UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

FRANCINILDO GUSTAVO ABREU FERREIRA

# ESTUDO DA VIABILIDADE DE CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES UTILIZANDO ESTRUTURAS METÁLICAS NO MARANHÃO

SÃO LUÍS-MA

DEZ-2016

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
# CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

## FRANCINILDO GUSTAVO ABREU FERREIRA


# ESTUDO DA VIABILIDADE DE CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES UTILIZANDO ESTRUTURAS METÁLICAS NO MARANHÃO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Banca Examinadora da Universidade Estadual do Maranhão para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Jorge Creso Cutrim Demétrio.

**SÃO LUÍS-MA**

**DEZ-2016**

FRANCINILDO GUSTAVO ABREU FERREIRA

# ESTUDO DA VIABILIDADE DE CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES UTILIZANDO ESTRUTURAS METÁLICAS NO MARANHÃO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Banca Examinadora da Universidade Estadual do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio.

Aprovada em: 14 / 12 / 16

BANCA EXAMINADORA

Jorge Creso Cutrim Demétrio

**Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio– Orientador**

José Tadeu Moura Serra

**Prof. Ms. José Tadeu Moura Serra**

**Prof.Msc. João Aureliano de Lima Filho**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que sempre me guiou nesse percurso, também à minha família (Claudio, Francilene, Bruno e Emile) pelo infinito apoio durante esses anos de Universidade, pois sem eles eu não estaria na situação que estou hoje, e por isso espero algum dia poder retribuir o tanto que me foi dado por eles. Gostaria de agradecer também a todos meus amigos e pessoas queridas que me ajudaram e me apoiaram tanto, em especial a Hudson Ramon, Guilherme Coelho, Guilherme Barbosa, Rodrigo Raposo, Ederson, Jhonson, Félix, Gerôncio Verde, Bigous, Nayfson, Juan Gama e Tulinho. Obrigado pela força que professores, como o Prof. Jorge Creso, Prof. Tadeu, Prof. João Celso, Prof. Ivar Hortegal, Prof. Solon, Prof. Ovéssimo Prof. Jorge Passinho e Prof. Aureliano, que me deram incentivo para sempre ir em busca do sucesso.

"Se eu vi mais longe, foi por estar
de pé sobre ombros de gigantes."
(Isaac Newton)

**RESUMO**

Apesar da problemática político-econômica, na qual o nosso País atravessa, ainda há a necessidade e a tentativa de sanar o problema do déficit habitacional brasileiro com vários incentivos do governo, como o programa minha casa minha vida entre outros. Com isso, há um crescimento acelerado no número de construções de residências populares, influenciando no aumento dos conjuntos habitacionais, alguns com mais de 300 casas, que são construídas rapidamente. Por, todavia devido ao aperto nas margens de lucros, as empresas da construção civil que trabalham com este tipo de obra, estão buscando novos métodos construtivos que lhes forneça estimativas mais precisas de custo, de tempo e que gere menos desperdício possível. Minimizando assim a probabilidade de erro do projeto, isto é, que alie economia, precisão de orçamento e rapidez de execução. O que causa que a procura por soluções que atendam a todas essas exigências seja cada vez maior. Este trabalho apresenta um comparativo orçamentário para construção de um conjunto habitacional com cem casas de padrão popular a ser executado na região Norte do Maranhão, São Luís, baseando-se em um sistema construtivo largamente utilizado na região, que seria o caso da alvenaria convencional, utilizado na maior parte das obras de pequeno, médio e grande porte, e também o sistema Light Steel Frame, ainda vagamente utilizado, mas que apresenta uma tendência de crescer. Será elaborada a execução dos projetos, levantamento dos quantitativos, tempo de execução de cada conjunto habitacional, considerando que será executado um conjunto para cada sistema, além de levantar os custos diretos e indiretos dos dois sistemas, com o intuito de descobrir qual deles é mais viável economicamente para execução dessas casas.

.

## ABSTRACT

Despite the political-economic problems in which our country is passing by, there is still the need and the attempt to tackle housing deficit problem with many government incentives, for example ‘’Minha Casa, Minha Vida’’ program, among others. Thus, there is an accelerated growth in the number of low-income houses, that influence the increase of housing complexes constructions, some of them with more than 300 houses, which are built very quickly. However, due to tight profit margins, constructors that are responsible for this type of work are seeking new methods to provide them more accurate estimating cost, time and less waste materials thereby minimizing the error probability of project. In other words, savings, budget accuracy, and construction speed should be interconnected. This problem makes the search for solutions become even bigger. This paper shows a comparative budget for the construction of a hundred houses for low-income population to be built in the region North of Maranhão, especificaly in the capital São Luís, based on a widely construction system used in the region, such as conventional masonry, used in the. part of the small, medium and large works, as well as the Light Steel system frame, still used for this porpose, but with a tendency to grow. It will be elaborated the implementation of the projects, quantitative of each housing complex, considering that it will be executed a set for each system, in addition to collect the direct and indirect costs from two systems, in order to find out which one is most economically viable for these houses.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conjunto habitacional construindo em alvenaria convencional.....19

Figura 2 – Elementos do concreto armado.....20

Figura 3 – Composição para formação do concreto.....21

Figura 4 – Concretagem de Laje maciça.....22

Figura 5 – Viga em concreto armado.....22

Figura 6 – Elementos de um pilar em concreto armado.....23

Figura 7 – Formas para elementos estruturais.....24

Figura 8 – Bloco Cerâmico comum.....24

Figura 9 – Montagem de painel Steel frame in loco .....29

Figura 10 – Transporte de painéis prontos para a obra.....30

Figura 11 – Elemento da construção modular Steel frame.....31

Figura 12 – Elemento da construção Ballon steel frame.....32

Figura 13 – Tipos e Dimensões usuais dos perfis do LSF.....33

Figura 14 – Equip. utilizado no processo continuo de conformação de perfis leves…33

Figura 15 – Equip. utilizado no processo descontinuo de conformação de perfis leves.....34

Figura 16 – Perfis dobrados .....34

Figura 17 – Principais seções de perfis de chapa dobrada .....35

Figura 18 – Painéis LSF prontos .....36

Figura 19 – Parafuso lentilha, sextavado e panela.....37

Figura 20 – Vergas.....38

Figura 21 – Cantoneira.....38

Figura 22 – Ombreira.....39

Figura 23 – Viga treliçada.....39

Figura 24 – Canteiro de obras.....43

Figura 25 – Serviço de alvenaria.....44

Figura 26 – Administração de obra.....45

Figura 27 – Planta Baixa de sistema em blocos cerâmicos.....48

Figura 28 – Fachada layout de sistema em blocos cerâmicos.....48

Figura 29 – Residência padrão popular em LSF.....49

Figura 30 – Planta Baixa de sistema em Light Steel Frame.....50

Figura 31– Painéis estruturais em Light Steel Frame.....52

Figura 32– Vedação de residência popular em placas cimentícias.....53

Figura 33– Aplicação de lã de Pet.....54

Figura 34– Aplicação de Membrana Hidrófuga.....55

Figura 35– Planta baixa (Utilizando o LSF) .....60

Figura 36– Painel Estrutural do sist. LSF.....61

Figura 37– Sequência de serviços dispares para alvenaria convencional.....74

Figura 38– Sequência de serviços dispares para alvenaria light Steel frame.....75

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Quantitativo de LSF.....62

Tabela 2- Composição LSF.....63

Tabela 3- Quantitativo do Sistema Convencional.....64

Tabela 4- Quantitativo em LSF.....66

Tabela 5: Dimensionamento de equipes sist. Alvenaria convencional.....73

Tabela 6: Dimensionamento de equipes sist. Alvenaria Light steel frame.....73

Tabela 7: Resumo Final dos resultados.....76

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo da superestrutura.....67

Gráfico 2: Comparativo de Revestimento Interno, externo e pintura.....68

Gráfico 3: Comparativo da cobertura.....69

Gráfico 4: Comparativo por serviço e total.....70

Gráfico 5: Comparativo para o conjunto de 100 casas.....71

Gráfico 6: Comparativo do custo por m² construído.....72

Gráfico 7: Comparativo de despesas indiretas .....76

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO.....14

1.1 Objetivos.....16

1.1.1 *Objetivo principal*.....16

1.1.2 *Objetivos específicos*.....16

1.2. Justificativa.....17

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....18

3 APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS EM ALVENARIA CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAME.....18

3.1 Alvenaria convencional.....18

3.1.1. *Histórico*.....18

3.1.2. *Principais componentes do sistema em alvenaria convencional e concreto armado*.....20

3.1.2.1. *Concreto*.....20

3.1.2.2 *Laje de concreto armado*.....21

3.1.2.3 *Viga*.....22

3.1.2.4 *Pilar*.....23

3.1.2.5 *Fôrmas*.....23

3.1.2.6 *Bloco cerâmico*.....24

3.1.3 *Vantagens e desvantagens do concreto armado*.....25

3.2 Sistema construtivo em light steel frame.....26

3.2.1 *Histórico do light steel frame*.....27

3.2.2 *Métodos de construção em light steel frame*.....28

3.2.2.1 *Método stick*.....29

3.2.2.2 *Método por painéis*.....30
3.2.2.3 *Construção modular*.....31
3.2.2.4 *Método balloon/platform framing*.....31
3.2.3 *Características, fabricação e montagem dos perfis leves*.....32
3.2.4 *Tipos de perfis*.....35
3.2.5 *Estruturação dos painéis*.....36
3.2.6 *Aberturas em painéis*.....38
3.2.7 *Revestimentos de fechamento*.....40
3.2.7.1 *Placas de osb*.....40
3.2.7.2 *Gesso acartonado*.....40
3.2.7.3 *Placas cimentícias*.....41
3.2.7.4 *Fixação*.....41

4 ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....42
4.1 Custos.....43
4.1.1 *Custos diretos*.....43
4.1.2 *Custos indiretos*.....44

5 METODOLOGIA DE TRABALHO.....47
5.1 Apresentação dos projetos.....47
5.1.1 *Projetos de alvenaria convencional*.....48
5.1.2 *Projetos em light steel frame*.....49
5.2 Levantamento de quantitativos.....50
5.3 Montagem das composições e levantamento dos custos diretos.....55
5.4 Levantamento dos custos indiretos.....56
5.5 Planejamento da obra.....57
5.6 Dimensionamento de equipes.....57
5.7 Cronograma.....58

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....60
6.1 Projetos.....60
6.1.1 *Projetos - light steel frame*.....60
6.2. Quantitativos e composições.....61
6.2.1 *Light steel frame*.....61
6.3 Custos diretos.....63
6.3.1 *Alvenaria convencional*.....63
6.3.2 *Light steel frame*.....65
6.4 Análise dos custos diretos.....66
6.5 Análise de custos indiretos.....72
6.6 Dimensionamento de equipes.....72
6.7 Cronograma.....74

7.0 CONCLUSÕES.....77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....79
ANEXOS.....83
APÊNDICES.....95

# 1 INTRODUÇÃO

A construção civil, no Brasil, ainda é predominantemente artesanal caracterizada pelos baixos índices de produtividade e principalmente pelo grande desperdício de materiais. O mercado tem sinalizado que essa situação precisa mudar e que o uso de novas tecnologias é a melhor forma de industrializar e racionalizar os processos.

Atualmente, por motivo do panorama político-econômico nacional, observamos que na construção civil, as margens de lucro ficaram menores, criando a necessidade de se construir de maneira mais assertiva, com mais exatidão no orçamento, com menos desperdício e com mais rapidez de produção. Com isso há um aumento considerável na busca por novos métodos ou matérias que permitam tais combinações sem prejudicar a qualidade do produto final.

Devido às necessidades de atualização nos materiais, na maneira de se construir no Brasil, e também de se resolver a problemática do déficit habitacional. Vemos os sistemas pré-fabricados como uma possível solução eficaz. Dentre as características destes métodos construtivos, pode-se ressaltar a velocidade da construção, diminuição de perdas com economia de material, e a preservação do meio ambiente através de uma construção parcialmente ou totalmente a seco.

Após a revolução industrial, o mundo viveu um processo de urbanização das cidades e surgimento dos grandes centros. Diante da grande demanda da população por moradias, verificou-se a necessidade da industrialização também da construção civil. Neste momento há o desenvolvimento do processo construtivo em estruturas metálicas, pois grande era o avanço em pesquisas para utilização deste material. A indústria do aço já tinha grande demanda, pois a econômica era ávida pelo consumo para construção de navios, veículos, etc.

Dentre os métodos estruturais existentes estão os sistemas Steel Frame, formados por elementos em aço que, por sua vez, apresentam total padronização dos elementos que compõe a estrutura principal e também a estrutura de fechamento, acelerando o processo construtivo e tornando este sistema estrutural competitivo, pela sua elevada produtividade.

O “Steel Frame” é um sistema alternativo de construção que visa um menor custo maior rapidez, alternativa mais sustentável, a otimização do projeto, uma

construção mais “limpa”, necessidade de acerto na construção.

O método construtivo basicamente utiliza perfis de aço galvanizado forjados a frio juntamente com componentes industrializados presentes na construção civil como painéis e placas. Uma das grandes vantagens é que a estrutura é composta por um grande número de elementos fazendo com que os esforços sejam mais bem distribuídos pelos elementos que por sua vez são resistentes e leves.

Além disso, como sua estrutura é leve, isso permite o alívio da transmissão de carga para o solo.

Diante dos aspectos observados, a questão é encontrar qual a solução mais viável para a construção de conjuntos habitacionais com mais de 100 casas na região norte do Maranhão, a partir da definição do método construtivo mais eficiente: sistema convencional, ou Light Steel Frame?

## 1.1 Objetivos

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

### *1.1.1 Objetivo principal*

Comparar o sistema construtivo em Light Steel Frame com o Sistema convencional que se utiliza de concreto armado em sua estruturação principal.

### *1.1.2 Objetivos específicos*

1) Apresentar características dos dois sistemas a serem analisados: concreto armado e Light Steel frame.

2) Modular projeto para cada sistema a ser comparado, em função das orientações e projeto padrão fornecido pela Caixa Econômica Federal para o programa Minha Casa Minha vida.

3) Verificar se é vantajosa a utilização do “Light Steel Frame” como método construtivo na região de São Luís e demonstrar através de cálculos e tabelas a comparação dos seus custos em relação à alvenaria como tradicional método de construção.

4) Comparar o método “Steel Frame” na construção de um conjunto habitacional de 100 casas, quanto às características de tempo de construção, preço dos insumos e mão de obra na região de São Luís.

## 1.2 Justificativa

Apesar da problemática político-econômica, na qual o nosso país passa, vemos Brasil está crescendo na construção de residências populares, devido a incentivos do governo e a necessidade de se combater o déficit de moradias para a população carente. Pensando nisso, atualmente se constroem muitos conjuntos habitacionais, são residenciais de padrão baixo em grande escala, chegando a haver loteamentos novos com mais de 300 residências no mesmo padrão.

Como o déficit habitacional brasileiro é muito alto, há um crescimento acelerado dessas obras. Devido a esse crescimento acelerado, as empresas estão buscando novos métodos construtivos, com o intuído de acelerar o processo de construção, obter custos menores de produção e ainda melhorar a qualidade do produto final.

Pode-se observar que em nossa região Norte do Maranhão, há a predominância da utilização do sistema convencional em concreto armado, com crescimento na utilização do sistema em alvenaria estrutural e uma leve tendência ao sistema de utilização de paredes pré-fabricadas em concreto, na construção de conjuntos habitacionais do tipo horizontais. Com isso, este trabalho, traz um comparativo orçamentário entre o sistema convencional de concreto armado, elaborado e fornecido pela Caixa Econômica Federal-CEF, e um novo método construtivo, o sistema Light Steel Frame, empregado nas grandes cidades do Brasil, como São Paulo e Curitiba, e que pode ser uma alternativa para construção desses conjuntos.

# 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica aborda as definições e características, tanto do sistema em Light Steel Frame quanto o sistema convencional em concreto armado, sistemas construtivos em estudo, bem como os materiais utilizados por cada um dos dois métodos. Onde posteriormente fizemos uma comparação entre cada sistema, separando por partes para se ter uma noção mais ampla e percepção de onde acontecem as principais diferenças de orçamento e duração de execução. Gerando dados que foram são discutidos e mensurados para, enfim se ter um resultado sobre a viabilidade da utilização do sistema em LSF, na capital de São Luís do Maranhão.

