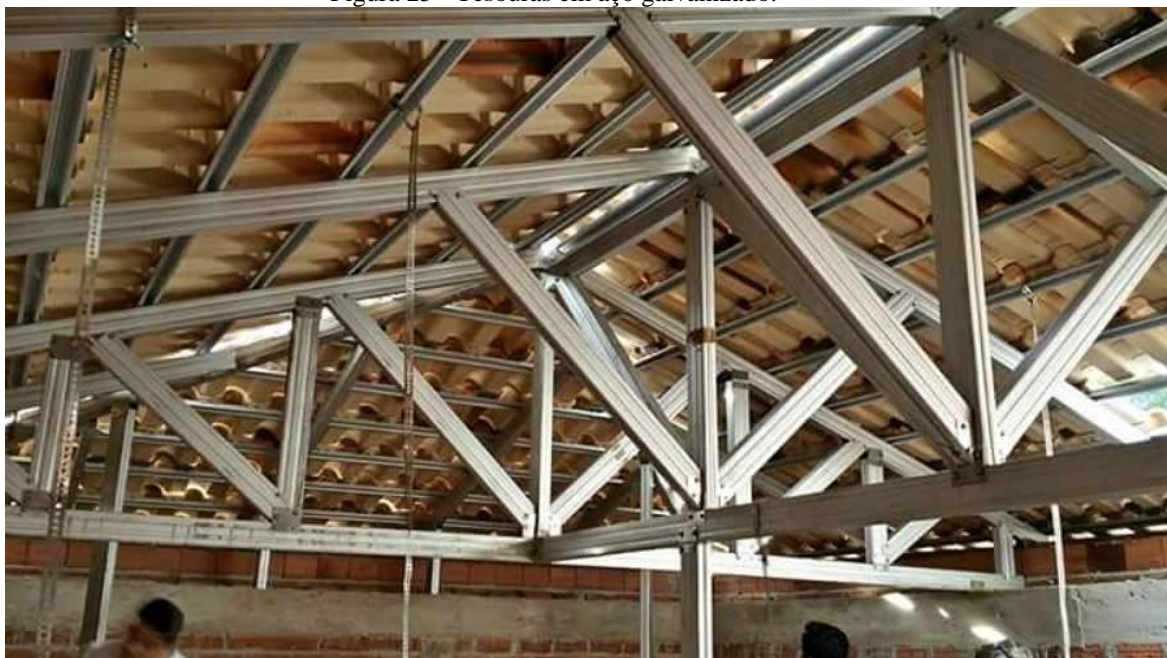
Geralmente na execução dessas lajes é fixado placas OSB na parte superior das vigas de piso, onde sobre elas é feito um contrapiso armado que por sua vez irá ser coberto com uma manta asfáltica para a execução posterior do acabamento da laje.

### 6.2.3 Cobertura

Segundo Campos (2014), a variedade dos tipos de coberturas que podem ser aplicadas é vasta, podendo ser derivada de vários tipos arquitetônicos construtivos, sendo sua estrutura semelhante a toda a construção previamente citada, criando treliças ou tesouras de telhado com caibros, terças, etc.

Segundo Prudêncio (2013), as telhas também podem ser de diversos tipos, assim como cerâmicas, asfálticas ou metálicas, sendo o asfáltico muito indicado devido seu baixo peso, favorecendo ainda mais o quesito de construção leve, assim como também o de tipo metálico que além de todo benefício de leveza, tem a praticidade dentro da obra, podendo ser obtidas pré-fabricadas e montadas in loco, como se pode ver na figura 25.

Figura 25 - Tesouras em aço galvanizado.



Fonte: <https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/casas-em-steel-frame-58b81fd5ea586#1> (2018)

#### 6.2.4 Acabamento

Segundo Santiago, Freitas e Crasto et al. (2012), a etapa de revestimento e acabamento do sistema do *Light Steel Frame* se assemelha em toda sua execução com o do sistema de alvenaria.

Na pintura, na aplicação de cerâmicas, porcelanatos e azulejos, as aplicações dos mesmos são idênticos ao método utilizado na alvenaria, porém como na maioria das vezes no LSF a aplicação de cerâmicas, porcelanatos e azulejos são optados por colocar sobre as placas cimentícias, é sugerido o uso da argamassa ACIII para evitar fissuras que possam ocorrer devido a movimentação da estrutura, ou em raras vezes quando se faz sobre a placa OSB, se opta a utilizar o siding vinílico.

Assim como feito no revestimento das paredes, o revestimento dos pisos também se assemelha em todo seu processo com o sistema de construção da alvenaria, devendo se atentar ao uso correto da argamassa, onde por sua vez, é sugerida a mesma ACIII.

Segundo Campos (2014), a principal patologia que pode surgir nessa etapa construtiva é a fissura do revestimento, devido à singularidade de deformação estrutural do *Light Steel Frame*, por esse motivo se procura meios onde minimizem o travamento do revestimento.

A esquadria se baseia no projeto estrutural, mas têm-se como o tipo de fixação mais utilizado a espuma de poliuretano expansiva pois é de rápida e fácil aplicação, onde também pode ser utilizado a fixação por meio de parafusos, sabendo que em portas e janelas necessita uma aplicação de trechos de madeira no perfil que irá receber as esquadrias para absorver os esforços e suavizar a força sob os parafusos.

## 7 ESTUDO DE CASO

### 7.1 LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

Para o levantamento quantitativo e orçamentário referente à casa popular habitacional da Caixa de 52,25 m<sup>2</sup>, foram realizadas como indicadas a seguir adequações em seu modelo estrutural para o sistema de Alvenaria Convencional e no sistema de *Light Steel Frame*.

Afim de melhor comparar suas respectivas planilhas orçamentárias e seus organogramas, foi feito o levantamento de ambos os sistemas na mesma região de Goiás, com as mesmas condições de serviço e mesmo terreno para a obra, baseando a maioria dos dados presentes na tabela SINAPI e os demais que não foram encontrados presentes na planilha orçamentária de LSF e *Drywall*, foram baseados em dados de lojas locais, como foi o caso dos componentes de montagem dos painéis de sistema estrutural do LSF e do *Drywall* que tem como fonte a loja da “Leroy Merlin” de Goiânia – GO. Para a explosão dos componentes do sistema de painéis do LSF e do *Drywall* e cotação individual de cada peça para sua montagem, foi utilizado um catálogo da TCPO da 13ª edição que se respalda nas normas brasileiras 6120, 6123, 10636, 14432, 14762, 8681, 9077, 8800, 7013, 10735, 5628 e 7008.

O dimensionamento para a mão de obra da montagem do LSF e *Drywall*, baseado nos estudos realizados, são, em sua maioria, terceirizadas junto aos equipamentos necessários para a montagem desse método construtivo, por necessitarem de um treinamento especializado, cujo é pouco promovido no Brasil quando em comparação aos outros métodos construtivos, onde já por outro lado, no sistema de Alvenaria Convencional a mão de obra é fácil de achar por ser o principal método construtivo adotado no Brasil onde também os equipamentos e materiais para a obra são muito mais comuns.

### 7.2 COMPARAÇÃO ANALÍTICA

#### 7.2.1 Fundações

A fundação adotada para ambos foi a de radier com uma espessura de 10 cm e um fck de 30 Mpa de acordo com a tabela SINAPI de setembro de 2018, porém com diferença na área de concretagem, sendo a de Alvenaria Convencional maior que a de LSF, devido a

largura da parede em alvenaria ser mais espessa que a largura da parede em LSF. Deve-se atentar também para a instalação prévia à sua concretagem, as devidas instalações elétricas e hidráulicas, seguindo as orientações do projeto, conforme as tabelas 2 e 3 e como ilustra a figura 26.