# 3 APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS EM ALVENARIA CONVENCIONAL E LIGHT STEEL FRAME

Apresentaremos aqui as principais características dos sistemas em foco no nosso estudo. Sabemos que a utilização de diversos sistemas construtivos está sempre ligada ao tipo da edificação, neste trabalho daremos ênfase aos sistemas em alvenaria convencional e Light Steel Frame.

## 3.1 Alvenaria convencional

Utilizaremos nesse trabalho a designação de alvenaria convencional para edifícios que se caracterizam pela utilização de estrutura em concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, utilizado em abundancia na região metropolitana de São Luís do Maranhão. Podemos ver uma aplicação desse sistema, no caso de um conjunto habitacional de padrão popular construído em São Luís- MA, ilustrado abaixo:

**Figura 1-Conjunto habitacional de padrão popular construído em São Luís**

**Fonte: Acervo próprio (2016)**

### *3.1.1 Histórico*

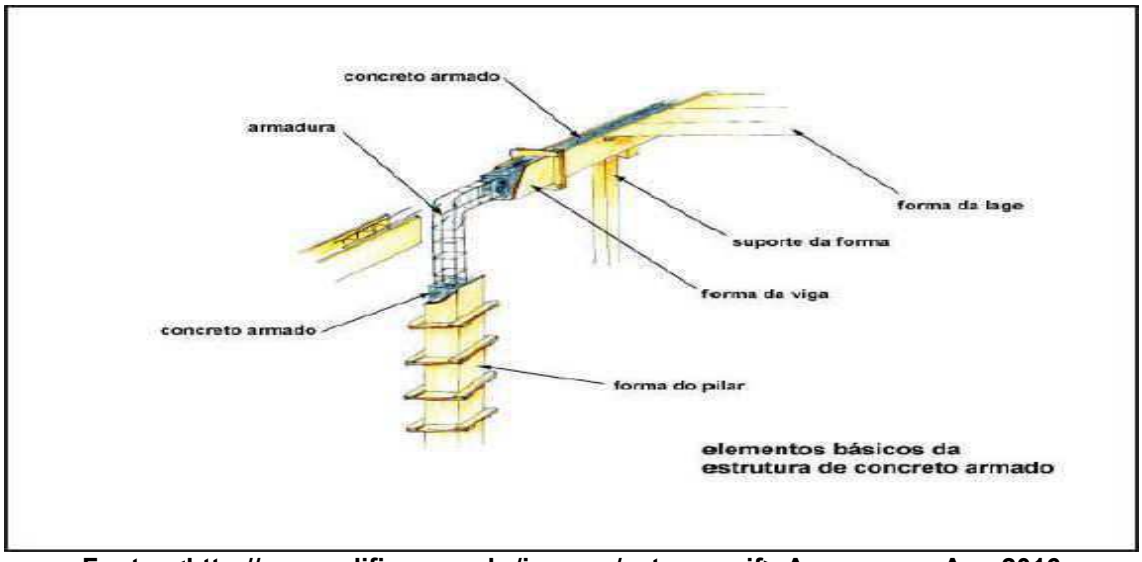
As primeiras construções tiveram como principais matérias o pau e a pedra natural, por estarem disponíveis com facilidade na natureza. O ferro, o aço e o concreto só foram utilizados séculos mais tarde.

Segundo historiadores, o concreto armado surgiu por volta de 1850, para suprir a necessidade encontrada nos materiais até então utilizados, como a da pedra que reagia muito bem a compressão, no entanto não garantia a mesma qualidade à tração, a da madeira que tem resistência razoável, mas tem durabilidade limitada, e da mesma forma a do ferro que tem alta resistência, mas devido a agressão do meio também tem durabilidade limitada. Diante disso o ideal seria a união das qualidades de alguns desses materiais, aliando assim a durabilidade da pedra com a alta resistência do aço, com as vantagens do material composto poder ser modelado em qualquer forma, com rapidez e facilidade, e com o aço envolvido e protegido pelo concreto afim de se evitar a corrosão.

Segundo Barros e Melhado (1998) as construções convencionais em concreto armado são aqueles constituídos com uma estrutura de vigas, pilares e lajes de concreto armado moldadas no local.

Na figura 2 podemos ver destacados os elementos básicos de uma estrutura de concreto armado.

**Figura 2-Elementos do Concreto Armado**




**Fonte: <http://www.edifique.arq.br/images/estconc.gif> Acesso em: Ago 2016**

Uma noção geral das características de alguns dos elementos de concreto armado e da alvenaria convencional é apresentada a seguir.

### *3.1.2 Principais materiais do sistema em alvenaria convencional e concreto armado*

#### *3.1.2.1 Concreto*

Concreto é basicamente o resultado da mistura dosada de cimento, água e agregados, sendo que o cimento ao ser hidratado pela agua, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (graúdo e miúdo), formando um bloco monolítico.

No preparo do concreto, um ponto de atenção é o cuidado que se deve ter com a qualidade e a quantidade de água utilizada, pois ela é a responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se a quantidade de água for pequena, a reação não ocorrerá por completo e se for acima da quantidade ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar.

A relação entre o peso da água e do cimento utilizados na dosagem, é chamada de fator água/cimento (a/c).

O concreto deve ter uma boa distribuição granulométrica afim de diminuir a possiblidade da aparição de vazios, pois a porosidade tem influência na permeabilidade e na resistência final das estruturas de concreto.

**Figura 3-Níveis de Composição**

**Fonte: Revista Pini, 2010**

### *3.1.2.2 Laje de concreto armado*

Barros & Melhado (1998), a laje é uma estrutura plana de concreto contando com uma armação interna de barras de aço especialmente fabricadas para esse fim (vergalhões), responsável por transmitir as ações que nela chegam para as vigas (ou diretamente para os pilares no caso de lajes fungiformes) que a sustentam e destas para os pilares.

**Figura 4- Concretagem de Laje Maciça**

**Fonte: Acervo próprio (2016)**

### *3.1.2.3 Vigas*

Uma viga é um elemento estrutural sujeito a cargas transversais. A viga é geralmente usada no sistema laje-viga-pilar para transferir os esforços verticais recebidos das lajes para o pilar ou para transmitir uma carga concentrada, caso sirva de apoio a um pilar. A viga transfere o peso das lajes e dos demais elementos (paredes, portas, etc.) aos pilares. Vasconcellos (2006).

**Figura 5-Vigas em Concreto Armado**

**Fonte: Acervo Próprio (2016)**

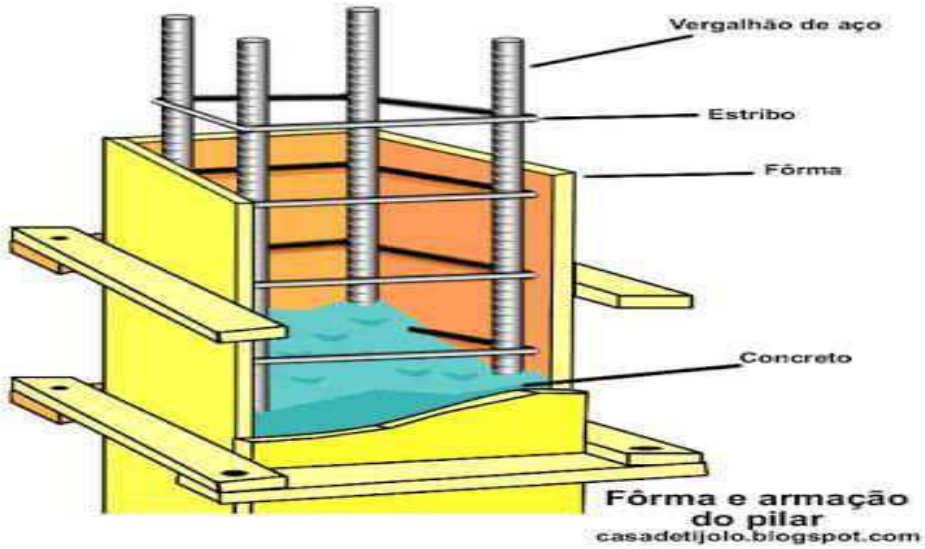
### *3.1.2.4 Pilar*

Pilares são “elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes” (NBR 6118/2003, item

14.4.1.2). São destinados a transmitir as ações às fundações, embora possam também transmitir para outros elementos de apoio. As ações são provenientes geralmente das vigas, bem como de lajes também.

Os pilares são os elementos estruturais de maior importância nas estruturas, tanto do ponto de vista da capacidade resistente dos edifícios quanto no aspecto de segurança. Além da transmissão das cargas verticais para os elementos de fundação, os pilares podem fazer parte do sistema de contraventamento responsável por garantir a estabilidade global dos edifícios às ações verticais e horizontais.

**Figura 6-- Elementos de um pilar em concreto armado**




**Fonte: Casadetijolo.blogspot.com**

### *3.1.2.5 Fôrmas*

Barros & Melhado (1998) atribuem três funções básicas ao sistema de Fôrmas:

· Moldar o concreto;

· Conter o concreto e sustenta-lo até que tenha resistência suficiente para se sustentar por si só;

· Proporcionar à superfície do concreto a textura requerida.

Para Araújo & Freire (2004) o sistema de fôrmas é extremamente significativo do ponto de vista econômico, já que a participação das fôrmas na composição do custo das estruturas de concreto pode variar entre 30 e 60%.

**Figura 7- Formas para elementos estruturais**

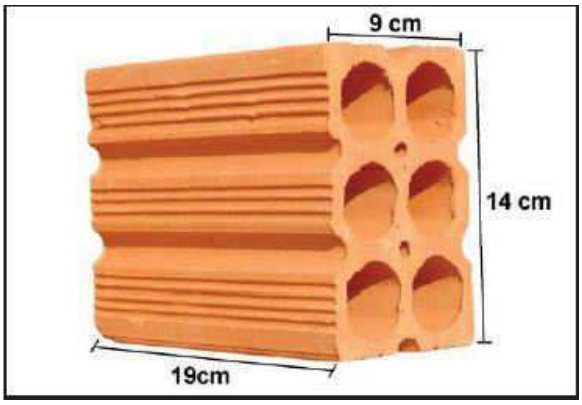
**Fonte: www.obraviva.com.br/alvenaria-05.JPG; acesso á internet (janeiro 2016)**

### *3.1.2.6 Bloco cerâmico*

Segundo a NBR 8042 (ABNT, 1992), bloco é um "componente da alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm.

Os blocos cerâmicos podem ser encontrados em diversos tamanhos, sendo o mais comercializado para alvenaria de vedação, na região de São Luís- MA o bloco de dimensões 9x14x19 cm, que pode ser observado na Figura 8.

**Figura 8- Bloco cerâmico comum**




**Fonte: <http://www.ceramicapalmeira.com.br/imgprodutos/2.gif> Acesso em: Mai 2016**

### *3.1.3 Vantagens e desvantagens do concreto armado*

Segundo Toledo (2009), O concreto armado é um material que desde muito tempo vem sendo largamente usado em todos os países do mundo, em todos tipos de construção, em função de várias características positivas, como por exemplo:

a) Economia: especialmente no Brasil, os seus componentes são facilmente encontrados e relativamente a baixo custo;

b) Conservação: em geral, o concreto apresenta boa durabilidade, desde que tenha a dosagem correta e seja bem misturado, lançado e adensado. É também muito importante que os cobrimentos mínimos das armaduras sejam rigorosamente obedecidos;

c) Adaptabilidade: favorece à arquitetura pela sua fácil modelagem;

d) Rapidez de construção: a execução e o recobrimento são relativamente rápidos;
e) Segurança contra o fogo: desde que a armadura seja protegida por um cobrimento mínimo adequado de concreto;
f) Impermeabilidade: desde que dosado e executado de forma correta;
g) Resistência a choques e vibrações: os problemas de fadiga são menores.

Por outro lado, o concreto armado também apresenta desvantagens, sendo as principais as seguintes:

a) Peso próprio elevado, relativamente à resistência: peso específico $\gamma conc$ = 25 kN/m³=2,5 tf/m³;
b) Reformas e adaptações são de difícil execução;
c) Fissuração (existe, ocorre e deve ser controlada);
d) Transmite calor e som.

## 3.2 Sistema construtivo em light steel frame

O Light Steel Framing (LSF) assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo, geralmente autoportante (Manual do aço- Steel Frame), composto por vários componentes industrializados que possibilitam uma construção com grande rapidez de execução e precisão.

É uma denominação empregada internacionalmente para definir o conjunto construtivo que utiliza perfis formados a frio de aço galvanizado para a formação de um esqueleto estrutural, com função de resistir às cargas solicitadas pela estrutural, além de dar forma à mesma. (Manual do aço- Steel Frame).

A palavra steel vem do inglês e indica a matéria prima usada na estrutura, o aço. A inclusão da palavra Light, (em português, 'leve') indica que os elementos em aço são de baixo peso, uma vez que são produzidos a partir de chapa em aço com espessura reduzida. Já framing é a palavra usada na língua inglesa para definir um esqueleto estrutural composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto, para dar forma e suportar o edifício e seu conteúdo. Assim, light steel framing poderá traduzir-se por estrutura de aço leve. (Wikipédia, 2016).

Uma grande característica que diferencia o Steel Frame dos sistemas convencionais abundantemente empregados no Brasil é a limpeza do canteiro, por ser uma forma construtiva a seco, que desconsidera o uso de concreto e cimento. Dentre suas características, a que deve ser ressaltada é a viabilidade nos cálculos, gerando uma maior precisão na quantidade de material a ser aplicado, bem como mão de obra a ser utilizada e tempo de execução, consequentemente a redução nos custos da obra.

Apesar de o Sistema ser bastante empregado em países em que a construção civil é predominante industrializada, no Brasil, onde prevalece o método artesanal, ainda é pouco conhecido. Assim, para uma melhor visualização do que é o LSF recorre-se ao drywall, que tem uma utilização muito maior dentro do mercado da construção civil brasileira como vedações internas, substituindo as paredes maciças

de alvenaria. Porém, segundo Jardim e Campos (2005, p.30-31), a semelhança termina neste ponto. Apesar dos dois sistemas serem compostos por painéis em perfis leves de aço galvanizado, as espessuras nominais desses perfis são maiores no LSF do que no drywall, assim como o revestimento em zinco, fazendo com que o LSF, diferentemente do drywall, possa suportar as cargas da edificação formando um sistema estrutural.

### *3.2.1 Histórico do light steel frame*

Apesar de ser considerada uma tecnologia nova e pouco difundida na construção civil brasileira, o Light Steel Framing já é utilizado em larga escala em países como Estados Unidos e Japão. E sua origem remonta ao início do sec. XIX. Na verdade, historicamente, o sistema teve berço com as habitações em madeira construída pelos colonizadores no território americano naquela época. Para atender ao crescimento da população, foi necessário empregar métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações, utilizando os materiais disponíveis na região, no caso a madeira. Esse método consistia em uma estrutura composta de peças em madeira serrada de pequena seção transversal conhecido como Balloon Framing (ConsulSteel,2002).

A parti daí as construções em madeira, conhecidas como ‘‘wood frame’’, tornaram-se a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos. Aproximadamente um século depois, em 1933, com o grande desenvolvimento da indústria do aço nos EUA, foi lançado na feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em Light Steel Framing que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura de madeira (frechette, 1999).

O princípio dos “frames” (traduzindo livremente para quadros) foi uma solução mais adequada ao crescimento rápido da população no país e para empregar métodos mais rápidos e produtivos na construção de habitações. Devido à sua eficácia, acabou se tornado o método construtivo mais utilizado naquele século no país.

Com a produção de aço em alta no período pós Segunda Guerra Mundial e a ascensão da economia americana, aos poucos os perfis leves de aço foram substituindo os de madeira e consequentemente tornando-se mais vantajosos, devido ao fato de possuir maior resistência e eficiência estrutural.

Nos Estados Unidos, em 1992, de acordo com a revista ARQUITETURE, edição de setembro de 2004, havia registro de que, aproximadamente, 500 casas haviam sido construídas em “Light Steel Framing” e, esse número, em 2004, já é da ordem de 500.000 casas.

No Japão, as primeiras construções em LSF também começaram a aparecer após a Segunda Guerra Mundial, devido a necessidade de reconstrução de quatro milhões de casas destruídas por bombardeios.

O governo Japonês buscava a proteção dos recursos florestais que poderiam ser exauridos e também para incentivar a construção de estruturas não-inflamáveis. Com isso, a indústria de aço japonesa começou a produzir perfis leves de aço e atualmente apresenta um mercado e uma indústria altamente desenvolvidos nesta área.

No Brasil, o “Light Steel Framing”, devido ao esforço da iniciativa privada, vem ganhando projeção no mercado nacional, e já podemos encontrar em várias regiões do país obras, tais como residências, escolas, hospitais, prédios, construídas com esse sistema.

### *3.2.2 Métodos de construção em light steel frame*

Segundo Santiago (2012) há quatro métodos construtivos do sistema baseado em Steel Frame, são eles: Método Stick, método por painéis, método por construção modular e método balloon/platform.

### *3.2.2.1 Método stick*

Todas as partes da edificação são cortadas no canteiro de obra, as lajes, painéis e cobertura são montadas no local. Eles podem vir perfurados para passagem de instalações hidráulicas e elétricas. Esse método é uma boa saída para construções onde não há local viável para a pré-fabricação, além de facilitar o transporte das peças e a união delas, aumentando apenas a atividade na obra. As principais vantagens do método são:

Facilidade de transporte das peças até a construção;

As ligações entre os elementos são de fácil execução, no entanto há aumento de serviços na obra;

Não é necessário um local para a pré-fabricação dos perfis utilizados na obra.

**Figura 9- Montagem de painel Steel frame in loco**

Fonte: **Manual do aço- Steel Frame**

### *3.2.2.2 Método por painéis*

Algumas partes (como painéis estruturais e não estruturais, tesouras do telhado, lajes, etc.) podem ser pré-fabricadas fora da obra, transportadas e montadas no local. Alguns painéis de fechamento também podem ser aplicados na pré-fabricação para diminuir o tempo de serviço na edificação. Este método é bom para construções em que há um curto prazo de entrega, pois a montagem é rápida. As principais vantagens do método são:

1) Velocidade na montagem;
2) Controle da qualidade de produção dos painéis;
3) Minimização do trabalho na obra;
4) Aumento da precisão dimensional.

**Figura 10- Transporte de painéis prontos para a obra**

**Fonte: http://www.aegismetalframing.com**

### *3.2.2.3 Construção modular*

Este método consiste em todo o módulo ser pré-fabricado e entregue pronto com todos os acabamentos e revestimentos internos, bancadas, instalações hidráulicas e elétricas. Podem ser colocadas lado a lado, ou uma sobre a outra, dependendo de como será a forma final da edificação.

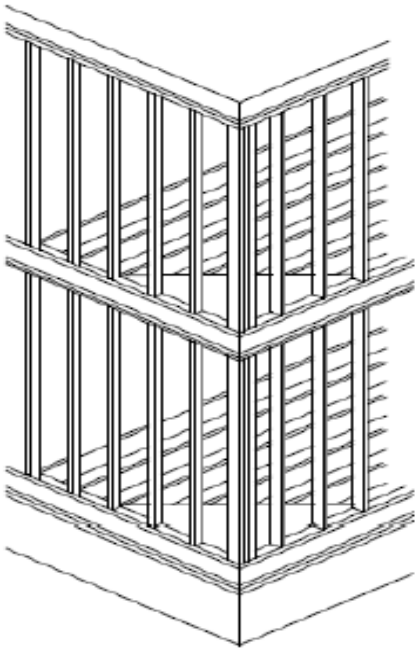
**Figura 11- Elemento de construção Modular em Steel frame**

**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

### *3.2.2.4 Método balloon/platform framing*

No método balloon a estrutura do piso é fixada nos painéis da parede que são geralmente grandes e vão além de um pavimento. Já no método platform os pisos e paredes são construídos sequencialmente, um pavimento por vez, não havendo painéis contínuos como no método balloon.

**Figura 12- Elemento de construção Balloon em steel frame**



**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

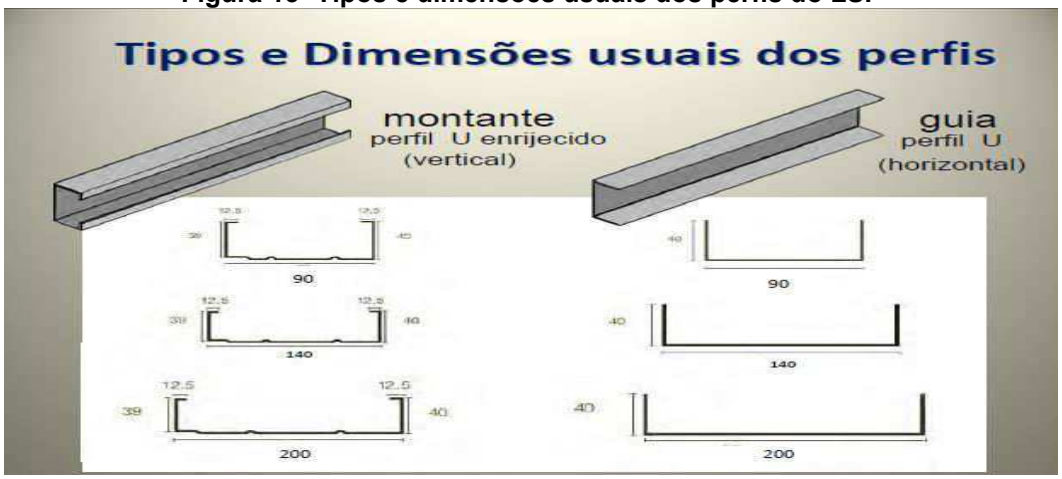
### *3.2.3 Características, fabricação e montagem dos perfis leves*

Aqui abordaremos a concepção e montagem da estrutura. De uma maneira geral, qualquer edificação necessita de um sistema estrutural que possibilite mantê-la estável e em condições normais de utilização quando sujeita a diversas ações. O sistema steel frame é uma proposta para racionalizar a concepção da estrutura da edificação utilizando-se perfis dobrados a frio.

Segundo SILVA e PIGNATTA (2008), os perfis de chapas metálicas conformados a frio ou cold formed steel structures, podem ser chamados de perfis de aço leve (light steel frame – LSF) ou perfis metálicos de chapa dobrada e são, essencialmente, elementos formados por chapas planas de aço (de composição variada dependendo do tipo de aço), que podem adquirir variados formatos devido ao arranjo das chapas durante o processo de dobramento, ou conformação.

As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm.

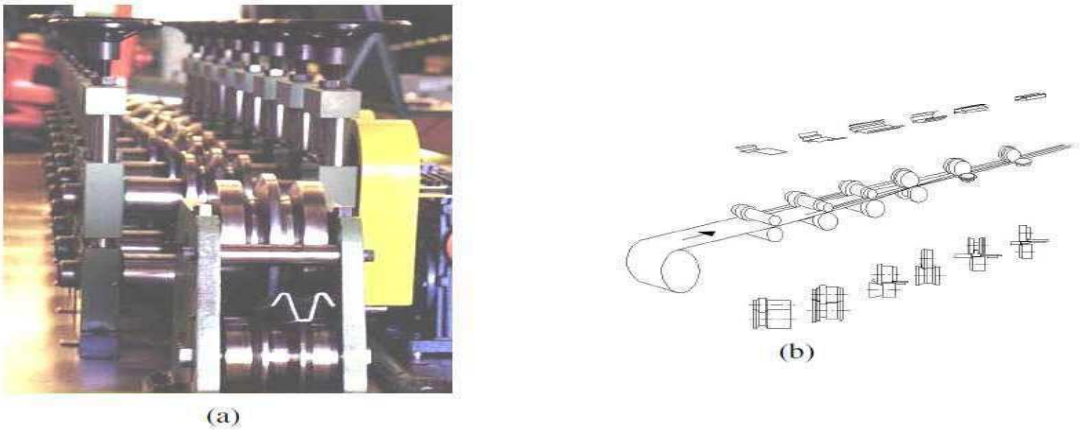
**Figura 13- Tipos e dimensões usuais dos perfis do LSF**




**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

Os elementos principais são os perfis, produzidos a partir de dois processos tradicionais: um consiste num processo contínuo em que uma tira de chapa passa por uma série de cilindros (perfiladeiras) dobrando a para gerar a conformação da seção transversal. O outro, através de dobradeira, que nada mais é que um equipamento de punção que pressiona a chapa contra a mesa para efetivar a dobra, obtendo-se a seção transversal desejada por vários reposicionamentos. Após deixar os roletes, a placa é seccionada de acordo com o tamanho indicado para o perfil na Figura 14.

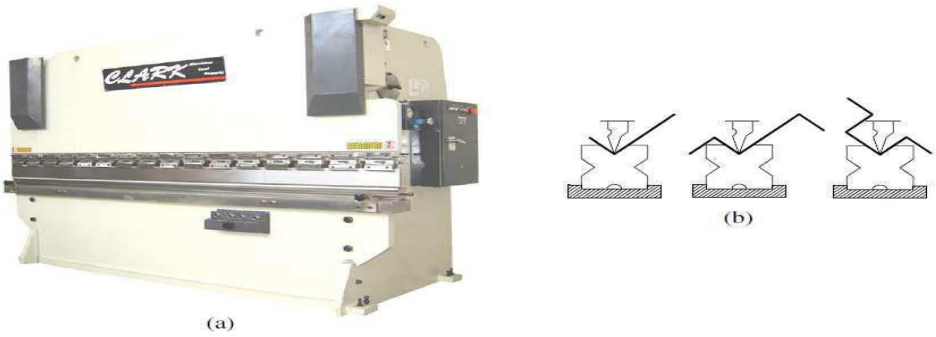
**Figura 14- Equipamento utilizado no processo continuo de conformação de perfis leves**




**Fonte: CBCA (2008)**

O processo contínuo é mais adequado à fabricação em série, enquanto que o descontínuo é empregado para atender a pequenas quantidades este último apresenta uma limitação quanto ao tamanho das peças a serem dobradas devido ao raio mecânico da máquina, indicado na Figura 15.

**Figura 15- Equipamento utilizado no processo descontínuo na conformação de perfis leves**

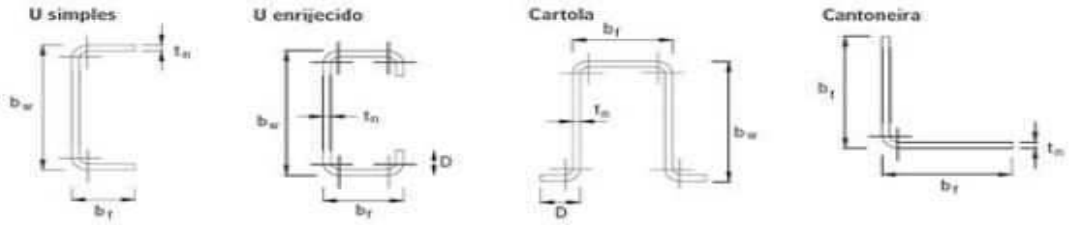



**Fonte: CBCA (2008)**

Os perfis mais utilizados são aqueles com configurações e designações conforme a figura 16. As seções, espessuras usuais e propriedades geométricas de perfis para steel frame são definidas pelas normas NBR 15253 Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações:

Requisitos Gerais e NBR 6355 Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio: Padronização.

**Figura 16- Os perfis são dobrados**



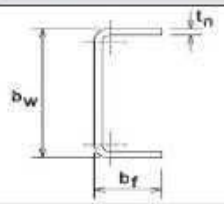
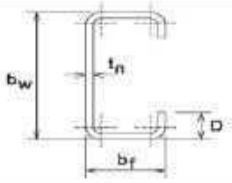
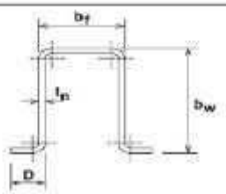
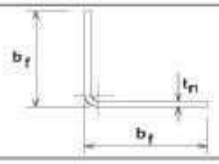

**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

É válido lembrar que o processo de dobramento influência nas propriedades mecânicas dos perfis leves, alterando a resistência e o limite de escoamento ao longo da seção transversal do perfil de aço.

### *3.2.4 Tipos de perfis*

O sistema de conformação é obtido pelo dobramento a frio de chapas finas de aço, variando a sua espessura entre 0,378mm e 6,35mm. Podem-se obter perfis com espessuras maiores, até 25,4mm, desde que o equipamento para execução das dobras (prensa dobradeira) e tipo de aço especificado sejam apropriados para tal. Com este processo pode-se obter seções com diversas formas, sendo as mais usuais os perfis tipo “U”, “U” enrijecido, “Z”, “Z” enrijecido, cartola, seções fechadas, tubo retangular, etc. (Figura 17).

**Figura 17- Principais seções de perfis de chapa dobrada.**

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

***Fonte: NBR 15253:2005***

O perfil U simples é formado pela alma de comprimento bw e a mesa de comprimento bf. A mesa também pode ser chamada de flange ou aba.

O perfil Ue enrijecido, além da alma e da mesa, possui "enrijecedores" de comprimento D, sendo extensões das mesas.

Os perfis podem possuir, também, enrijecedores intermediários longitudinais, localizados na alma ou na mesa, que nada mais são que pequenos vincos para aumentar a rigidez do perfil.

O perfil cartola possui dois enrijecedores de borda, duas almas e uma mesa.

A cantoneira é o perfil formado por duas abas de mesma espessura que podem possuir ou não iguais comprimentos.

Há, ainda, as fitas e chapas, elementos que não possuem dobras. Valendo-se das propriedades interessantes desses tipos de perfis metálicos, principalmente perfis U e Ue, o sistema steel frame é concebido a partir da idealização de painéis, compostos por perfis montados paralelamente e fixados nas extremidades por outros perfis (figura 18).

**Figura 18- Painéis LSF Prontos**

**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

### *3.2.5 Estruturação dos painéis*

Os painéis podem ser instalados na vertical, para serem utilizados como paredes, e na horizontal como pisos. Os painéis verticais, na sua maioria, são portantes, isto é, trabalham como estrutura da edificação, recebendo as cargas e

dando estabilidade ao conjunto. Outros painéis podem ser utilizados nas paredes com a finalidade de vedação (BRASILIT, 2011).

A concepção do sistema Light Steel frame permite que os painéis trabalhem em conjunto travando-se entre si e gerando uma integridade na estrutura.

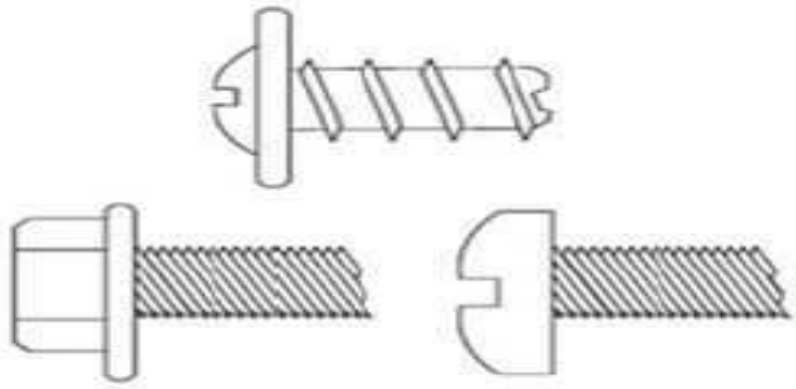
Um painel utilizado em parede é formado pelos montantes e pelas guias.

Os montantes (perfis Ue) são os elementos paralelos verticais normalmente modulados a cada 400 mm ou 600 mm, que dependendo da solicitação, pode ser de até 200 mm. Essas modulações estão associadas às dimensões dos elementos constituintes dos sistemas de acabamento, visando à minimização do desperdício.

As guias (perfis U) são elementos que fixam as extremidades dos montantes (inferior e superior) conformando a estrutura básica do sistema steel frame.

A união é executada com parafusos autoperfurantes e autoatarraxantes com diversas formas de cabeça (lentilha, sextavada e panela), empregadas de acordo com o local de uso e função estrutural do parafuso. O comprimento e o diâmetro, bem como a quantidade de parafusos, são estabelecidos pelo projetista de acordo com as considerações do dimensionamento da união (figura 19).

**Figura 19- Parafuso lentilha, sextavado e panela**



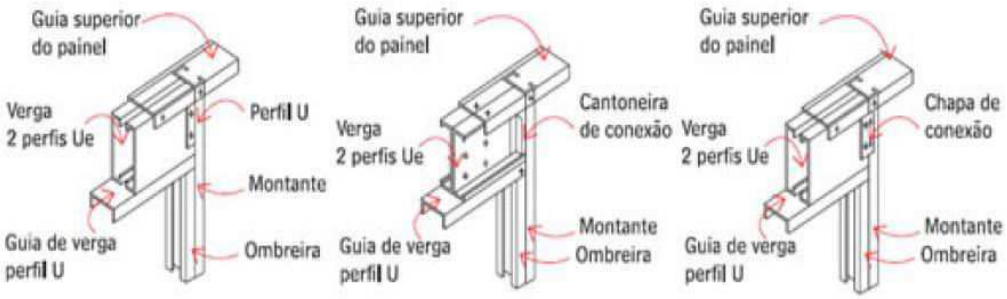
**Fonte: *Steel House* (2011)**

### *3.2.6 Aberturas em painéis*

Nas aberturas correspondentes às portas e janelas nos painéis é necessária a utilização de elementos estruturais que redistribuam as solicitações, uma vez que alguns montantes são interrompidos. Para essa finalidade, instalam-se vergas e ombreiras.