Tabela 2 – Primeira parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
1	Preliminares e gerais				
1.1	Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, orçamento, cronograma)	Vb	-	-	R\$1.600,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$1.600,00</b>
2	Infraestrutura				
2.1	Limpeza do terreno	m2	150	1,37	R\$205,50
2.2	Escavações manuais	m3	5,06	84,55	R\$427,82
2.3	Aterro e apiloamento	m2	52,25	2,18	R\$113,91
2.4	Locação da Obra	m2	67,3	4,18	R\$281,31
2.5	Impermeabilização	m2	42,13	34,98	R\$1.473,71
2.6	Radier	m3	4,25	392,59	R\$1.668,51
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$4.170,75</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 3 – Primeira parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
1	Preliminares e gerais				
1.1	Serviços técnicos (levantamento topográfico, projetos, especificações, orçamento, cronograma)	Vb	-	-	R\$1.600,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$1.600,00</b>
2	Infraestrutura				
2.1	Limpeza do terreno	m2	150	1,37	R\$205,50
2.2	Escavações manuais	m3	5,06	84,55	R\$427,82
2.3	Aterro e apiloamento	m2	52,25	2,18	R\$113,91
2.4	Locação da Obra	m2	67,3	4,18	R\$281,31
2.5	Impermeabilização	m2	40,27	34,98	R\$1.408,64
2.6	Radier	m3	4,03	392,59	R\$1.582,14



Custo total do serviço	-	-	-	R\$4.019,32
------------------------	---	---	---	-------------

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 26 – Cura do concreto do radier.



Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/radier/> (2018)

## 7.2.2 Superestrutura e fechamento

A superestrutura da alvenaria convencional é realizada com base na construção de pilares de concreto armado que irão transmitir todos os esforços que a casa irá sofrer para sua fundação e após o levantamento das mesmas, é realizado o fechamento do perímetro da casa e dos ambientes internos com o assentamento de tijolos cerâmicos furados 9x19x19 cm de acordo com a tabela SINAPI, onde haverá, posteriormente, uma viga de amarração superior para reforçar a estrutura da casa, conforme a tabela 4 e como ilustra a figura 27.

Tabela 4 – Segunda parte da planilha de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
3	Supra estrutura				
3.1	Concreto Armado	m3	0,42	1353,63	R\$568,52
3.2	Laje Voltterrana de Piso (Banheiro)	m3	0,23	1353,63	R\$311,33
3.3	Pilares	m3	0,75	1353,63	R\$1.015,22
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$1.895,08</b>
4	Paredes e painéis				
4.1	Tijolo furado	m2	120,96	60,28	R\$7.291,47
4.2	Vergas de Concreto	m3	0,19	1353,63	R\$257,19

4.3	Viga de Amarração superior	m3	0,63	1353,63	R\$852,79
Custo total do serviço		-	-	-	R\$8.401,45

Fonte: Aatoria própria (2018)

Figura 27 – Levantamento das paredes internas e externas.



Fonte: <http://mbmetalurgica.ind.br/2017/09/28/casa-anaville/> (2018)

Já a superestrutura em *Light Steel Frame* é orçada com guias em “U”, montantes em “C”, sendo ambos com largura de 90 mm, segundo a indicação pelo TCPO 13ª edição, os quais não foram possíveis obter o preço no mesmo e não foi encontrado na tabela SINAPI, de tal forma que também com o auxílio do TCPO 13ª edição, toda a listagem de materiais necessários e suas quantidades puderam ser obtidas, para de tal forma, realizar o orçamento da superestrutura em LSF através da loja “Leroy Merlin” da mesma região de Goiás. Da mesma maneira foi executado o orçamento do fechamento interno em *Drywall*, onde já por sua vez, foram necessários outros tipos de materiais, mas que pode ser facilmente encontrado também na mesma loja da “Leroy Merlin” de Goiás. Após a montagem da superestrutura e do “esqueleto” das paredes internos é iniciado o fechamento dos mesmos com os materiais que vão internamente das paredes para melhorar o conforto no ambiente e também a passagem dos conduítes elétricos e tubulações hidráulicas, conforme ilustra a tabela 5 e a figura 28.

Tabela 5 – Segunda parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
3	Supra estrutura				
3.1	Perfil Guia de Steel Frame em "U"	ud	44,72	37,9	R\$1.694,89
3.2	Perfil Montante de Steel Frame em "C"	ud	63,22	34,9	R\$2.206,38
3.3	Chumbador Parabolt 3/8"	ud	113,48	3,69	R\$418,74
3.4	Suporte chumbador	ud	113,48	8,99	R\$1.020,19
3.5	Mão de obra	Vb	-	-	R\$1.700,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$7.040,19</b>
4	Paredes e painéis				
4.1	Rolo de lã de vidro	ud	15,12	137,9	R\$2.085,05
4.2	Rolo de membrana hidrófuga	ud	3,38	202,9	R\$685,80
4.3	Caixa de parafusos PB32	ud	1,4	82,9	R\$116,06
4.4	Placa cimentícia	ud	32,52	78,9	R\$2.565,83
4.5	Lata de massa Base Coat	ud	5,2	96,9	R\$503,88
4.6	Rolo de tela de fibra de vidro	ud	2,34	44,9	R\$105,07
4.7	Chapa de Drywall ST	ud	108,12	19,09	R\$2.064,01
4.8	Rolo de fita para juntas para Drywall	ud	2	15,89	R\$31,78
4.9	Rolo de fita para cantos para Drywall	ud	2,67	41,9	R\$111,87
4.10	Lata de massa para junta de Drywall	ud	1,36	41,9	R\$56,98
4.11	Caixa de parafusos agulha trombeta	ud	75,69	6,29	R\$476,09
4.12	Chapa de Drywall RU	ud	8,25	36,9	R\$304,43
4.13	Perfil Guia de Drywall	ud	16,08	12,09	R\$194,41
4.14	Perfil Montante de Drywall	ud	24,85	13,89	R\$345,17
4.15	Mão de obra	Vb	-	-	R\$2.000,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$11.646,42</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 28 – Montagem das paredes internas e externas.



Fonte: <https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/casa-toda-em-drywall> (2018)

### 7.2.3 Cobertura e Esquadrias

As coberturas foram orçadas seguindo a NBR 7190 (ABNT, 1997) para projetos em madeira adequando à planta arquitetônica apresentada, esquadrias de madeira e metálica em ambos os projetos são orçados igualmente seguindo a tabela SINAPI e podem ser aplicadas da mesma forma em ambos os projetos como ilustram as tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Terceira parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
5	Esquadrias , vidros e acessórios				
5.1	Janelas	m2	4,52	447,1	R\$2.020,89
5.2	Porta entrada 80x210cm	ud	2	277,7	R\$555,40
5.3	Portas internas 70x210cm	ud	2	176,76	R\$353,52
5.4	Portas internas 60x210cm	ud	1	175	R\$175,00
5.5	Conj. para porta social	ud	1	72,64	R\$72,64
5.6	Conj. para porta de serviço	ud	1	45,48	R\$45,48
5.7	Conj. para porta interna	ud	2	65,88	R\$131,76
5.8	Conj. para porta banheiro	ud	1	65,88	R\$65,88
5.9	Placa de Ident. Casa	ud	1	66	R\$66,00
5.10	Vidro liso	m2	4,22	132,44	R\$558,90
5.11	Vidro Fantasia	m2	0,3	86,9	R\$26,07
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$4.071,54</b>
6	Cobertura e proteções				
6.1	Estrutura para telhado	m2	58	47,1	R\$2.731,80
6.2	Telhas	m2	58	32,94	R\$1.910,52
6.3	Calhas e Rufos	m	10,01	30,59	R\$306,21
6.4	Cumeeira e Beira-Bica	m	27,57	5,81	R\$160,18
6.5	Chapim simples	m	5,24	19,18	R\$100,50
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$5.209,21</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 7 – Terceira parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
5	Esquadrias , vidros e acessórios				
5.1	Janelas	m2	4,52	447,1	R\$2.020,89
5.2	Porta entrada 80x210cm	ud	2	277,7	R\$555,40
5.3	Portas internas 70x210cm	ud	2	176,76	R\$353,52
5.4	Portas internas 60x210cm	ud	1	175	R\$175,00
5.5	Conj. para porta social	ud	1	72,64	R\$72,64
5.6	Conj. para porta de serviço	ud	1	45,48	R\$45,48
5.7	Conj. para porta interna	ud	2	65,88	R\$131,76
5.8	Conj. para porta banheiro	ud	1	65,88	R\$65,88
5.9	Placa de Ident. Casa	ud	1	66	R\$66,00
5.10	Vidro liso	m2	4,22	132,44	R\$558,90
5.11	Vidro Fantasia	m2	0,3	86,9	R\$26,07
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$4.071,54</b>
6	Cobertura e proteções				
6.1	Estrutura para telhado	m2	58	47,1	R\$2.731,80
6.2	Telhas	m2	58	32,94	R\$1.910,52
6.3	Calhas e Rufos	m	10,01	30,59	R\$306,21
6.4	Cumeeira e Beira-Bica	m	27,57	5,81	R\$160,18
6.5	Chapim simples	m	5,24	19,18	R\$100,50
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$5.209,21</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