A verga é obtida com a composição de dois ou mais perfis conectados ou, ainda, utilizando-se perfis cantoneiras conforme figuras 20 e 21.

**Figura 20- Vergas**



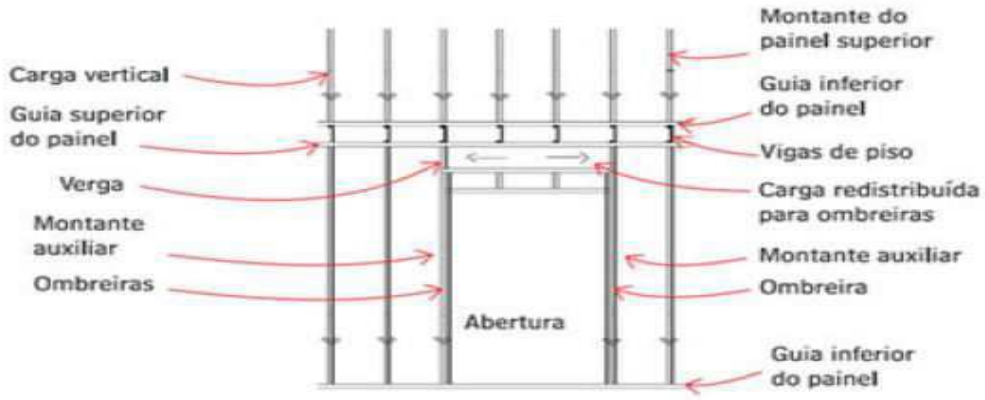

**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

**Figura 21- Cantoneira**

**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

As ombreiras, que são os perfis que delimitam o vão, são montadas em mesmo número de cada lado da abertura, tomando-se, aproximadamente, o correspondente à quantidade de montantes interrompidos dividido por dois (figura 22).

**Figura 22- Ombreiras**




**Fonte: Manual do aço- Steel Frame**

O sistema steel frame permite aberturas de grandes vãos e, nesse caso, as vergas devem ser compostas por vigas treliçadas (figura 23).

**Figura 23-Vigas Treliçadas**

**Fonte: Steel frame – Estrutura-Revista Téchne**

### *3.2.7 Revestimentos de fechamento*

Temos hoje disponível em larga escala de utilização, para as estruturas em LSF, basicamente quatro tipos de revestimento: os painéis de OSB (Oriented Strand Board), as placas de gesso acartonado (dry wall), as placas cimentícias, e os painéis

mistos ou compostos que são basicamente a utilização de placas de OSB revestidos por uma fina camada cimentícia.

#### *3.2.7.1 Placas de OSB*

O OSB (Oriented Strand Board) é um painel estrutural de tiras de madeira orientadas perpendicularmente, em diversas camadas, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez. Essas tiras são unidas com resinas aplicadas sob altas temperatura e pressão. Através desse processo de engenharia automatizado, os painéis permanentemente controlados e testados para verificar seus níveis de acordo com os padrões de qualidade. É um painel ecologicamente correto.

A diferenciação em relação aos aglomerados de madeira tradicionais se refere à impossibilidade de utilização de resíduos de serraria em sua composição. Suas propriedades mecânicas se assemelham às da madeira sólida, podendo substituir plenamente os compensados estruturais (MENDES, 2005).

Atualmente, as principais aplicações do OSB permitem usos como, paredes e tetos, base de pisos para aplicação de carpetes, pisos de madeira, ladrilhos, tapumes, barracões de obra e divisórias, em forros para telhados, empacotamento e engradamento, pallets para estocagem a seco, armações para mobiliários, decks e plataformas, dentre outros.

#### *3.2.7.2 Gesso acartonado*

O gesso acartonado é uma placa produzida industrialmente com rigoroso controle de qualidade, pronta para uso na obra. Leva o nome de suas matérias primas básicas, ou seja, o gesso e o papel cartão, conferindo respectivamente, nessa ordem, a resistência à compressão e à flexão do produto acabado.

A sua fabricação se dar a partir do minério de gesso ou gipsita, em duas fases: na primeira é feita a moagem e calcinação da gipsita; na segunda fase é que se dá a

conformação dos painéis, agregando à massa de gesso cartões nas duas faces para a composição da placa. Quanto ao emprego, existem três tipos de placas: as normais, para uso em ambientes internos; as hidrófugas, para áreas molhadas, tais como banheiros, cozinhas e áreas de serviço e as resistentes ao fogo, para paredes com exigências especiais de resistência ao fogo (AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE, 1996).

#### *3.2.7.3 Placas cimentícias*

As placas cimenticias são componentes produzidos industrialmente, com alto padrão de qualidade e prontas para o uso na obra. Produzidas com a tecnologia CRFS- Cimento Reforçado com Fio Sintético, são ideias para projetos que exijam versatilidade, rapidez na montagem e um excelente acabamento.

As placas cimentícias são painéis podem ser utilizadas como fechamento interno ou externo de paredes e que podem ser parafusados diretamente nos perfis de aço zincado. Possuem flexibilidade no acabamento, baixo peso, baixa condutividade térmica, pequena espessura e boa durabilidade.

#### *3.2.7.4 Fixação*

A fixação das paredes às fundações é efetuada através de buchas de ancoragem providas de porca de aperto. Conforme a condição em que se encontra o suporte em concreto, poderão ser empregues buchas químicas. Todas as peças metálicas da estrutura são interligadas através de parafusos de aço galvanizado, auto-perfurantes e auto-roscantes. Ou seja, os parafusos abrem o seu próprio orifício e não necessitam de porca. Os materiais de revestimento da estrutura, tanto pelo interior como pelo exterior, também são fixos através de parafusos. Os parafusos diferem em comprimento e espessura, bem como no formato da cabeça ou da broca, conforme os locais em que são empregues. Cabe ao engenheiro projetista selecionar o tipo e a quantidade de parafusos a colocar em cada conexão (FUTURENG, 2011).

# 4 ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Existe uma relação bem próxima entre o prazo de execução e o custo da obra, em função das limitações dos clientes. Os recursos disponíveis mensalmente podem definir um prazo mínimo para a obra. Por outro lado, o prazo da obra implica em alguns custos fixos mensais, tais como aluguéis de equipamentos e mão de obra envolvida na organização (mestres, técnicos, engenheiros ou arquitetos responsáveis pela execução). Desta forma, é importante examinar os condicionantes gerais, desenvolvendo um plano geral para a obra.

Em geral, um orçamento é determinado somando-se os custos diretos – mão de obra, material, equipamentos – e os custos indiretos – equipes de supervisão e apoio, despesas gerais de canteiros, taxas, etc. – e por fim adicionam-se os impostos e lucro para se chegar ao preço de venda.

Segundo Ávila et al. (2003) “orçar é quantificar os insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários à realização de uma obra ou serviço bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos”. Já para Gonzáles (2008), o orçamento é uma estimativa do custo de uma obra.

“Os orçamentos são executados, muitas vezes, com base em composições de custos genéricas, obtidas em tabelas, ou livros” (GONZÁLES, 2008, p.10).

Tisaka (2006) destaca a importância do orçamento nos tempos atuais, visto que, quando não há conhecimento adequado e suficiente nessa área, corre-se o risco de dar preço fora da realidade do mercado e perder clientes para a concorrência, ou ainda, dar um preço insuficiente para cobrir os custos e ter grandes prejuízos.

## 4.1 Custos

Quando alguém se propõe a orçar uma obra de construção civil, muitas vezes acaba cometendo um erro banal sobre o ponto de vista técnico. Não sabe diferenciar o conceito de custos com o de preço. Não consegue distinguir custo direto do custo

indireto. São diferenças fundamentais que podem mais tarde trazer grandes dores de cabeça para quem orça ou para o proprietário da obra.

**Figura 24- Canteiro de Obras**

**Fonte: http://irapuama.com.br**

Segundo Ávila et al. (2003) custo é a soma dos gastos necessários para realização de um serviço. Separam-se os custos em diretos e indiretos.

### *4.1.1 Custos diretos*

O Custo Direto se refere ao conjunto de serviços necessários para compor o produto final, que é a edificação em si, e é constituído pelos insumos representados por materiais, equipamentos e mão-de-obra.

“São todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares” (TISAKA, 2006, p.37).

Ainda segundo Tisaka (2006) para se chegar ao custo direto de um determinado serviço, deve-se definir o custo unitário deste serviço, isto é, a quantidade

de material e o número de horas de pessoal necessárias para execução de uma unidade deste serviço, seja ele em m2, m3, kg, etc., que, multiplicado pela sua respectiva quantidade define-se o custo direto do serviço.

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

**Figura 25- Serviço de Alvenaria**

Fonte: http://irapuama.com.br

### *4.1.2 Custos indiretos*

São aqueles serviços de apoio necessários para executar a obra. Antes de começar a construção, precisamos implantar o "canteiro de obra", que são instalações provisórias de escritórios, banheiros, vestiários, refeitórios, depósitos de materiais etc., que são exigidos pela legislação, mais um custo mensal de Administração Local, constituído pelo engenheiro de obra, funcionários administrativos, consumo de energia, água, telefones, materiais de limpeza etc.

Além disso, há também os custos de Mobilização e Desmobilização, no início e no final da obra.

“Custos indiretos são aqueles onde se faz necessário estabelecer algum fator de rateio para a sua apropriação a algum serviço” (ÁVILA et Al., 2003)

São os custos que estão ligados indiretamente a uma determinada obra, pode-se dizer que são os custos da administração central, não incorporados à obra, mas necessários para a sua execução, como por exemplo, o salário dos funcionários da administração, transporte de material e pessoal, além dos impostos, taxas, seguros, etc. (TISAKA, 2006).

**Figura 26- Administração de Obra**

Fonte: http://irapuama.com.br

Aqui, uma observação importante. Quando alguém se refere ao Custo de Obra, deve ser verificado se nesse custo estão incluídos os Custos Indiretos ou não. Em geral, os valores de custos unitários por metro quadrado de construção publicados pelas revistas especializadas não incluem os Custos Indiretos nem os custos relativos aos projetos arquitetônicos, cálculo estrutural, de instalações elétricas e hidráulicas, movimento de terra, fundações especiais, ajardinamento, muros, taxas e emolumentos e remuneração do construtor etc., portanto, para se ter o CUSTO REAL da construção, tudo isso deve ser levado em conta, antes de aplicar o BDI.

Calculado o total do CUSTO (direto e indireto), para se obter o orçamento é necessário calcular o BDI (Benefício e Despesas Indiretas). O BDI é uma espécie de

margem que se aplica no comércio para calcular o preço de venda. Assim, se o comerciante compra no atacado uma geladeira, é necessário aplicar uma margem sobre o mesmo, que é representada pelo aluguel da loja, salários dos vendedores, encargos previdenciários, despesas gerais, consumo de energia elétrica, água, telefones e todos os tributos, principalmente ICMS, entre outros, e mais o lucro do comerciante. As margens do comerciante em geral vão de 50% a 100% do Custo inicial.

# 5 METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia toda do trabalho foi realizada procurando buscar resultados práticos, que pudessem ser utilizados pelas construtoras da nossa cidade São Luís do Maranhão e para futuras construções de conjuntos habitacionais com mais de 100 casas populares.

O estudo em questão trata de soluções mais viáveis para construção de conjuntos habitacionais populares, para isso seguiu-se uma sequência lógica, que é utilizada para elaboração de orçamentos dentro da construção civil.

Onde a partir dos projetos em alvenaria convencional, foi feita uma adaptação na espessura das paredes para o sistema em Light Steel frame, afim de diminuir o erro na comparação. Para realizar do orçamento da melhor forma possível, a partir dos projetos, o qual foi feito de forma analítica, ou seja, foi feito o levantamento dos quantitativos e composições, em seguida foi feita a cotação de preços a partir de base de dados existentes e/ou pesquisa de mercado resultando assim no custo direto. Consideramos também o acréscimo, ao custo direto, os custos indiretos e o BDI formando o preço de venda e orçamento.

No estudo em questão adotaremos esta metodologia, entretanto, desconsideremos as bonificações e despesas indiretas (BDI) nos orçamentos, pois estaríamos aplicando a mesma taxa para todo, ou seja, para motivos de comparação não traria alguma diferença.

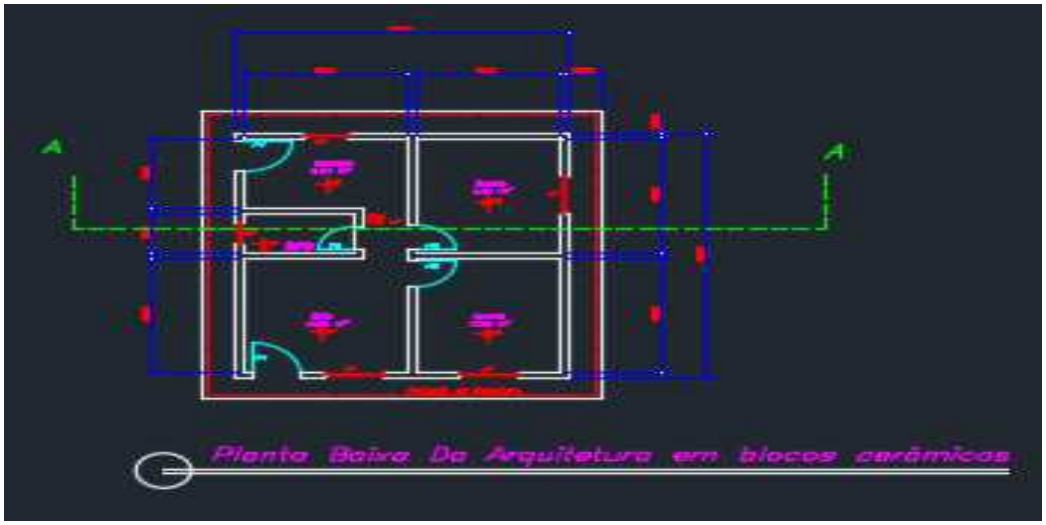
## 5.1 Apresentação dos projetos

Para início do estudo em questão, se analisou dá na escolha de um modelo de residência que se adeque aos padrões populares da construção brasileira e seja possível a adaptação do projeto para os dois sistemas construtivos estudados: alvenaria convencional e Light Steel Frame. Para isto, foi definido o projeto arquitetônico modelo, este adotado pela CEF – Caixa Econômica Federal e que é utilizado na prática por diversas construtoras do Espírito Santo para construção de conjuntos habitacionais.

### *5.1.1 Projetos de alvenaria convencional*

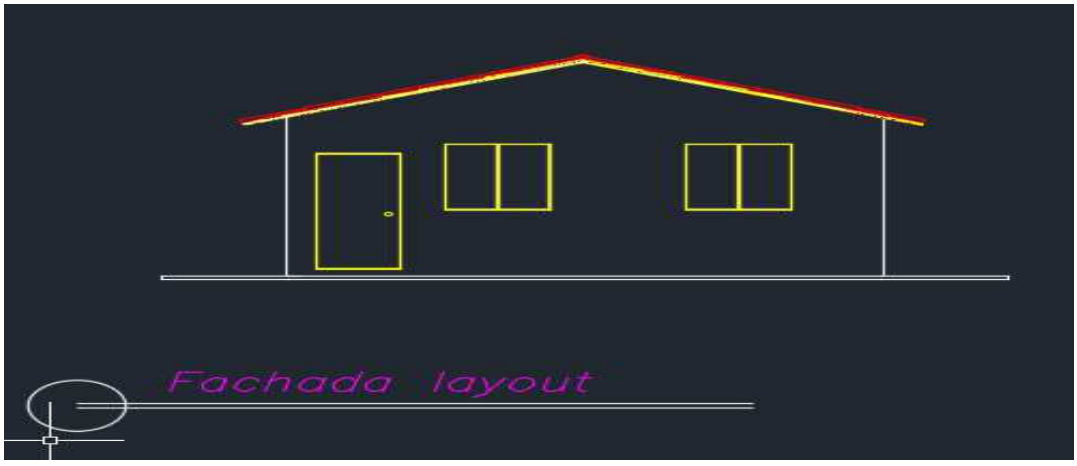
A planta baixa base é composta por dois quartos, um banheiro, uma cozinha, uma sala de estar e uma lavanderia localizada na parte externa da residência. São 52,23m² de área construída e 37,60m² de área útil nos parâmetros construtivos de alvenaria convencional. Podemos analisar a planta baixa e os detalhes desse sistema nas Figuras 27 e 28.

**Figura 27- Planta Baixa de sistema em blocos cerâmicos**




**Fonte: Autoria própria (2016)**

**Figura 28- Fachada Layout de sistema em blocos cerâmicos**




**Fonte: Autoria própria (2016)**

Além da planta baixa, o projeto estrutural é muito importante para o desenvolvimento do trabalho, visto que, é na superestrutura onde há maior diferença entre os sistemas, pois cada um desses sistemas é executado utilizando-se materiais completamente distintos uns dos outros. Para simplificar o trabalho foi optado por utilizar o mesmo tipo de fundação para os dois sistemas, utilizando assim os projetos disponibilizados pela CEF.

### *5.1.2 Projetos em light steel frame*

A parti do projeto arquitetônico do sistema em alvenaria convencional se fez alteração na espessura das para 12 cm, adaptando ao sistema Light Steel Frame.

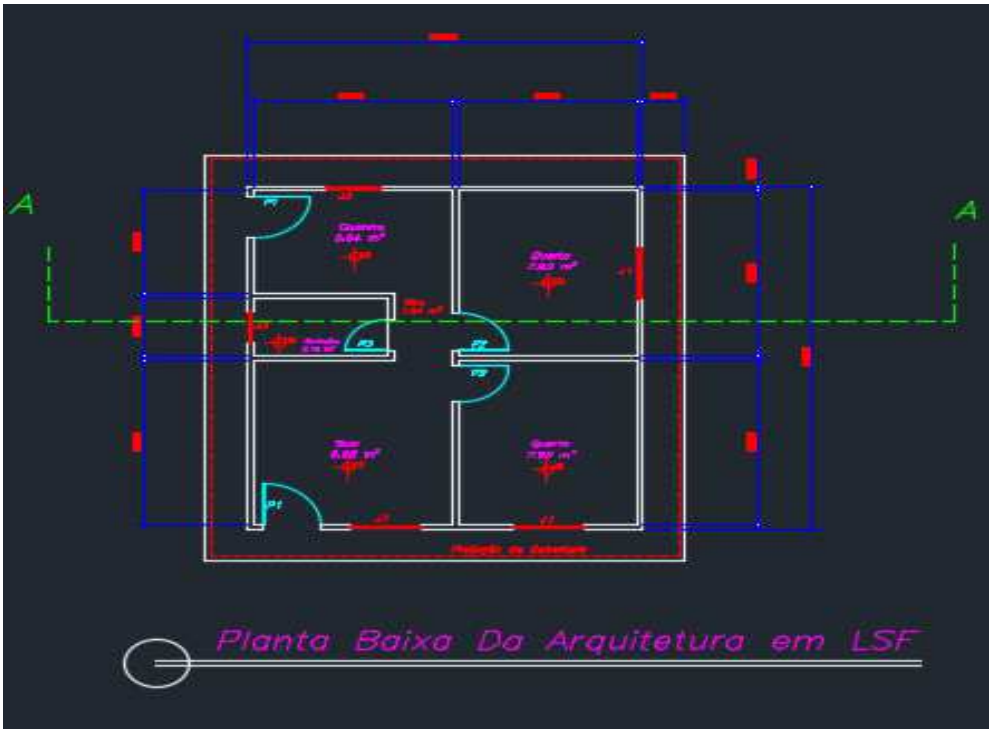
Após a adequação arquitetônica, foi realizada a modulação dos painéis do sistema, dividindo a estrutura em painéis e os detalhando juntamente com o detalhamento da cobertura. Onde estruturação dos montantes se deu a cada 40 cm, especificação necessária devido à vedação em placas cimentícias e placas de gesso acartonado.

Os demais projetos são os mesmos da alvenaria convencional obtidos da CEF destinado ao programa minha casa minha vida do Espirito Santo.

**Figura 29- Residencia popular com estrutura LSF**

**Fonte: Construseco | Sistemas Light Steel Framing**

**Figura 30- Planta Baixa de sistema em Light steel frame**




**Fonte: Autoria própria (2016)**

## 5.2 Levantamento de quantitativos

Com dos projetos feitos por completo, demos início ao levantamento dos quantitativos.

Para dar início ao levantamento, identificamos primeiramente cada um dos serviços e seus respectivos detalhes para assim realizar o levantamento do quantitativo com mais precisão.

O primeiro passo do levantamento foi definir o tipo de locação que deverá ser executada com gabarito de madeira nas dimensões de projeto. Deverá ser afixada Placa de Obras padrão do programa em local de boa Visibilidade, segundo modelo definido pela CAIXA.

Esse serviço foi realizado da mesma forma para os dois sistemas, a única alteração foi no quantitativo, pois cada uma das casas tem uma área total diferente devido aos estilos construtivos diferentes.

Com o projeto das fundações em mãos, identificaram-se então, os serviços a serem realizados e os materiais utilizados para execução da fundação em baldrame, sendo executada sobre lastro de concreto magro com 5cm de espessura, que será composta por vigas baldrame executadas com blocos de concreto tipo calha (14x19x39cm) na primeira fiada e bloco de concreto (14x19x39cm) na segunda fiada, cheios de concreto estrutural e duas barras metálicas com ∅8.0mm, executando-se então o levantamento das quantidades.

Logo após o levantamento dos quantitativos das vigas baldrame, fez-se o cálculo da quantidade de impermeabilizante que será necessário para impermeabilização dessas vigas. Posteriormente iniciou-se a análise do contra piso, este deverá ser executado conforme detalhe do projeto estrutural, em anexo. Para tal, foi realizado o levantamento dos quantitativos de cada um dos serviços a serem realizados baseando-se na área útil da edificação e na espessura de cada uma de suas camadas.

Na sequência realizou-se o levantamento das esquadrias, utilizando-se da planta baixa em anexo. Para todos os sistemas serão utilizadas as mesmas esquadrias, visto que, não existe nenhuma restrição para o uso de quaisquer esquadrias para o sistema Light Steel Frame.

Quanto às instalações elétricas e hidrossanitárias, realizou-se apenas um levantamento de quantitativos, seguindo os projetos repassados pela CAIXA, e utilizou-se esse quantitativo para os dois sistemas, visto que, os materiais a serem utilizados são os mesmos, o que vai diferenciar é o processo de execução.

Finalizando esses serviços que no nosso caso optou-se por se utilizar os mesmos para os dois sistemas, iniciou-se uma análise para definição de quantitativos e serviços com a parte da superestrutura, vedação, cobertura e revestimento, que são serviços que possuem diferença e que são o foco do presente trabalho.

Começando pela superestrutura, utilizando os projetos desenvolvidos e cedidos pela CEF- Caixa Econômica Federal, analisou-se o projeto estrutural da alvenaria convencional e fez o levantamento das fôrmas, concreto e armadura para a execução dos pilares, pilaretes, vigas, vergas e contra-vergas.

Finalizamos a superestrutura, com auxílio do projeto arquitetônico, realizando o levantamento da área de paredes da nossa residência, tanto interna como externa, para chegar no quantitativo dos blocos cerâmicos.

Para finalizar a etapa da superestrutura dos dois sistemas, realizou-se o levantamento dos serviços e quantitativos do sistema Light Steel Frame, utilizando-se do projeto estrutural. Na Figura 31 temos a representação de estrutura em Light Steel Frame formada por painéis.

**Figura 31- Painéis estruturais em Light Steel Frame**

**Fonte: <http://www.bricka.com.br/images/obras/3_casa_cohab3_800x600.jpg> Acesso em: Mai 2016**

Dividindo de uma forma mais cômoda e perceptível de análise, dividiu-se esse levantamento em três partes, onde a primeira considerou-se toda a estrutura em LSF, levantando necessidade de insumos como parafusos, guias, montantes entre outros. A segunda divisão foi a vedação externa com placas cimentícias, levando em consideração todos os insumos utilizados, e pôr fim a parte interna da edificação vedada com gesso acartonado. Na figura 32 temos a representação de uma vedação em placa cimentícia.

**Figura 32- Vedação de residência popular em placas cimentícias**

**Fonte: <http://www.bricka.com.br/images/obras/3_casa_cohab3_800x600.jpg> Acesso em: Mai 2016**

Para a cobertura, definiu-se o telhado, com inclinação e dimensões prevista em projeto, e será executado em telha de fibrocimento de 6mm, assentadas atendendo às exigências da especificação do fabricante para os dois sistemas. Quanto a estrutura, será de madeira para os sistemas de alvenaria convencional, já para o Light Steel Frame, estrutura metálica. O levantamento do quantitativo, utilizou-se o projeto arquitetônico, calculando-se apenas a área da cobertura considerando sua inclinação.

Por fim finalizamos com o levantamento dos quantitativos de todos os revestimentos internos e externos.

Para início começamos fazendo o levantamento da alvenaria convencional, considerando como revestimento das paredes o chapisco, emboço, reboco, massa corrida, pintura e cerâmica. Para levantamento das quantidades foi utilizado o projeto arquitetônico.

O chapisco, emboço e o reboco serão executados em toda área de parede. A massa corrida será executada sobre o emboço nas áreas que receberão pintura, nos demais locais deverá ser assentada cerâmica sobre o emboço, sem necessidade de massa corrida.

Além do revestimento das paredes, em toda área útil da edificação será colocado forro em PVC. Este serviço será executado em todos os sistemas.

Para finalizar os quantitativos de revestimentos para os dois sistemas, realizou-se o levantamento do revestimento do LSF- Ligth Steel Frame, onde sabemos que para esse sistema não há necessidade de chapisco, emboço e massa corrida, visto que, tanto as placas cimentícias, como as placas de gesso acartonado já vem no ponto de de recebimento da pintura, assim só será necessária execução de pintura.

No entanto, há necessidade de outros serviços para se completar o revestimento do LSF, como a colocação de lã de pet, o qual serve de isolante acústico e térmico, em toda a área de parede, entre as placas. Vemos claramente na figura 33 a aplicação da lã.

**Figura 33- Aplicação de lã de Pet**

**Fonte: <http://www.bricka.com.br/images/obras/3_casa_cohab3_800x600.jpg> Acesso em: Mai 2016**

Outro revestimento necessário para este sistema é a membrana hidrófuga que tem a função impermeabilizante, aplicada entre a estrutura LSF e as placas, ajudando

na vedação e evitando a passagem de intempéries para a estrutura, como agua, vento entre outras.Na figura 34 observa-se de forma clara a colocação dessa membrana.

**Figura 34- Aplicação de Membrana Hidrófuga**

**Fonte: <http://www.bricka.com.br/images/obras/3_casa_cohab3_800x600.jpg> Acesso em: Mai 2016**

## 5.3 Montagem das composições e levantamento dos custos diretos

A partir da planilha de composição completa com todos os quantitativos dos serviços levantados e classificados, realizou-se a composição de todos os serviços com o auxílio da planilha da SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

Pela falta das composições para o sistema Light Steel Frame, na SINAP, foram elaboradas novas composições para este sistema. Seguem abaixo as composições elaboradas:

- Levantamento de estrutura em Light Steel Frame;
- Levantamento de estrutura em Light Steel Frame para cobertura;
- Vedação em placas cimentícias;
- Aplicação de membrana hidrófuga;
- Aplicação de lã com funções de isolamento térmico e acústico.

Na estruturação dessas composições foram levantados os insumos necessários e suas respectivas quantidades.

Com as composições elaboradas, partimos para os levantamentos dos custos diretos dos dois sistemas, separando cada serviço em material e mão-de-obra, conforme as composições.

Para o levantamento foi utilizada base de preços e dados da SINAPI, esta possui a maioria das composições de serviços já estruturadas junto com seus respectivos preços. A base adotada da SINAPI foi do mês de outubro de 2016 na cidade de São Luís, Maranhão.

As composições para o sistema Light Steel Frame tiveram o preço de seus insumos levantados no mercado fechando assim seu valor final.

Possuindo os preços de todas as composições junto dos quantitativos podemos finalizar o orçamento quanto à análise de seus custos diretos, restando apenas à análise dos seus custos indiretos.

## 5.4 Levantamento dos custos indiretos

Sabemos que os custos indiretos de uma obra não são computados em suas composições unitárias de serviços, mas são ocorrências inerentes e necessárias em uma obra e por isso devem ser lançados no orçamento.

Alguns fatores devem ser levados em consideração para realização do cálculo dos custos indiretos, onde muitos desses, não podem ser definidos ou mensurados.

No levantado foi considerado preços por práticas usuais de mercado.

Alguns fatores que são levados em consideração no cálculo das despesas indiretas foram criados apenas para fim de cálculo, mas com proximidade da realidade, no entanto tratam-se de dados hipotéticos, pois, faz-se necessário para tal levantamento saber de itens como: localização relativa da empresa e obra, política da

empresa no gerenciamento de uma obra, quantos Engenheiros irão gerenciar a obra e entre outros aspectos.

Devido a tais aspectos, os custos indiretos foram levantados para uma construção na mesma cidade da construtora que detém a obra. A empresa terá um engenheiro que visita à obra quinzenalmente, um mestre de obras residente, um auxiliar administrativo residente além da equipe de produção que foi dimensionada.

## 5.5 Planejamento da obra

A partir dos dados de cada sistema foi realizado um planejamento de obra para cada um dos métodos estudados.

Depois de realizado o dimensionamento de equipes, o cronograma da obra, e o histograma de colaboradores. Os valores gerados foram utilizados para levantamento dos custos indiretos.

O planejamento foi feito pensando apenas nos serviços distintos entre os dois estudos, serviços iguais geram resultados iguais. Os planejamentos são para conjunto habitacional de 100 residências de padrão popular como indicadas em projeto.

## 5.6 Dimensionamento de equipes

O dimensionamento de equipes é elaborado a partir das composições utilizadas para serviço. Com o índice de produção do profissional e do ajudante multiplicado pela quantidade do serviço executado, obtemos as horas que demora um profissional e um ajudante para executar o serviço. Com os índices fornecidos pela composição e a quantidade de serviços gerados pelo levantamento de quantitativo podemos dimensionar a equipe.

Para verificação de forma mais coesa entre a duração da construção dos dois conjuntos em sistemas diferentes optou-se por dimensionar as equipes de forma a ter sempre o mesmo número de profissionais e ajudantes para os mesmos serviços, ou

seja, quando se tratar apenas do serviço revestimentos, teremos a mesma equipe tanto para construção em alvenaria convencional quanto para Ligth Steel Frame.

Definiu-se então que teremos sempre 10 profissionais e 10 ajudantes para os serviços. Com a mesma equipe podemos comparar de forma mais justa o tempo de execução para cada item diferente do orçamento, ou seja, os que são tidos como foco desse trabalho.

Foram dimensionadas apenas as equipes para os serviços que se diferenciam nos dois métodos, os serviços iguais não serão estudados a fundo, pois resultam o mesmo valor, tanto de orçamento quanto de cronograma, para os dois estudos.

## 5.7 Cronograma

As diversas etapas de que se compõem a edificação são distribuídas no prazo de execução, definindo-se, ainda que provisoriamente, datas de início e fim para cada uma. No âmbito da construção civil, existem basicamente dois métodos de programação física de obras: PERT/CPM (cronograma de rede) e Gantt (cronograma de barras).

Para realização do cronograma foi utilizado o software MS Project 2016 (Versão de teste**)**, onde fizemos o lançamento dos serviços e suas respectivas dependências, ou seja, a ordem de qual serviço precisa acabar para que outro comece ou após de qual acabado pode-se iniciar outro. Definimos, juntamente com o quantitativo de serviços e o dimensionamento de equipes o tempo necessário para completar cada serviço, resultando assim o cronograma dos serviços de nossa obra.

Vale ressaltar que, devido ao fato do cronograma ser de um conjunto habitacional e não apenas de uma residência, podemos iniciar vários serviços em paralelo ou pela metade da sua dependência.

Como exemplo podemos falar sobre as fundações que podemos começar várias em paralelo, ou seja, começando ao mesmo tempo, e já se iniciando a alvenaria

nas primeiras já com fundação pronta sem a necessidade de se terminar a fundação de todas as 100 casas para começar a alvenaria.

Podemos começar o chapisco nas residências que já tem sua alvenaria pronta por hora que as outras residências têm a alvenaria ainda sendo executada.

Assim admitimos para o desenvolvimento do cronograma dos dois sistemas executados.