#### 7.2.4 Revestimento

Nos pontos em que o revestimento da alvenaria convencional se difere do LSF e *Drywall* estão os usos do chapisco e do reboco que não é utilizado no LSF e nem no *Drywall* e de contrapartida o LSF e o *Drywall* devem utilizar a argamassa ACIII em locais úmidos por proporcionar um melhor fator de resistência a umidade, onde foi orçado também pela loja “Leroy Merlin” devido à ausência da mesma argamassa na tabela SINAPI, a qual foi a base para o cálculo de todos os outros componentes do revestimento, quanto para a mão de obra em função do tempo gasto, como pode-se notar nas tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Quarta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
7	Revestimentos				
7.1	Chapisco (interno)	m2	64,85	4,66	R\$302,20
7.2	Reboco (interno)	m2	64,85	15,22	R\$987,02
7.3	Mão de obra (externo)	h	24	19,53	R\$468,72
7.4	Massa acrílica 18L (externo)	gl	3,75	103,95	R\$389,81
7.5	Chapisco (externo)	m2	185,9	4,66	R\$866,29
7.6	Reboco (externo)	m2	185,9	15,22	R\$2.829,40
7.7	Mão de obra (interno)	H	16	19,53	R\$312,48
7.8	Massa corrida PVA 18L (interno)	GL	5,75	66,9	R\$384,68
7.9	Impermeabilização area do banheiro	m2	8,4	28,45	R\$238,98
7.10	Chapisco p/ azulejo	m2	10,85	4,66	R\$50,56
7.11	Emboço p/ azulejo	m2	10,85	13,18	R\$143,00
7.12	Azulejo Branco	m2	10,85	22,49	R\$244,02
7.13	Forro de PVC p/ teto	m2	34,88	43,51	R\$1.517,63
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$8.734,79</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 9 – Quarta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
7	Revestimentos				
7.1	Mão de obra (externo)	h	24	19,53	R\$468,72
7.2	Massa acrílica 18L (externo)	gl	3,75	103,95	R\$389,81
7.3	Mão de obra (interno)	H	16	19,53	R\$312,48
7.4	Massa corrida PVA 18L (interno)	GL	5,75	66,9	R\$384,68
7.5	Impermeabilização area do banheiro	m2	8,4	28,45	R\$238,98
7.6	Saco de argamassa ACIII 20Kg	ud	4,46	40,9	R\$182,41
7.7	Azulejo Branco	m2	10,85	22,49	R\$244,02
7.8	Forro de PVC p/ teto	m2	34,88	43,51	R\$1.517,63
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$3.738,73</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

### 7.2.5 Instalações elétricas, hidráulicas e de aparelhos

As instalações elétricas, hidráulicas, esgoto e de aparelhos no geral foram em ambos os projetos orçados igualmente baseados na tabela SINAPI, pois não há nenhum dos itens listados que necessite de um suporte especial ou de uma forma diferente de aplicação no LSF ou no *Drywall*.

A tabela quantitativa de instalação elétrica foi elaborada seguindo a NBR 5410 (ABNT, 2004) com base no projeto arquitetônico disponível para dimensionamento do sistema elétrico, as instalações podem ser utilizadas da mesma forma com os mesmos materiais em ambos os métodos construtivos, porém se diferenciam na parte de passagem dos conduítes corrugados, enquanto os da alvenaria convencional são passados em vãos abertos no fechamento da alvenaria, no sistema de LSF eles são passados antes do fechamento total dos painéis, ficando entre a placa cimentícia e a placa de gesso acartonado, passando pelos montantes de aço galvanizado.

As instalações hidráulicas foram elaboradas seguindo a NBR 5626 (ABNT, 1998) para dimensionamento de tubulação de água fria, sendo adequada na planta em anexo, para passagem das tubulações de água fria foi utilizado o material de pvc onde proporciona um melhor custo benefício para obra, sendo adequado para a alvenaria convencional como também para a de steel frame.

As tubulações na alvenaria são embutidas no fechamento das paredes, por meio de recortes nas mesmas, enquanto no *light steel frame* ela é colocada no vão entre a placa cimentícia e a placa de gesso acartonado passando pelos perfis de aço galvanizado, antes do fechamento das mesmas, tendo maior rapidez para passagem da tubulação.

Para efeito de conclusão, funcionamento e medição da mesma também foram adicionados um cavalete e abrigo para colocação de registro, caixa d'água de 500 litros de polietileno com suporte externo metálico, para armazenamento e queda d'água para alimentação dos pontos de água.

Para as instalações de esgoto foi aplicado na planta em anexo com base na NBR 8160 (ABNT, 1999) para elaboração de sistemas prediais de esgoto sanitário, utilizando em todo sistema de condução de esgoto tubulação de PVC, com declividade de 2% para escoamento, a tubulação e as peças são posicionados antes da concretagem do radier e os pontos de esgoto alocados na posição das peças conforme planta arquitetônica, como demonstram as tabelas 10 e 11.



Tabela 10 – Quinta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
10	Instalações elétricas				
10.1	Tubulação e caixas nas Alvenarias	Vb	1	118,05	R\$118,05
10.2	Prumadas gerais	Vb	1	156,82	R\$156,82
10.3	Enfição áreas privativas	Vb	1	748,77	R\$748,77
10.4	Quadros de distribuição	Vb	1	180,32	R\$180,32
10.5	Tomadas, Interruptores e disjuntores	Vb	1	146,98	R\$146,98
10.6	Luminárias (partes comuns)	ud	8	23,79	R\$190,32
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$1.541,26</b>
11	Instalações de esgoto e hidráulica				
11.1	Caixa d`agua	Ud	1	165,28	R\$165,28
11.2	Barrilete	Vb	1	290	R\$290,00
11.3	Prumadas	Vb	1	240	R\$240,00
11.4	Distribuição	Vb	1	350	R\$350,00
11.5	Suporte metálico para caixa d`agua	Vb	1	500	R\$500,00
11.6	Cavalete e Abrigo	Vb	1	58,85	R\$58,85
11.7	Rede Térreo - esgoto	Vb	1	650	R\$650,00
11.8	Vaso Sanitário	ud	1	291,96	R\$291,96
11.9	Lavatório	ud	1	177,77	R\$177,77
11.10	Tanque	ud	1	70	R\$70,00
11.11	Pia Cozinha	ud	1	140,12	R\$140,12
11.12	Chuveiro	ud	1	49,9	R\$49,90
11.13	Porta papel	ud	1	21,82	R\$21,82
11.14	Porta toalha	ud	1	21,82	R\$21,82
11.15	Cabides	ud	1	21,82	R\$21,82
11.16	Saboneterias	ud	1	21,82	R\$21,82
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$3.071,16</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 11 – Quinta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
10	Instalações elétricas				
10.1	Tubulação e caixas	Vb	1	118,05	R\$118,05
10.2	Prumadas gerais	Vb	1	156,82	R\$156,82
10.3	Enfição áreas privativas	Vb	1	748,77	R\$748,77
10.4	Quadros de distribuição	Vb	1	180,32	R\$180,32
10.5	Tomadas, Interruptores e disjuntores	Vb	1	146,98	R\$146,98