# 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos aqui os resultados adquiridos seguindo a metodologia do estudo. Seguiremos a exposição dos resultados da mesma forma como a metodologia para facilitar o entendimento.

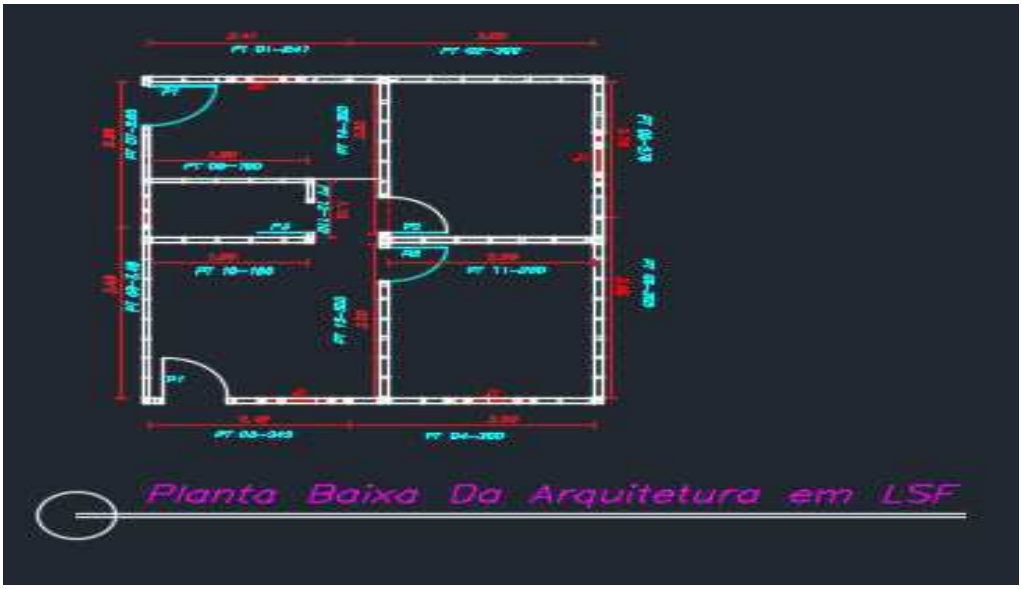
## 6.1 Projetos

Os projetos em alvenaria convencional não são dados como resultados, pois estes foram adquiridos prontos, entretanto, os projetos formulados em Light Steel Frame são apresentados a seguir.

### *6.1.1 Projetos em light Steel frame*

Com a alteração de espessura das paredes adaptando o sistema convencional para Light Steel Frame obtivemos uma planta baixa conforme apresentado na Figura 35. Obtendo-se assim uma área construída um pouco diferente dos demais sistemas.

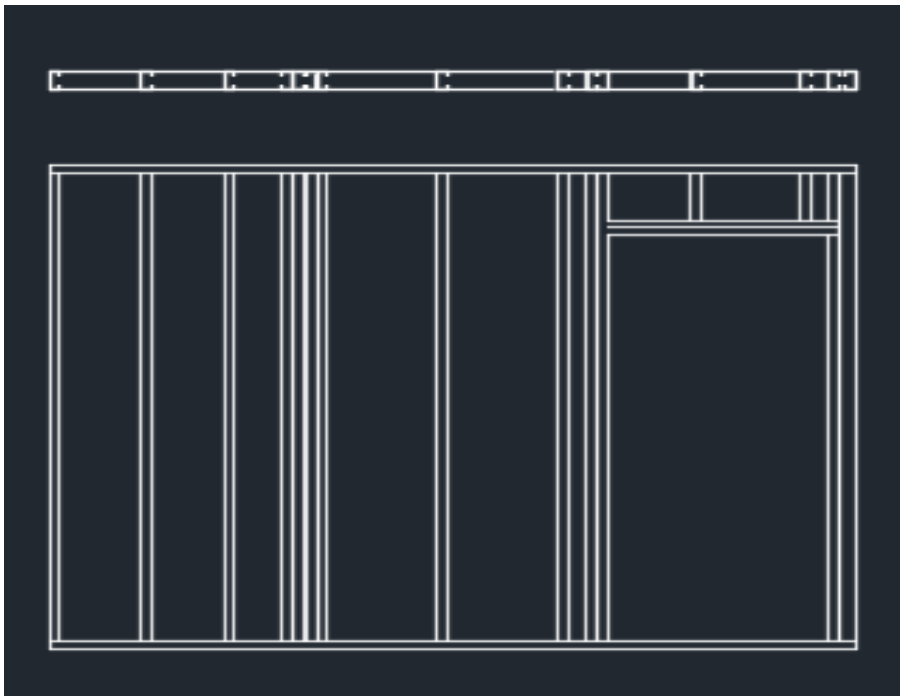
**Figura 35- Planta baixa (Utilizando o LSF)**




**Fonte: Autoria própria (2016)**

Na Figura 36 pode-se observar o projeto estrutural, o qual consiste em detalhar e definir a estruturação dos painéis. Todos os painéis detalhados, assim como, o detalhamento da estrutura de cobertura pode ser analisado no Apêndice A.

**Figura 36- Painel Estrutural do sist. LSF**



**Fonte: Autoria própria (2016)**

## 6.2 Quantitativos e composições

Nesta etapa apresentamos os quantitativos adquiridos após analisar os projetos em alvenaria convencional e em Light Steel Frame. Além dos quantitativos serão expostas as composições elaboradas para o sistema Light Steel Frame.

### *6.2.1 Light steel frame*

Conforme projetos em LSF, podemos levantar seus quantitativos para estrutura, vedação em placas cimentícias (parte externa), vedação em placas de gesso acartonado (parte interna) e outros, apresentados na tabela 1.

| *Tabela 1 - Quantitativos Light Steel Frame* | | |
|---|---|---|
| **Discriminação** | **Unid.** | **Quant.** |
| | | |
| **Superestrutura** | | |
| Estrutura em Light Steel Frame | m² | 95,88 |
| Vedação em placas Cimentícias parte externa e= 12,5 mm | m² | 53,85 |
| vedação em Placas de Gesso acartonado parte interna | m² | 108,62 |
| | | |
| **Cobertura** | | |
| Estr. em Light Steel Frame tesouras/Terças p/ telha de fibrocimento | m² | 57,6 |
| | | |
| **Revestimentos Internos** | | |
| Menbrana Hidrófuga proteção da estrutura Light Steel Frame | m² | 108,62 |
| | | |
| **Revestimentos Externos** | | |
| Menbrana Hidrófuga proteção da estrutura Light Steel Frame | m² | 53,85 |
| | | |
| **Forros** | | |
| Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico | m² | 95,88 |

**Tabela 1-Quantitativo de LSF**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

A seguir na tabela 2 temos a composição para estrutura em Light Steel Frame, as outras composições elaboradas para esse sistema são apresentadas no Apêndice B.

| **Composição Unitária Estrutura em LSF** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | Mão de Obra | Quantidade | Salário Base | E.S | Total |
| | Montador | 0,25 | 7,2 | 6,26 | 3,365 |
| | Servente | 0,25 | 4,88 | 4,25 | 2,2825 |
| Total A | | | | | 5,6475 |

| Código | Materiais | Quantidade | Unid. | Custo Uni. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | MONTANTE M90x40x0,90mm | 3,62 | M | 12,64 | 45,7568 |
| | GUIA G92x38x0,80mm | 1,34 | M | 12,32 | 16,5088 |
| | PARAFUSO AUTOTR. 4,8x19mm ZINCADO | 9 | Uni | 0,1 | 0,9 |
| | CONECTOR DE ANCORAGEM | 0,25 | Uni | 17,26 | 4,315 |
| | FITA 50 0,95mm | 1,015 | M | 1,83 | 1,85745 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | TENSIONADOR DE FITA 2,65mm | 0,125 | Uni | 2,51 | 0,31375 |
| | PLACA DE GOUSSET 20x20 | 0,25 | Uni | 16,31 | 4,0775 |
| Total B | | | | | 73,7293 |

| Código | Equipamento | Quantidade | Unid. | Custo Unit. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | PARAFUSADEIRA | 0,1 | H | 0,05 | 0,005 |
| | POLICORTE | 0,05 | H | 0,1 | 0,005 |
| Total C | | | | | 0,01 |
| | | | | | |
| Preço Unitário do Serviço = A+B+C+D | | | | | 79,3868 |

**Tabela 2- Composição LSF**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

## 6.3 Custos diretos

Apresentamos aqui os custos diretos para os dois sistemas construtivos.

### *6.3.1 Alvenaria convencional*

Abaixo temos a tabela na qual estão expostos os custos diretos da superestrutura, cobertura e revestimentos elaborado para alvenaria convencional, o levantamento completo, contendo todos os serviços assim como os preços para mão de obra e material podem ser encontrados no Apêndice C.

| Sistema Convencional em concreto armado | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **3.0** | **Super Estrutura** | | | | **R$ 6.989,93** |
| 3.1 | Forma pinus p/ pilar - s/reap | m² | 4,8 | R$ 47,13 | R$ 226,22 |
| 3.2 | Forma pinus p/ viga superestr. - s/ reap | m² | 15,2 | R$ 53,25 | R$ 809,40 |
| 3.3 | Concreto Fck=25,0MPA, virado em betoneira, sem lançamento | m³ | 0,92 | R$ 307,59 | R$ 282,98 |
| 3.4 | Lançamento manual de concreto em estruturas | m³ | 0,92 | R$ 81,69 | R$ 75,15 |
| 3.5 | Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m | Kg | 19,97 | R$ 6,67 | R$ 133,20 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.6 | Armadura CA-50, Ø 6,30mm (1/4"), p=0,25Kg/m | Kg | 46,5 | R$ 6,67 | R$ 310,16 |
| 3.7 | Armadura CA-60, Ø4,20mm, p=0,109Kg/m | Kg | 90,75 | R$ 6,64 | R$ 602,58 |
| 3.8 | Alv.tij.(9x14x19) 9cm,arg.mista(1:4+130Kg cim/m3) | m² | 102,9 | R$ 44,22 | R$ 4.550,24 |
| **5.0** | **Cobertura** | | | | **R$ 3.310,30** |
| 5.1 | Estrutura de madeira, para telha de fibrocimento | m² | 56,38 | R$ 30,41 | R$ 1.714,52 |
| 5.2 | Cobertura em telha de fibrocimento | m² | 56,38 | R$ 24,10 | R$ 1.358,76 |
| 5.3 | Cumeeira universal para telha de fibrocimento, espessura 6mm | M | 7,2 | R$ 32,92 | R$ 237,02 |
| **7.0** | **REVESTIMENTOS INTERNOS** | | | | **R$ 5.222,51** |
| 7.1 | Chapisco Traço 1:4 (cimento e areia grossa), espessura 0,5 cm | m² | 120 | R$ 6,67 | R$ 800,40 |
| 7.2 | Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm | m² | 120 | R$ 20,52 | R$ 2.462,40 |
| 7.3 | Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm | m² | 105,75 | R$ 13,83 | R$ 1.462,52 |
| 7.4 | Revest. azulejo branco 15x15 cm 1a categoria, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante | m² | 14,25 | R$ 34,89 | R$ 497,18 |
| **8.0** | **REVESTIMENTOS EXTERNOS** | | | | **R$ 2.857,29** |
| 8.1 | Chapisco Traço 1:3 (cimento e areia média), espessura 0,5 cm | m² | 72,52 | R$ 4,21 | R$ 305,31 |
| 8.2 | Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm | m² | 72,52 | R$ 21,36 | R$ 1.549,03 |
| 8.3 | Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm | m² | 72,52 | R$ 13,83 | R$ 1.002,95 |
| **9.0** | **Pintura** | | | | **R$ 4.485,16** |
| 9.1 | Emassamento para pintura acrílica | m² | 72,52 | R$ 12,39 | R$ 898,52 |
| 9.2 | Pintura latex acrilica em duas demãos | m² | 72,52 | R$ 10,33 | R$ 748,89 |
| 9.3 | Emassamento para pintura latex PVA | m² | 99,03 | R$ 10,04 | R$ 994,26 |
| 9.4 | Pintura latex PVA, duas demãos | m² | 99,03 | R$ 12,53 | R$ 1.240,85 |
| 9.4 | Verniz sintético em madeira, duas demãos | m² | 41,08 | R$ 14,67 | R$ 602,64 |

**Tabela 3- Quantitaivo do Sistema Convencional**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Os custos diretos em alvenaria convencional tiveram em sua totalidade um valor final de R$ 44.250,85. Considerando a área total da edificação igual a 37,60 m² o valor por m² de área construída é de R$1.176,88.

### *6.3.2 Light steel frame*

Com as composições já apresentadas para Light Steel Frame, além dos serviços cujos preços são encontrados na SINAPI podemos finalizar os custos diretos da residência.

Na tabela 4 segue parte dos custos, mostrando valores subtotais para superestrutura, cobertura, revestimento, forros e pinturas. O levantamento completo se encontra no Apêndice D, onde já está detalhado separando mão de obra de materiais.

| Sistema em Ligth Steel Frame | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Item | Descrição | Unid. | Quant. | Custo Unitário | Custo Total |
| **3.0** | **Super Estrutura** | | | | **R$ 11.549,59** |
| 3.1 | Estrutura em Light Steel Frame | m² | 92,85 | R$ 79,38 | R$ 7.370,43 |
| 3.2 | Vedação em Placas Cimentícias parte externa e=12,5 mm | m² | 52,23 | R$ 32,23 | R$ 1.683,37 |
| 3.3 | Vedação em Placas de Gesso acartonado parte interna | m² | 106,43 | R$ 23,45 | R$ 2.495,78 |
| **4.0** | **FORROS** | | | | **R$ 2.312,12** |
| 4.1 | Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes | m² | 54,16 | R$ 36,00 | R$ 1.949,76 |
| 4.2 | Forro lambri Pinnus, larg=7cm, s/tarugamento | m² | 3,1 | R$ 116,89 | R$ 362,36 |
| **5.0** | **Cobertura** | | | | **R$ 5.681,82** |
| 5.1 | Cobertura com telha de fibrocimento, espessura 6 mm | m² | 56,38 | R$ 25,54 | R$ 1.439,95 |
| 5.2 | CUMEEIRA TIPO ONDULINE EM ESTRUTURA METÁLICA | M | 7,2 | R$ 54,87 | R$ 395,06 |
| 5.3 | Estrutura em Light Steel Frame da cobertura | m² | 56,38 | R$ 68,23 | R$ 3.846,81 |
| **7.0** | **REVESTIMENTOS INTERNOS** | | | | **R$ 839,73** |
| 7.1 | Membrana Hidrófuga proteção da estrutura LSF | m² | 106,43 | R$ 7,89 | R$ 839,73 |
| **8.0** | **REVESTIMENTOS EXTERNOS** | | | | **R$ 1.414,11** |
| 4.3 | Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico | m² | 92,85 | R$ 15,23 | R$ 1.414,11 |
| **9.0** | **Pintura** | | | | **R$ 2.592,38** |
| 9.1 | Pintura latex acrilica em duas demãos | m² | 72,52 | R$ 10,33 | R$ 748,89 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9.2 | Pintura latex PVA, duas demãos | m² | 99,03 | R$ 12,53 | R$ 1.240,85 |
| 9.3 | Verniz sintético em madeira, duas demãos | m² | 41,08 | R$ 14,67 | R$ 602,64 |

**Tabela 4- Quantitativo em LSF**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

O custo direto total da residência elaborada, em Light Steel Frame, ficou em R$ 43.463,29. Por m² obteve-se um valor de R$ 1.179,79.

## 6.4 Análise dos custos diretos

Em posse dos levantamentos dos dois sistemas construtivos, estamos aptos a comparar os preços de cada serviço. Começamos pela comparação entre os preços entre os serviços de superestruturas dos sistemas estudados, neste item foi incluso o subitem vedação para otimização de análise de custos.