10.6	Luminárias (partes comuns)	ud	8	23,79	R\$190,32
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$1.541,26</b>
<b>11</b>	<b>Instalações de esgoto e hidráulica</b>				
11.1	Caixa d`agua	Ud	1	165,28	R\$165,28
11.2	Barrilete	Vb	1	290	R\$290,00
11.3	Prumadas	Vb	1	240	R\$240,00
11.4	Distribuição	Vb	1	350	R\$350,00
11.5	Suporte metálico para caixa d`agua	Vb	1	500	R\$500,00
11.6	Cavalete e Abrigo	Vb	1	58,85	R\$58,85
11.7	Rede Térreo - esgoto	Vb	1	650	R\$650,00
11.8	Vaso Sanitário	ud	1	291,96	R\$291,96
11.9	Lavatório	ud	1	177,77	R\$177,77
11.10	Tanque	ud	1	70	R\$70,00
11.11	Pia Cozinha	ud	1	140,12	R\$140,12
11.12	Chuveiro	ud	1	49,9	R\$49,90
11.13	Porta papel	ud	1	21,82	R\$21,82
11.14	Porta toalha	ud	1	21,82	R\$21,82
11.15	Cabides	ud	1	21,82	R\$21,82
11.16	Saboneterias	ud	1	21,82	R\$21,82
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$3.071,16</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

### 7.2.6 Pinturas, pavimentação e complementação da obra

A pintura e pavimentação foram orçadas pela tabela SINAPI de forma igual para ambos os projetos e a complementação da obra foi estipulada segundo o próprio modelo da casa pela CAIXA, como ilustram as tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Sexta parte da planilha orçamentária de alvenaria convencional

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
<b>8</b>	<b>Pinturas</b>				
8.1	Mão de Obra	h	20	19,53	R\$390,60
8.2	Caiação	m2	235,45	6,87	R\$1.617,54
8.3	Esquadria de madeira	m2	18,9	14,76	R\$278,96
8.4	Esquadria de ferro	m2	9,04	22,21	R\$200,78
8.5	Tinta Acrílica sem massa corrida	m2	49,55	10,79	R\$534,64
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$3.022,53</b>

9	Pavimentação				
9.1	Cerâmica lisa	m2	40	22,49	R\$899,60
9.2	Contrapiso cimentado	m2	49,17	32,71	R\$1.608,35
9.3	Cimentado em acabamento áspero	m2	49,17	19,04	R\$936,20
9.4	Cerâmica p/ rodapé	m2	5	22,49	R\$112,45
9.5	Soleira em mármore	m	3,24	58,06	R\$188,11
9.6	Peitoril em mármore	m	5,55	87,79	R\$487,23
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$4.231,95</b>
12	Complementação da obra				
12.1	Serviço de calafate e limpeza final	vb	-	-	R\$140,00
12.2	Ligações e "Habite-se"	vb	-	-	R\$300,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$440,00</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 13 – Sexta parte da planilha orçamentária de LSF e Drywall

Item	Serviço	Unid	Quant	Custo Unit.	Custo total
8	Pinturas				
8.1	Mão de Obra	h	20	19,53	R\$390,60
8.2	Caiação	m2	235,45	6,87	R\$1.617,54
8.3	Esquadria de madeira	m2	18,9	14,76	R\$278,96
8.4	Esquadria de ferro	m2	9,04	22,21	R\$200,78
8.5	Tinta Acrílica sem massa corrida	m2	49,55	10,79	R\$534,64
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$3.022,53</b>
9	Pavimentação				
9.1	Cerâmica lisa	m2	40	22,49	R\$899,60
9.2	Contrapiso cimentado	m2	49,17	32,71	R\$1.608,35
9.3	Cimentado em acabamento áspero	m2	49,17	19,04	R\$936,20
9.4	Cerâmica p/ rodapé	m2	5	22,49	R\$112,45
9.5	Soleira em mármore	m	3,24	58,06	R\$188,11
9.6	Peitoril em mármore	m	5,55	87,79	R\$487,23
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$4.231,95</b>
12	Complementação da obra				
12.1	Serviço de calafate e limpeza final	vb	-	-	R\$140,00
12.2	Ligações e "Habite-se"	vb	-	-	R\$300,00
	<b>Custo total do serviço</b>	-	-	-	<b>R\$440,00</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

## 7.3 COMPOSIÇÃO DE BDI

A composição do BDI levou em conta os impostos atuais calculados sobre a construção civil em Anápolis que serão os mesmos para ambos métodos construtivos, os percentuais de encargos sociais de horas e taxas gerais indiretas gastas para execução de serviços foram baseados na TCPO 13ª edição e na SINAPI, que podem vir a ocorrer em função do tempo de cada sistema construtivo, como indicada na composição de custos em cada sistema nas tabelas 14 e 15. Tabela 14 – Tabela exemplificada de bonificação e despesas indiretas, utilizando método construtivo em alvenaria

<b>BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID</b>	<b>B.D.I da Alvenaria</b>		<b>Valor Alvenaria</b>
<b>1</b>	Taxas Gerais	<b>TG</b>	1,1503		R\$46.389,72
1.1	Rasteio da Administração Central	AC	4,00	%	R\$1.855,59
1.3	Riscos	R	1,00	%	R\$463,90
1.4	Seguro + Garantias	SG	0,80	%	R\$371,12
1.5	Despesas Financeiras	DF	1,23	%	R\$570,59
1.6	Lucro	L	7,40	%	R\$3.432,84
<b>2</b>	<b>Impostos</b>	<b>I</b>	<b>7,65</b>	<b>%</b>	<b>R\$3.548,81</b>
2.1	COFINS	i°	3,00	%	R\$1.391,10
2.2	ISS	i¹	2,00	%	R\$927,79
2.3	PIS	i²	0,65	%	R\$301,53
2.4	INSS	i³	2,00	%	R\$927,79
2.5	Outros	i⁴	-	%	-
<b>B.D.I. presumido</b>			<b>24,56</b>	<b>%</b>	<b>R\$57.780,86</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

Tabela 15 – Tabela exemplificada de bonificação e despesas indiretas, utilizando método construtivo em Light Steel Frame

<b>BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>UNID</b>	<b>B.D.I. Steel Frame</b>		<b>Valor Steel frame</b>
<b>1</b>	<b>Taxas Gerais</b>	<b>TG</b>	1,0988		R\$49.632,31
1.1	Rasteio da Administração Central	AC	1,30	%	R\$645,22
1.3	Riscos	R	0,33	%	R\$163,79
1.4	Seguro + Garantias	SG	0,26	%	R\$129,04
1.5	Despesas Financeiras	DF	0,41	%	R\$203,49
1.6	Lucro	L	7,40	%	R\$3.672,79
<b>2</b>	<b>Impostos</b>	<b>I</b>	7,65		R\$3.796,87
2.1	COFINS	i°	3,00	%	R\$1.488,97
2.2	ISS	i <sup>1</sup>	2,00	%	R\$992,65
2.3	PIS	i <sup>2</sup>	0,65	%	R\$322,61
2.4	INSS	i <sup>3</sup>	2,00	%	R\$992,65
2.5	Outros	i <sup>4</sup>	-	%	-
<b>B.D.I. presumido</b>			<b>18,98</b>	<b>%</b>	<b>R\$59.052,79</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

#### 7.4 COMPARAÇÃO SINTÉTICA

Haja vista na análise analítica os valores conquistados, pode-se dizer que o método construtivo adotado como LSF e *Drywall* tem inúmeras características também presentes na alvenaria convencional. Foram utilizadas as maiorias dos materiais e técnicas de aplicação que pudessem servir para ambos, a fim de tornar a obra com melhor custo benefício, já que como visto nos capítulos anteriores, segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a obra em LSF é mais cara que a de alvenaria convencional, mas com tais adequações, foi possível obter um valor semelhante entre eles com uma diminuição de tempo de obra a favor do método construtivo em LSF e *Drywall*, como ilustra a tabela 16.

Tabela 16 – Comparativo das planilhas orçamentárias sintéticas de alvenaria convencional e LSF e Drywall

Valores baseados na tabela SINAPI-GO ( 15/09/2018 ) , NÃO DESONERADA.			
Item	Serviço	Alvenaria convencional	LSF e Drywall
1	Preliminares e gerais	R\$1.600,00	R\$1.600,00
2	Infraestrutura	R\$4.170,76	R\$4.019,32
3	Supra estrutura	R\$1.895,08	R\$7.040,19
4	Paredes e painéis	R\$8.401,45	R\$11.646,42
5	Esquadrias , vidros e acessórios	R\$4.071,54	R\$4.071,54
6	Cobertura e proteções	R\$5.209,21	R\$5.209,21
7	Revestimentos	R\$8.734,79	R\$3.738,73
8	Pinturas	R\$3.022,53	R\$3.022,53
9	Pavimentação	R\$4.231,95	R\$4.231,95
10	Instalações elétricas	R\$1.541,26	R\$1.541,26
11	Instalações de esgoto e hidráulica	R\$3.071,16	R\$3.071,16
12	Complementação da obra	R\$440,00	R\$440,00
	<b>Custo direto da edificação</b>	<b>R\$46.389,72</b>	<b>R\$49.632,31</b>
	Valor de BDI p/ Anápolis	24,56%	18,98%
	<b>Custo total da edificação</b>	<b>R\$57.780,86</b>	<b>R\$59.052,52</b>

Fonte: Autoria própria (2018)

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por ser um sistema pouco conhecido no Brasil de forma geral, faz com que o sistema seja pouco utilizado no Brasil e por pouca demanda acaba se tornando mais caro que o método de alvenaria convencional.

Pelo levantamento orçamentário, discorrendo sobre os custos de cada sistema, foi possível ter uma diferença expressiva de 2,39% de custo mais elevado em relação a comparação do sistema construtivo de *light steel frame* com a alvenaria convencional, porém em contrapartida tem-se por base que por ser mais rápido em sua execução, este se torna uma opção competitiva no quesito dos sistemas construtivos que irão variar de acordo com a questão do mercado atual.

Onde houver uma rápida demanda de casas e um mercado aquecido, este irá ser uma boa opção, pois no prazo em que a edificação é terminada, ela será repassada, tendo um retorno em menor espaço de tempo, sendo possível até a equalização de custos e lucros ou até superior em relação à alvenaria convencional, cujo pode ser analisado nos cronogramas físicos referentes a cada sistema construtivo com redução do tempo de conclusão em 21,81% a favor do *Light Steel Frame e Drywall*.

Hoje a alvenaria convencional leva vantagem no quesito de custo final para o comprador, também por ser um método aceito amplamente pela consciência geral e cultural do mercado, suas desvantagens são o grande desperdício de material como o prazo de execução um pouco elevado, resultando em uma produtividade inferior quando comparado ao sistema de aço galvanizado.

Frente ao *light steel frame*, tem-se um sistema rápido e enxuto que fornece bom isolamento acústico, térmico, rápida montagem, alta produtividade, porém que ainda se encontra inúmeras dificuldades de execução em obras, devida sua ampla adesão do mercado nacional ligada diretamente aos quesitos de custo e fatores culturais, não sendo ideal para edificações pequenas e isoladas, portanto tendo em vista a viabilização de cada método construtivo dependerá de acordo com a demanda de mercado e o número de unidades produzidas e repassadas, uma boa utilização deste sistema construtivo seria na adoção dos planos de construção de casas populares em massa como o “minha casa minha vida” pela Caixa Econômica Federal.



## REFERÊNCIAS

ACCETTI, Kristiane Mattar, Contribuições **ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria**, São Carlos ,1998, Tese Mestrado)

ALLEN, Edward. THALLON, Rob . **Fundamentals of residential construction**,3ª edição, Estados Unidos ,Willey,2011.

**Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado**. Disponível em:  
<[http://www.revista.facear.edu.br/artigo/\\$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado](http://www.revista.facear.edu.br/artigo/$/analise-orcamentaria-comparativa-entre-dois-metodos-construtivos-light-steel-frame-e-alvenaria-convencional-com-estrutura-em-concreto-armado)> Acesso em: 06 de junho de 2018.

ARQUITETURA & AÇO. **Funcional e sustentável**. Revista Arquitetura & Aço - CBCA. São Paulo: Editora Roma, e. 50, novembro, 2017.

ARQUITETURA E URBANISMO. **Steel Frame**. Revista AU. São Paulo: Editora PINI, e. 185, agosto, 2009.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações - Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812-1**: Blocos cerâmicos Parte 1: Projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15961-2**: Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171**: Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

BARROS, M. M. S. B. de; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: EPUSP; Senai, 1998.

BERNARDI, Vinicius Batista. **Análise do Método Construtivo de Vedação Vertical Interna em Drywall em Comparação com a Alvenaria**. 2014. 41 p. - Relatório de estágio - Universidade do Planalto Catarinense, Lages (SC), 2014.

BORGES, A. C. **Prática das Pequenas Construções**, 8a edição, volume I. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 1996.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light Steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. Dissertação (Mestrado – Á de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP. São Paulo, 2014.

CONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil**, Recordes , Realizações , História . São Paulo, Edição Patrocinada por Camargo Corrêa S.A.,1985

DRYLEVIS. **Afinal, o que é Steel Frame?**. Disponível em: <<http://www.drylevis.com.br/site/index.php/features-mainmenu-47/steel-frame-drywall>> Acesso em: 06 de junho de 2018.

E8 INTELIGÊNCIA. **Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados para Light Steel Frame e Drywall 2017**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-cenario-fabricantes-perfis-galvanizados.php>> Acesso em: 06 de junho de 2018.

FRASSON, Karine Crozeta e BITENCOURT, Marcos. **Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos Alvenaria Convencional e Light Steel Frame: Um Estudo de Caso em Residência Unifamiliar**. 2017, 57 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado no curso de Engenharia de Civil, na Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, Campus Tubarão.

GOMES, Antônio Neto; JUNIOR, Lucas Alberto; SIMÃO, Charles Freund. **Método Construtivo de Vedação Vertical Interna de Chapas de Gesso Acartonado**. 2006. Trabalho apresentado no IV Seminário de Iniciação Científica Constructionmethod for gypsumplasterboardpartition.Goiás, GO, 2006.

GREVEN, BALDAUF, **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada ,vol 9,Rio de Janeiro , ANTAC ,2007.

HARDIE, G.M. **Building Construction: principles, practices, and materials**. New York, Prentice Hall,1995.

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

KNAUF DRYWALL. **Artigo Técnico: Proteção ao fogo**. Disponível em:

<<http://knauf.com.br/sites/default/files/3-%20Artigo%20técnico%20-%20Proteção%20ao%20Fogo.pdf>> Acesso em: 06 de junho de 2018.

KOSINSKI, Eleandro; CAMARGO, Lucas de; CAPRARO, Ana Paula Brandão. **Análise orçamentária comparativa entre dois métodos construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado**. *Revista Eletrônica Multidisciplinar*, Araucária, p.1-15, 2013.

MASO, Julio Berton. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING E ALVENARIA ESTRUTURAL**. 2017. 156 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

MILITO, José Antonio de. **Técnicas de Construção Civil e Construção de Edifícios**. Campinas, São Paulo, 2009. 284 p.