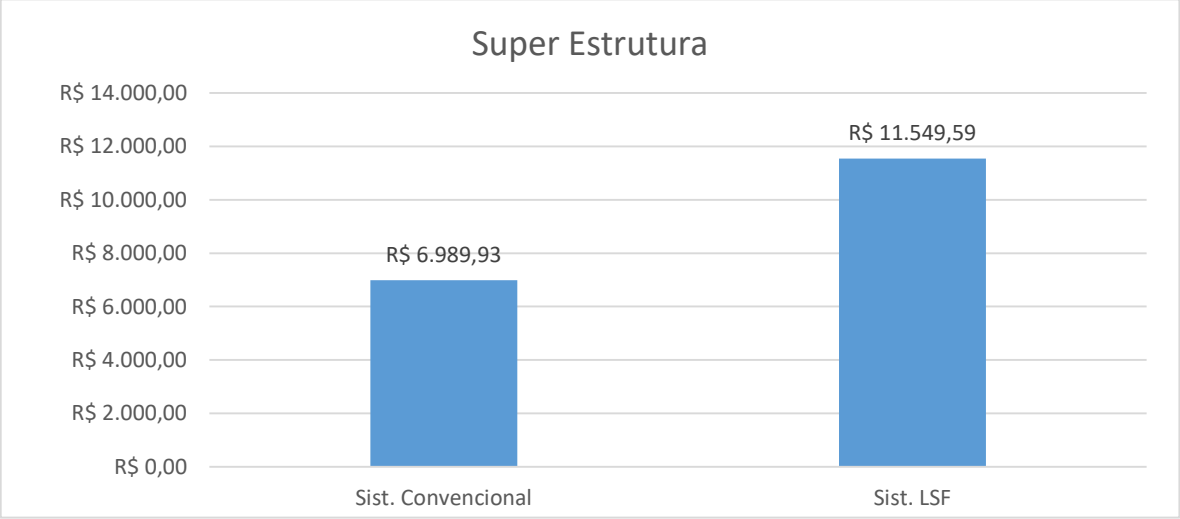



**Gráfico 1: Comparativo por serviço de superestrutura**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Analisando o gráfico podemos notar a diferença de R$ 4.559,66 entre Alvenaria Convencional e Light Steel Frame, como vemos este segundo é mais custoso que o primeiro método quando se trata de superestrutura.

Este valor mais alto para o Light Steel Frame se deve ao preço do aço galvanizado ser elevado, juntando esse valor com o de placas cimentícias e gesso acartonado que também é um preço elevado temos uma estrutura mais onerosa que as tradicionais feitas de concreto armado.

Podemos concluir então, que se tratando de superestrutura, o sistema mais em conta quando analisado apenas seus custos diretos em si é o de alvenaria convencional.

A seguir, no gráfico abaixo, podemos fazer o comparativo dos preços para os serviços de revestimento interno, revestimento externo e pintura.

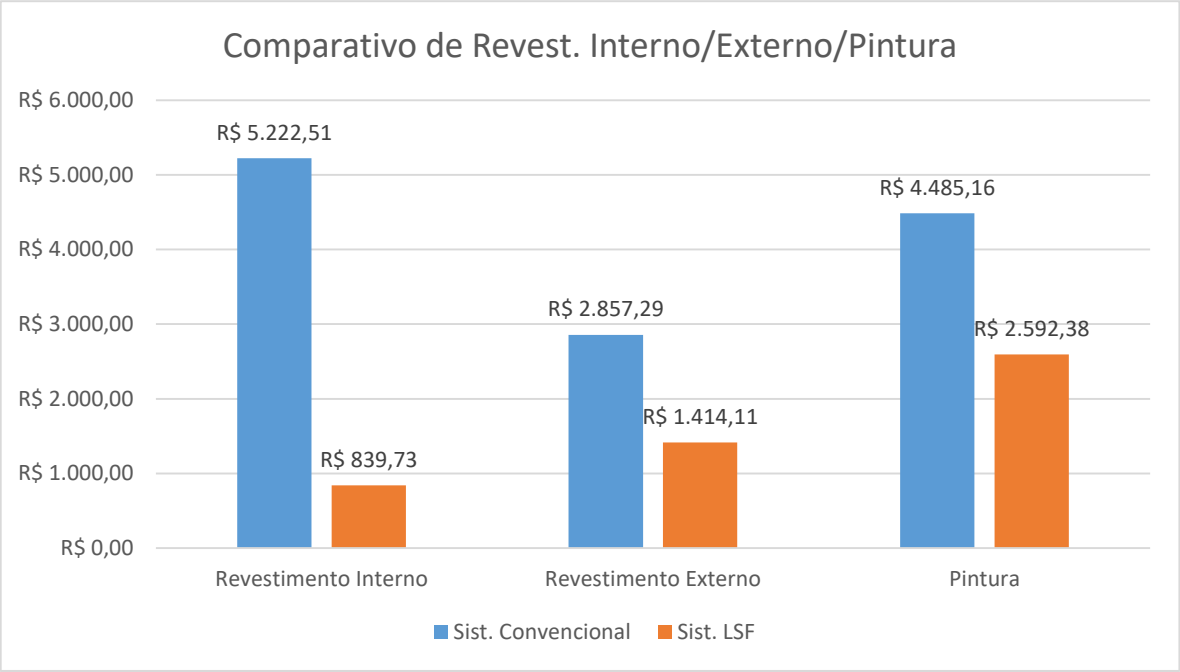



**Gráfico 2: Comparativo por serviço de Revest. Interno/ Revest. Externo/ Pintura**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Podemos perceber uma legitima vantagem de preços nos dois serviços para o Light Steel Frame, ele é R$ 1.443,18 mais barato que a Alvenaria Convencional, em se tratando de revestimento externo.

No revestimento interno o Light Steel Frame é R$ 4.382,78 menos oneroso que a Alvenaria Convencional.

Podemos explicar essa grande diferença de preços nos revestimentos devido ao fato de não executarmos os serviços de chapisco, reboco e emboço no Light Steel Frame. Suas placas de vedação, tanto a de gesso acartonado como as placas cimentícias já vem lisas e preparadas para a pintura, sem necessidade de nenhum revestimento a não ser o tratamento das juntas os quais estão embutidos nas suas composições.

Na pintura temos uma vantagem do Light Steel Frame diante do método construtivo convencional, o fato se deve a não necessidade do uso de massamento nas placas cimentícias e no gesso acartonado para aplicação da pintura. Assim, a pintura no LSF é R$ 1.892,78 menos custosa que no sistema de alvenaria convencional.

O serviço de fundações não faz parte do foco principal nesse trabalho, mesmo sabendo que devido a diferença de peso das estruturas teremos solicitações diferentes no solo gerando fundações com características diferentes e de preços diferentes.

Na sequência, apresentamos a montagem da cobertura, que é outro sistema que possui disparidade de preços quando ocorre essa comparação de custos diretos. Segue Gráfico 3 referente a está análise.

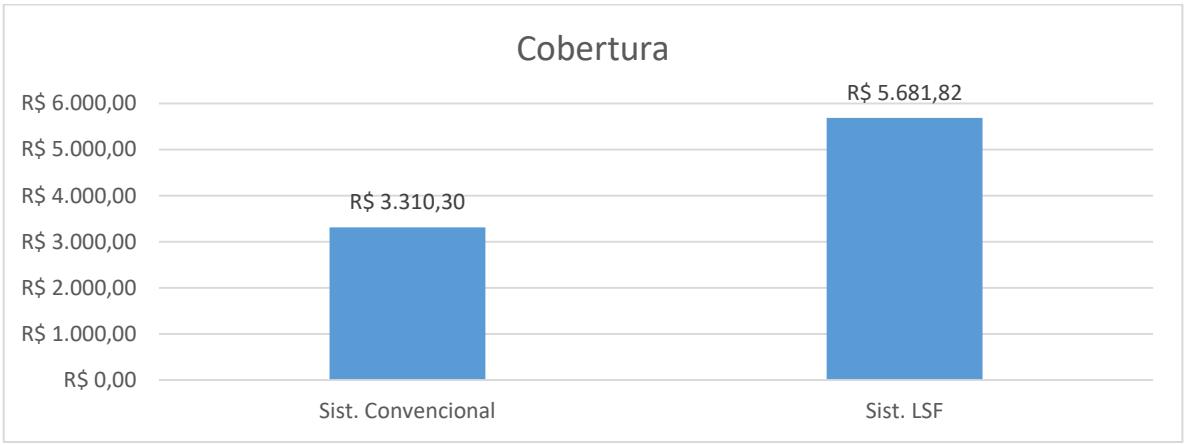



**Gráfico 3: Comparativo por serviço de Cobertura**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Analisando os dados, observamos que o LSF desta vez é mais oneroso que a alvenaria convencional. Nota-se então que o LSF é R$ 2.371,52 mais caro.

A diferença se dá pelo fato do LSF utilizar o seu próprio sistema para elaboração da estrutura de cobertura, por hora que a alvenaria convencional utiliza estrutura de madeira.

Por fim, analisamos os valores totais dos orçamentos no gráfico 4.

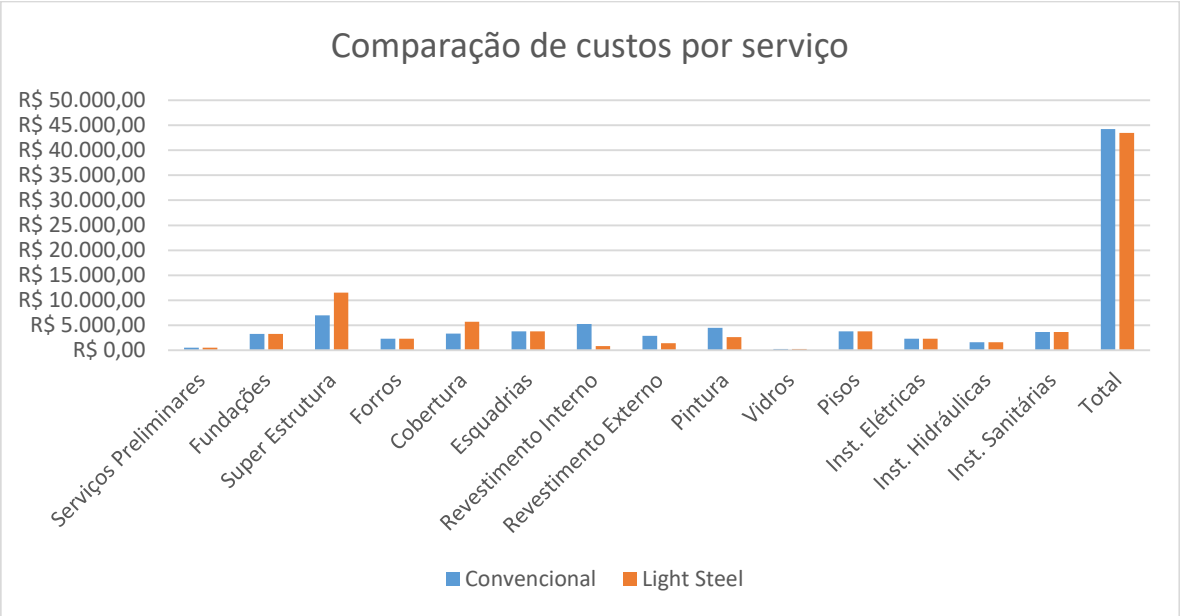



**Gráfico 4: Comparativo geral de serviços**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Percebemos o valor de orçamento menor para o sistema Light Steel Frame, este sendo R$ 787,56 mais barato que alvenaria convencional.

O custo elevado para montagem da superestrutura e da cobertura do Light Steel frame é compensado pelo baixo custo para execução dos revestimentos, tornando o sistema menos custoso que os demais.

Com esses valores realizamos então uma relação de custos diretos por quantidades de residências. Segue o gráfico 5.

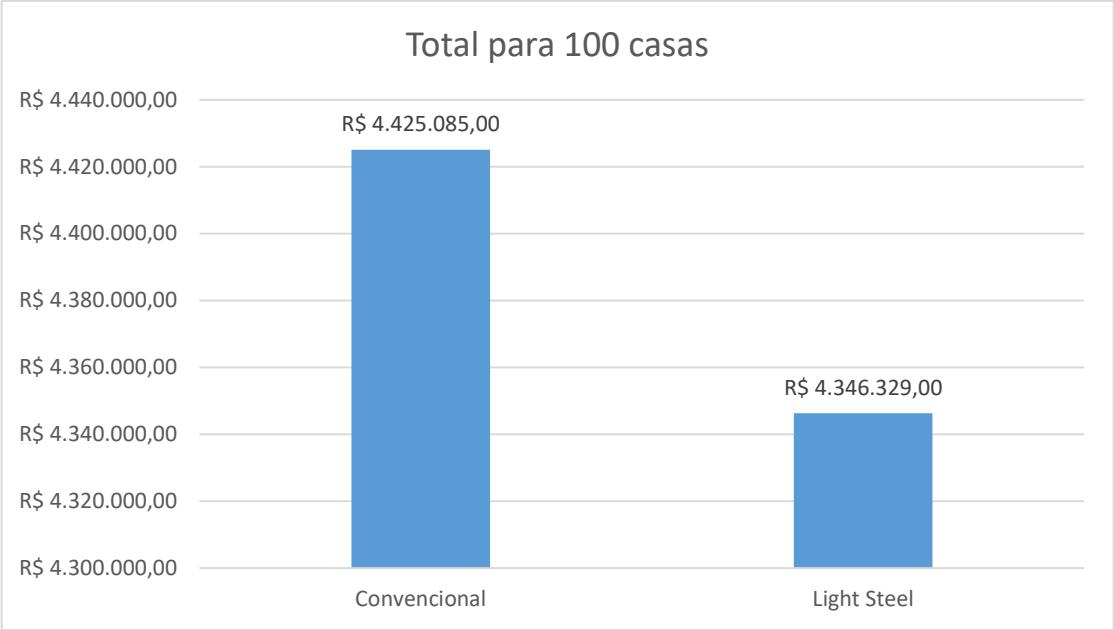



**Gráfico 5: Comparativo geral das 100 casas**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Notamos que em um conjunto habitacional de 100 residências teríamos uma diferença de R$ 78.756,00 entre LSF e alvenaria convencional, o LSF sendo menos oneroso.

Para um conjunto habitacional de 500 residências mantemos a proporção, sendo então a alvenaria convencional R$ 393.780,00 mais onerosa que o LSF.

Considerando que cada uma das casas possui uma área total diferente devido à espessura das paredes, apresentamos no gráfico 6 um comparativo dos custos diretos por m² de área construída.

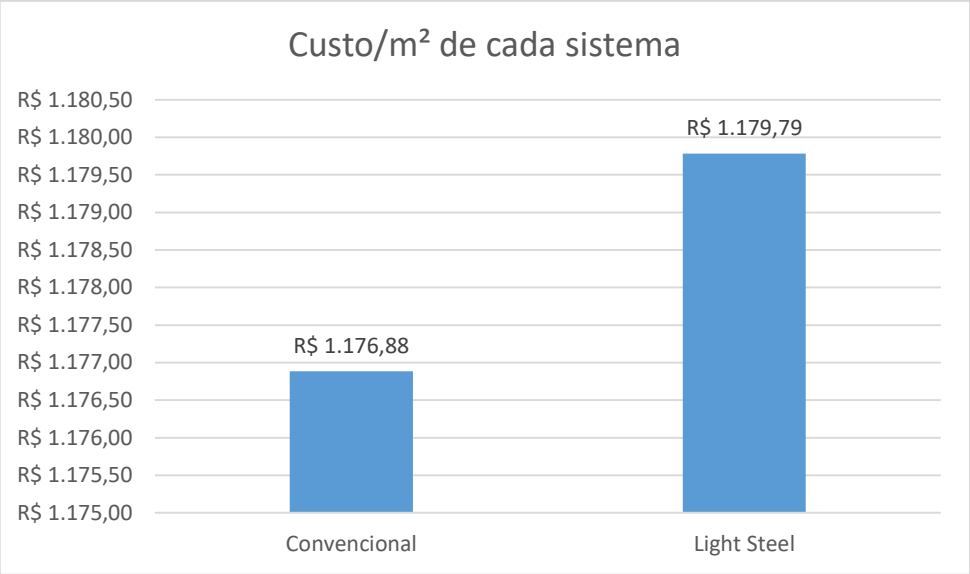



**Gráfico 6: Comparativo de custo total por m² de área construída**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Podemos notar que o custo por m² ficou R$ 2,90 mais onerosa para alvenaria convencional quando comparada ao Light Steel Frame.

Esses valores analisando somente custos diretos dos serviços em si, em seguida faremos uma análise do tempo de obra para cada tipo de construção e qual diferença isso traria quando tratamos de custos indiretos.

## 6.5 Análise de custos indiretos

A análise de custos indiretos foi elaborada em cima dos serviços díspares dos dois estudos. Abaixo seguem os resultados e discussões sobre este item.

## 6.6 Dimensionamento de equipes

A análise de custos indiretos iniciou-se pelo dimensionamento de equipes.