MITIDIARI, Cláudio. **Drywall no Brasil: Reflexões Tecnológicas**. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br/artigos.php/3/30/drywall-no-brasil-reflexoestecnologicas>> Acesso em: 05 de junho de 2018.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. WAELEKENS, Anne Catherine. MITIDIARI FILHO, Claudio Vicente. **Sistemas construtivos tipo light steel frame para unidades habitacionais - aspectos relativos à durabilidade**. Disponível em: <<http://www.cbcaacobrasil.org.br/site/biblioteca-detalhes.php?cod=101073>> Acesso em: 05 de junho de 2018.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing**. 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

RODRIGUES, Francisco Carlos. CALDAS, Rodrigo Barreto. **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura**.: 2. ed. 1.v. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2016.

ROSSI, Fabrício. **Steel Frame: Vantagens e Desvantagens. Aprenda Agora!**. Disponível em: <<https://pedreira.com.br/steel-frame-vantagens-e-desvantagens-passo-a-passo/>> Acesso em: 06 junho de 2018.

SANTIAGO, A.K.; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M.S. **de Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares**. In: CONSTRUMETAL. 4ª edição,

2010, São Paulo. Congresso Latino-Americano da Construção Metálica. Disponível em: .  
Acesso em: 07 de Set. 2016.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura.**: 2. ed. 1.v. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2012.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **“Steel Framing”: Arquitetura.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço. 2012. 151p

SANTIAGO, A. K.; ARAÚJO, E. C. de. **Sistema LSF como fechamento externo vertical industrializado.** 2008. Brasil – São Paulo. Congresso latino-americano da construção metálica. 2008.

**SINAPI-GO.** Disponível em:

<[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_646](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_646)> Acesso em: 24 de setembro de 2018.

**TCPO: Tabelas de composições de preços para orçamentos.** 13<sup>a</sup>. ed. São Paulo: PINI, 2010. 660 p. v. 1.

**TÉCHNE. Melhores práticas: Cobertura de Light Steel Framing.** Revista Téchné. São Paulo: Editora Pini, e. 186, junho, 2012.

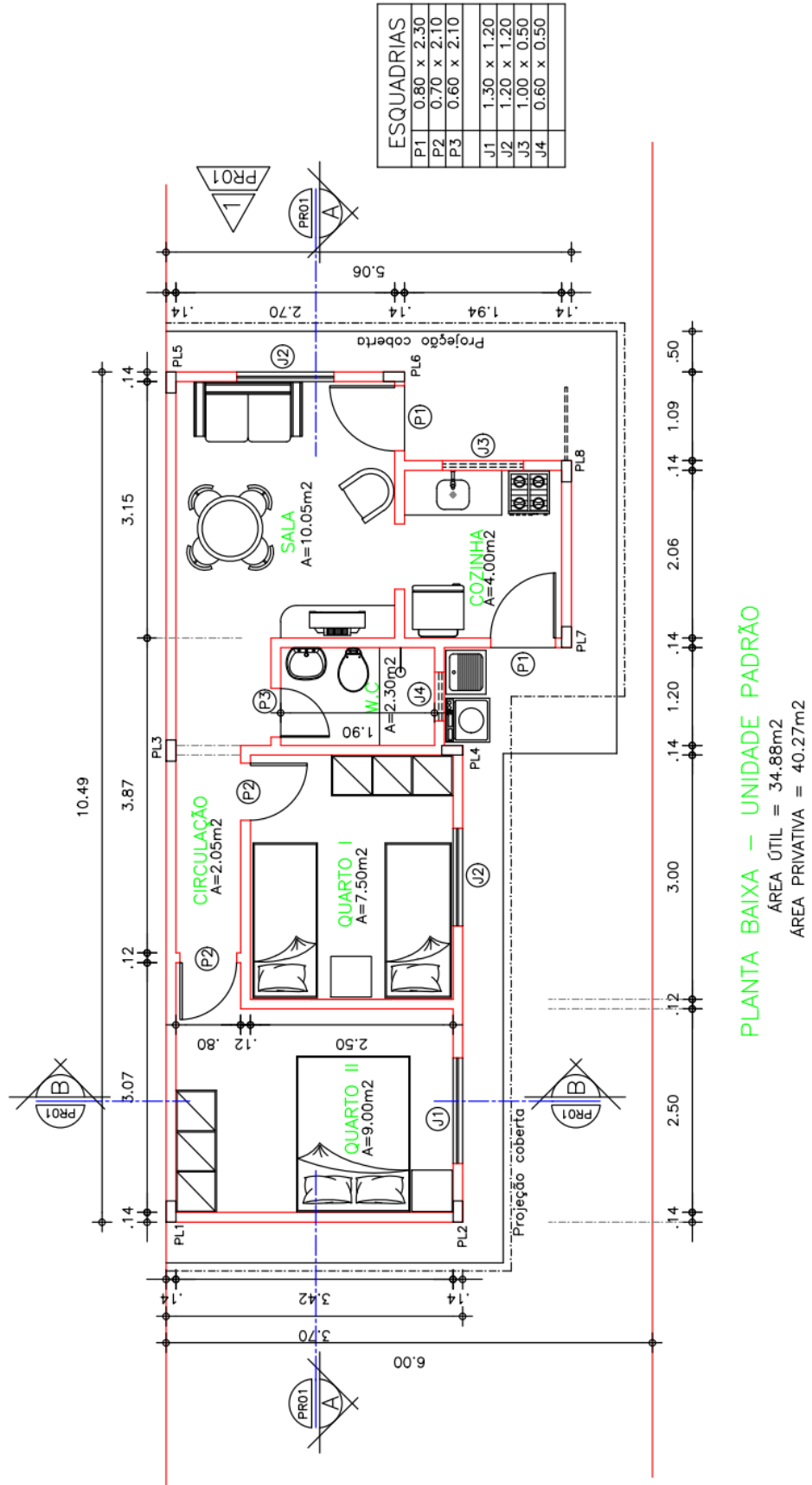
TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil: séculos XVI a XIX.** Rio de Janeiro, Clavero, 1994.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. **O Concreto no Brasil: recordes, realizações, história.** São Paulo: Copiare, 1985.

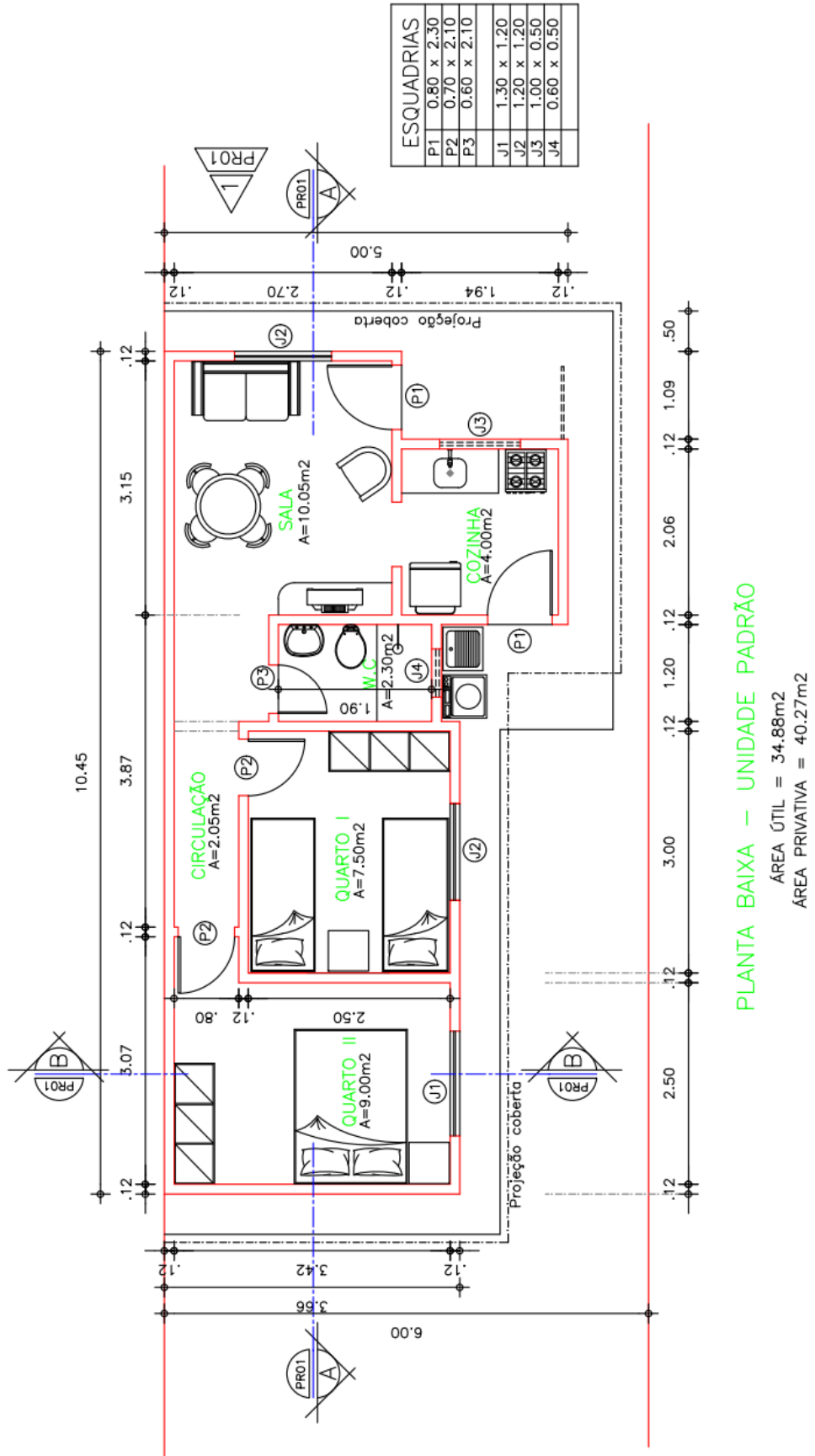
YAZIGI, Walid. **A técnica de Edificar,** 4a edição Editora Pini. São Paulo. 2002.

**ANEXOS**

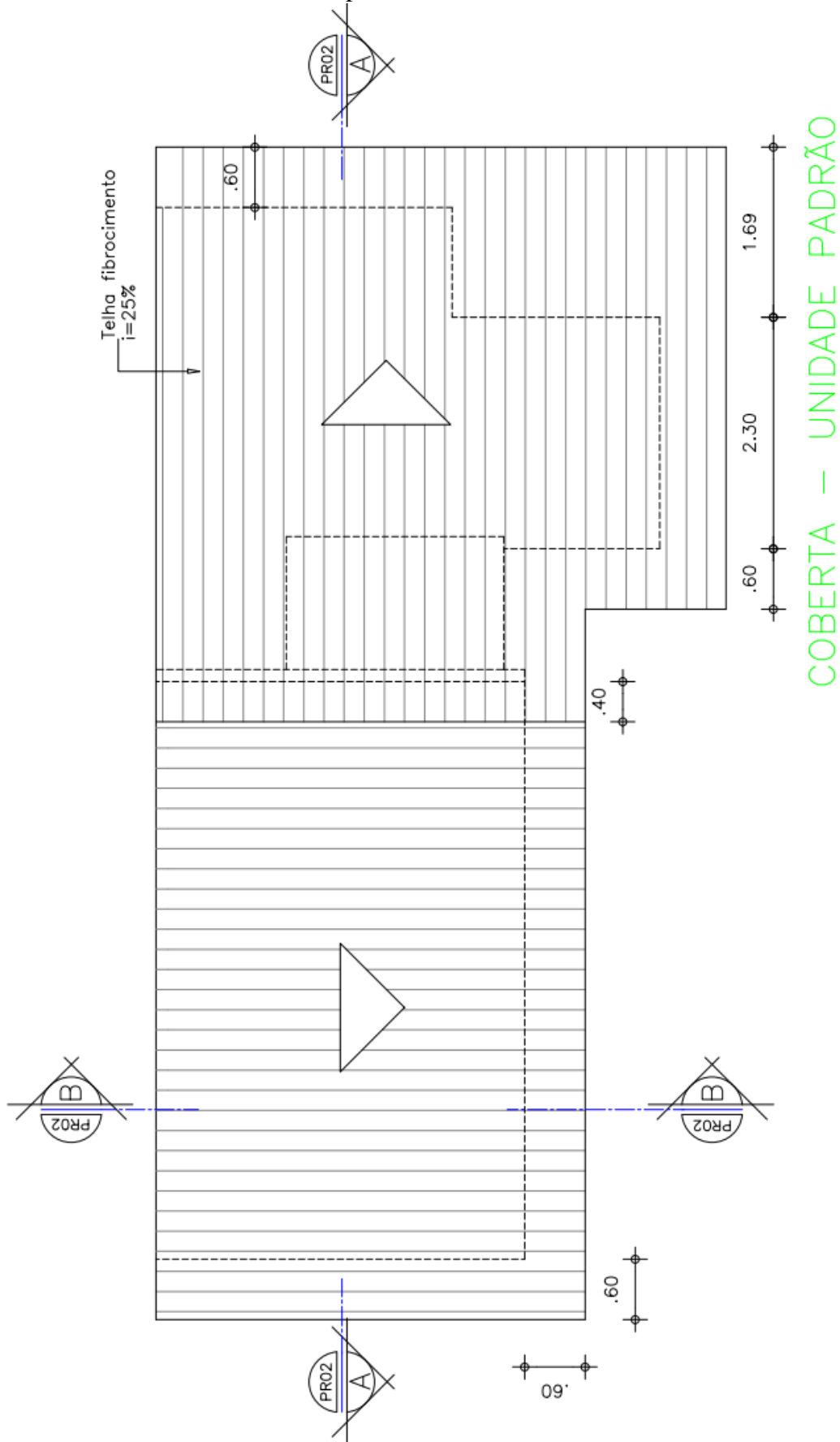
ANEXO A – Planta baixa da obra de estudo de caso para Alvenaria Convencional



ANEXO B – Planta baixa da obra de estudo de caso para Light Steel Frame



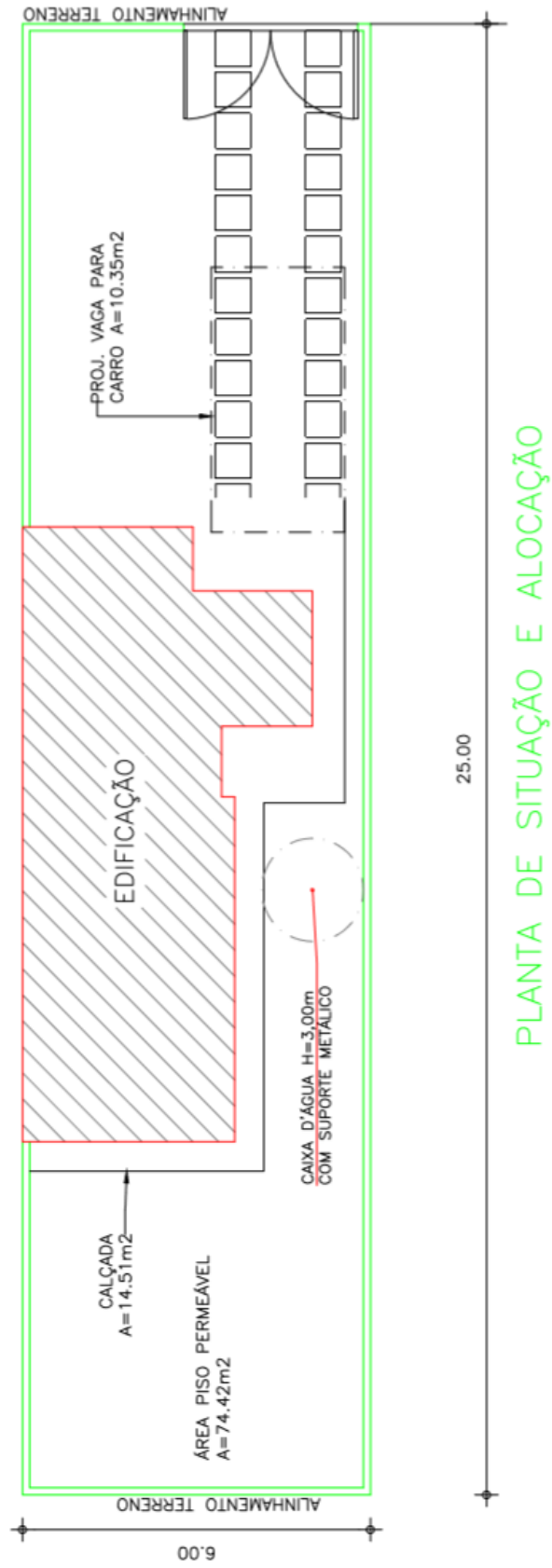
ANEXO C – Planta de cobertura para ambos os sistemas



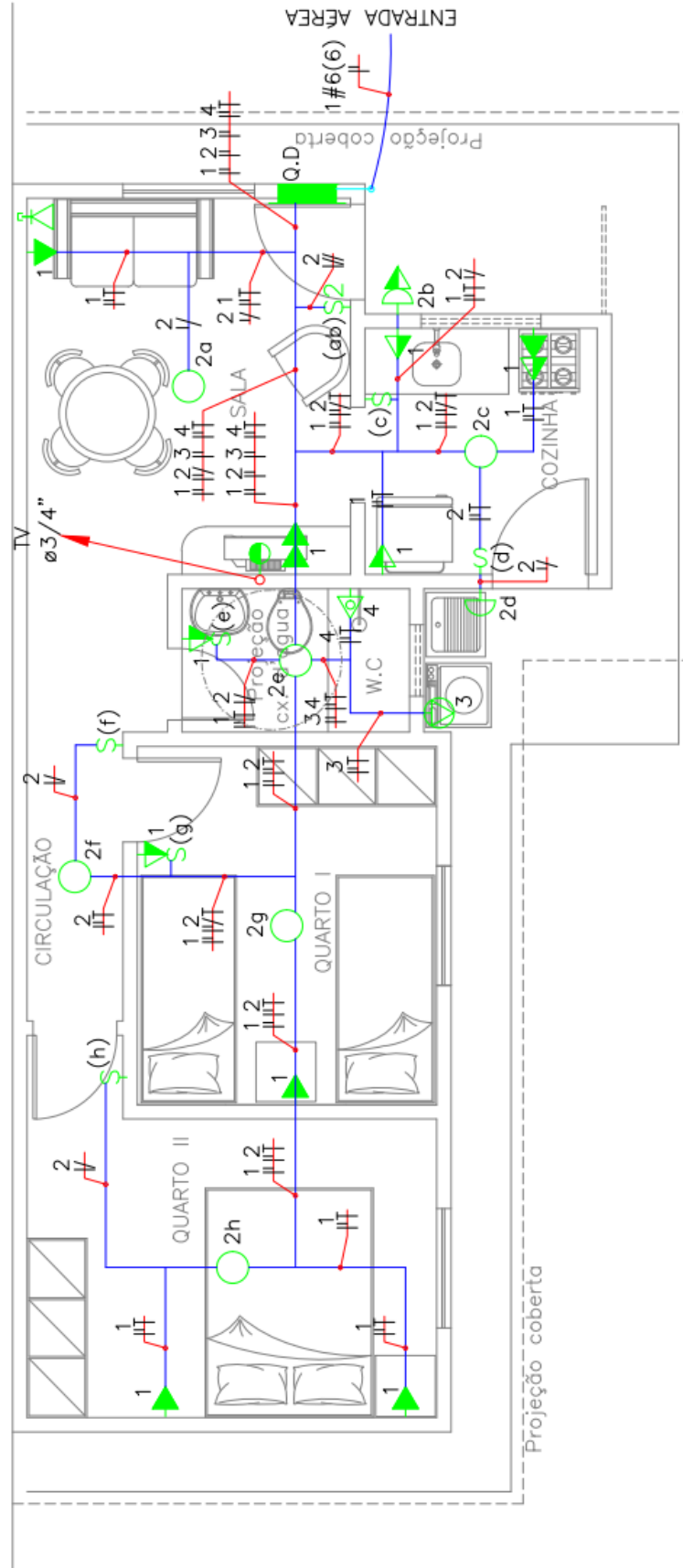
COBERTA – UNIDADE PADRÃO



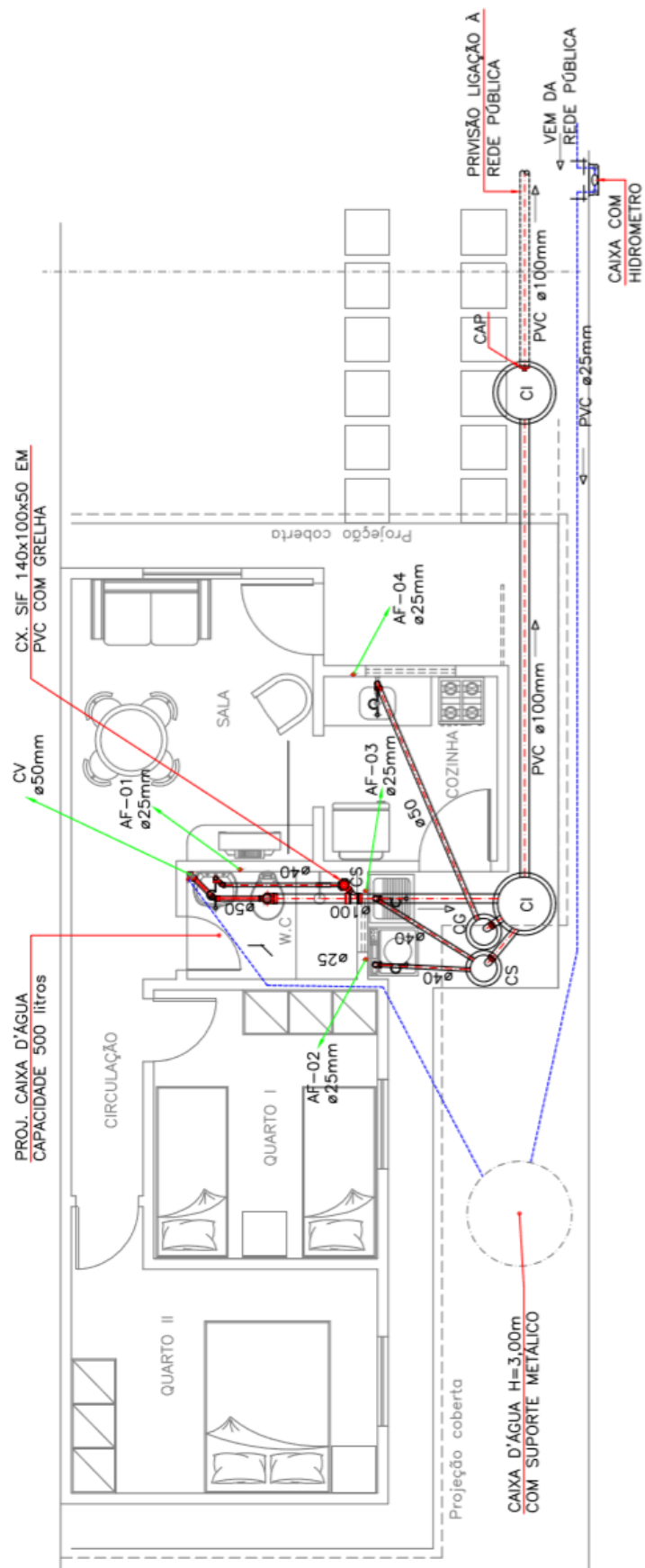
## ANEXO D – Planta de situação e alocação



ANEXO E – Planta de projeto elétrico para ambos os sistemas



ANEXO F – Planta de projeto hidráulico para ambos os sistemas



**APÊNDICES**