Seguem abaixo nas tabelas 5 e 6 o dimensionamento de equipe no método construtivo de alvenaria convencional e no sistema Light Steel Frame, respectivamente.

| Atividade | Unid. | Quant. | Índice | | Horas Diárias | Equipe | | Índice pela Quant. | | Horas para o conjunto(100 casas) | | Duração de execução |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profissiona | Ajudante | | Profissional | Ajudante | Profissional | Ajudante | Profissional | Ajudante | |
| **Superestrutura** | | | | | | | | | | | | |
| *Pilares e Vigas* | | | | | | | | | | | | |
| Formas | m² | 20,00 | 2,00 | 2,00 | 8 | 10 | 10 | 40 | 40 | 4000 | 4000 | 50 |
| Armação | kg | 76,90 | 0,10 | 0,10 | 8 | 10 | 10 | 8 | 8 | 769 | 769 | 10 |
| Concreto | m³ | 0,92 | 0,00 | 3,24 | 8 | 10 | 10 | 0 | 3 | 0 | 298,08 | 4 |
| Lançamento do Concreto | m³ | 0,92 | 2,00 | 5,00 | 8 | 10 | 10 | 2 | 5 | 184 | 460 | 6 |
| **Paredes e Painéis** | | | | | | | | | | | | |
| Alvenaria | m² | 102,90 | 1,20 | 1,20 | 8 | 10 | 10 | 123 | 123 | 12348 | 12348 | 154 |
| **Cobertura** | | | | | | | | | | | | |
| Madeiramento | m² | 56,38 | 1,20 | 1,20 | 8 | 10 | 10 | 68 | 68 | 6765,6 | 6765,6 | 85 |
| **Revestimento, Forros e Pinturas** | | | | | | | | | | | | |
| ***Revestimento interno*** | | | | | | | | | | | | |
| Chapisco | m² | 120,00 | 0,10 | 0,10 | 8 | 10 | 10 | 12 | 12 | 1200 | 1200 | 15 |
| Emboço | m² | 120,00 | 0,60 | 0,60 | 8 | 10 | 10 | 72 | 72 | 7200 | 7200 | 90 |
| Reboco | m² | 105,75 | 0,50 | 0,50 | 8 | 10 | 10 | 53 | 53 | 5287,5 | 5287,5 | 66 |
| ***Revestiemnto Externo*** | | | | | | | | | | | | |
| Chapisco | m² | 72,52 | 0,10 | 0,10 | 8 | 10 | 10 | 7 | 7 | 725,2 | 725,2 | 9 |
| Emboço | m² | 72,52 | 0,60 | 0,60 | 8 | 10 | 10 | 44 | 44 | 4351,2 | 4351,2 | 54 |
| Reboco | m² | 72,52 | 0,50 | 0,50 | 8 | 10 | 10 | 36 | 36 | 3626 | 3626 | 45 |
| **Pintura** | | | | | | | | | | | | |
| ***Emassamento para pintura externa*** | m² | 72,52 | 0,18 | 0,18 | 8 | 10 | 10 | 13 | 13 | 1305,36 | 1305,36 | 16 |
| Aplicação de tinta externa | m² | 72,52 | 0,30 | 0,30 | 8 | 10 | 10 | 22 | 22 | 2175,6 | 2175,6 | 27 |
| ***Emassamento para pintura interna*** | m² | 99,03 | 0,18 | 0,18 | 8 | 10 | 10 | 18 | 18 | 1782,54 | 1782,54 | 22 |
| Aplicação de tinta interna | m² | 99,03 | 0,30 | 0,30 | 8 | 10 | 10 | 30 | 30 | 2970,9 | 2970,9 | 37 |

**Tabela 5: Dimensionamento de equipes sist. Alvenaria convencional**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

| Atividade | Unid. | Quant. | Índice | | Horas | Equipe | | Índice pela Quant. | | Horas para o | | Duração |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Profissiona | Ajudante | Diárias | Profissional | Ajudante | Profissional | Ajudante | Profissional | Ajudante | de |
| **Superestrutura** | | | | | | | | | | | | |
| Estrutura em Light Steel Frame | m² | 92,85 | 0,25 | 0,25 | 8 | 10 | 10 | 23 | 23 | 2321,25 | 2321,25 | 29 |
| Vedação em placas cimenticias Exter | m² | 52,23 | 0,13 | 0,13 | 8 | 4 | 4 | 7 | 7 | 678,99 | 678,99 | 21 |
| Vedação em placas de Gesso interna | m³ | 106,43 | 0,10 | 0,10 | 8 | 6 | 6 | 11 | 11 | 1064,3 | 1064,3 | 22 |
| **Cobertura** | | | | | | | | | | | | |
| Estrutura em Light Steel Frame | m² | 56,38 | 0,25 | 0,25 | 8 | 10 | 10 | 14 | 14 | 1409,5 | 1409,5 | 18 |
| **Revestimento, Forros e Pinturas** | | | | | | | | | | | | |
| ***Revestimento interno*** | | | | | | | | | | | | |
| Membrana Hidrófuga | m² | 106,43 | 0,06 | 0,06 | 8 | 10 | 10 | 6 | 7 | 638,58 | 670,509 | 8 |
| ***Revestiemnto Externo*** | | | | | | | | | | | | |
| Membrana Hidrófuga | m² | 53,85 | 0,06 | 0,06 | 8 | 10 | 10 | 3 | 3 | 323,1 | 339,255 | 4 |
| Lã de Pet Termo/acústica | m² | 92,85 | 0,06 | 0,06 | 8 | 10 | 10 | 6 | 6 | 557,1 | 584,955 | 7 |
| **Pintura** | | | | | | | | | | | | |
| Aplicação de tinta externa | m² | 72,52 | 0,30 | 0,30 | 8 | 10 | 10 | 22 | 22 | 2175,6 | 2175,6 | 27 |
| Aplicação de tinta interna | m² | 99,03 | 0,30 | 0,30 | 8 | 10 | 10 | 30 | 30 | 2970,9 | 2970,9 | 37 |

**Tabela 6: Dimensionamento de equipes sist. Light steel frame**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

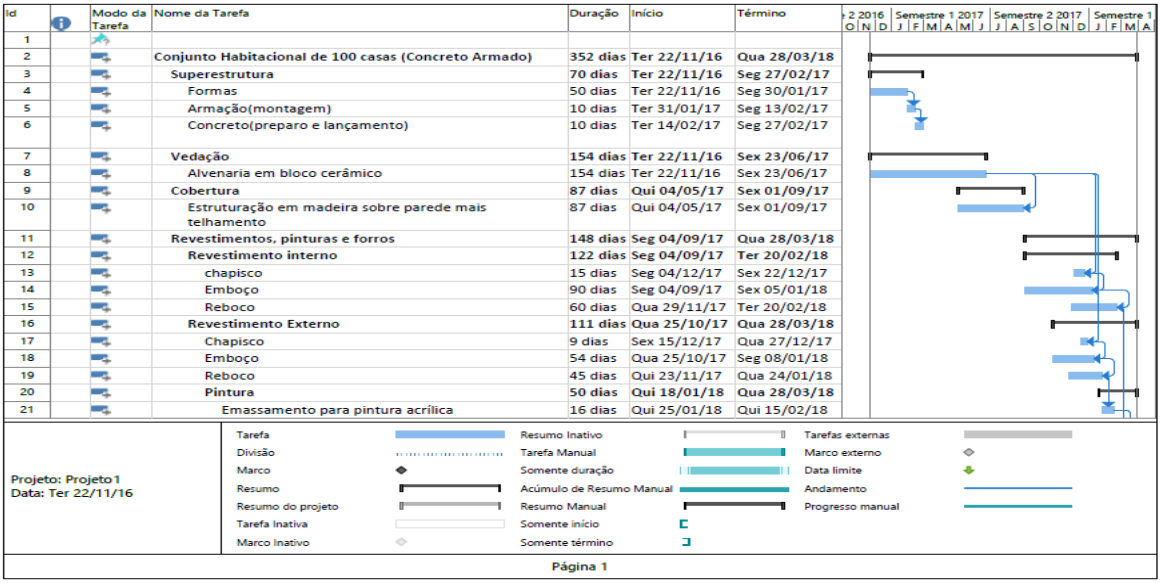
Com muita clareza percebemos o quanto o sistema em light steel frame é superior, em relação ao tempo de execução, aos outros sistemas.

Perceberemos melhor essa diferença de duração na execução de cada serviço com a utilização do cronograma que será exibido em seguida, no próximo tópico.

## 6.7 Cronograma

A parti do dimensionamento de equipes já concluído, isto é, sabendo assim a duração de cada atividade, basta sabermos a dependência de cada serviço para a construção do cronograma.

A seguir apresentamos na figura 37, extraída do MS Project 2016 a sequência de serviços do cronograma em alvenaria convencional.



| Id | Modo da Tarefa | Nome da Tarefa | Duração | Início | Término |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | Conjunto Habitacional de 100 casas (Concreto Armado) | 352 dias | Ter 22/11/16 | Qua 28/03/18 |
| 3 | | Superestrutura | 70 dias | Ter 22/11/16 | Seg 27/02/17 |
| 4 | | Formas | 50 dias | Ter 22/11/16 | Seg 30/01/17 |
| 5 | | Armação(montagem) | 10 dias | Ter 31/01/17 | Seg 13/02/17 |
| 6 | | Concreto(preparo e lançamento) | 10 dias | Ter 14/02/17 | Seg 27/02/17 |
| 7 | | Vedação | 154 dias | Ter 22/11/16 | Sex 23/06/17 |
| 8 | | Alvenaria em bloco cerâmico | 154 dias | Ter 22/11/16 | Sex 23/06/17 |
| 9 | | Cobertura | 87 dias | Qui 04/05/17 | Sex 01/09/17 |
| 10 | | Estruturação em madeira sobre parede mais telhamento | 87 dias | Qui 04/05/17 | Sex 01/09/17 |
| 11 | | Revestimentos, pinturas e forros | 148 dias | Seg 04/09/17 | Qua 28/03/18 |
| 12 | | Revestimento interno | 122 dias | Seg 04/09/17 | Ter 20/02/18 |
| 13 | | chapisco | 15 dias | Seg 04/12/17 | Sex 22/12/17 |
| 14 | | Emboço | 90 dias | Seg 04/09/17 | Sex 05/01/18 |
| 15 | | Reboco | 60 dias | Qua 29/11/17 | Ter 20/02/18 |
| 16 | | Revestimento Externo | 111 dias | Qua 25/10/17 | Qua 28/03/18 |
| 17 | | Chapisco | 9 dias | Sex 15/12/17 | Qua 27/12/17 |
| 18 | | Emboço | 54 dias | Qua 25/10/17 | Seg 08/01/18 |
| 19 | | Reboco | 45 dias | Qui 23/11/17 | Qua 24/01/18 |
| 20 | | Pintura | 50 dias | Qui 18/01/18 | Qua 28/03/18 |
| 21 | | Emassamento para pintura acrílica | 16 dias | Qui 25/01/18 | Qui 15/02/18 |

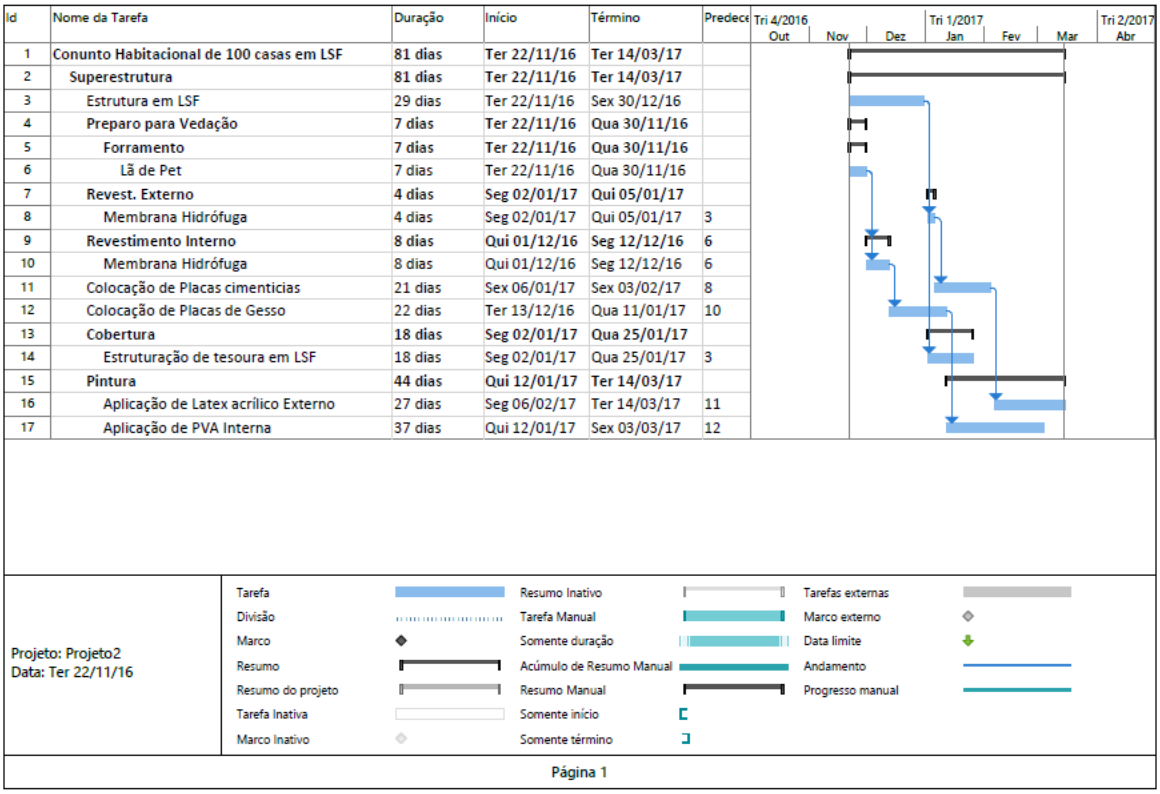


**Figura 37: Sequência de serviços dispares para alvenaria convencional**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Assim, o tempo total de um conjunto habitacional de 100 residências em Alvenaria Convencional, analisando apenas os serviços distintos nos dois métodos é de 152 dias.

A seguir apresentamos na figura 38, extraída do MS Project 2016 a sequência de serviços do cronograma em LSF.



| Id | Nome da Tarefa | Duração | Início | Término | Predece |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Conunto Habitacional de 100 casas em LSF | 81 dias | Ter 22/11/16 | Ter 14/03/17 | |
| 2 | Superestrutura | 81 dias | Ter 22/11/16 | Ter 14/03/17 | |
| 3 | Estrutura em LSF | 29 dias | Ter 22/11/16 | Sex 30/12/16 | |
| 4 | Preparo para Vedação | 7 dias | Ter 22/11/16 | Qua 30/11/16 | |
| 5 | Forramento | 7 dias | Ter 22/11/16 | Qua 30/11/16 | |
| 6 | Lã de Pet | 7 dias | Ter 22/11/16 | Qua 30/11/16 | |
| 7 | Revest. Externo | 4 dias | Seg 02/01/17 | Qui 05/01/17 | |
| 8 | Membrana Hidrófuga | 4 dias | Seg 02/01/17 | Qui 05/01/17 | 3 |
| 9 | Revestimento Interno | 8 dias | Qui 01/12/16 | Seg 12/12/16 | 6 |
| 10 | Membrana Hidrófuga | 8 dias | Qui 01/12/16 | Seg 12/12/16 | 6 |
| 11 | Colocação de Placas cimenticias | 21 dias | Sex 06/01/17 | Sex 03/02/17 | 8 |
| 12 | Colocação de Placas de Gesso | 22 dias | Ter 13/12/16 | Qua 11/01/17 | 10 |
| 13 | Cobertura | 18 dias | Seg 02/01/17 | Qua 25/01/17 | |
| 14 | Estruturação de tesoura em LSF | 18 dias | Seg 02/01/17 | Qua 25/01/17 | 3 |
| 15 | Pintura | 44 dias | Qui 12/01/17 | Ter 14/03/17 | |
| 16 | Aplicação de Latex acrílico Externo | 27 dias | Seg 06/02/17 | Ter 14/03/17 | 11 |
| 17 | Aplicação de PVA Interna | 37 dias | Qui 12/01/17 | Sex 03/03/17 | 12 |



**Figura 38: Sequência de serviços dispares para Light steel frame**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

A duração total de um conjunto habitacional em *Light Steel Frame* para 100 residências e planejando apenas serviços distintos nos dois métodos estudados, se dá em 81 dias.

A partir do cronograma definimos o tempo de obra, com a duração da mesma podemos fazer o levantamento de despesas indiretas.

Os estudos das despesas indiretas seguem representados no apêndice E. Obtemos como valores finais das despesas indiretas os dados do gráfico 7.

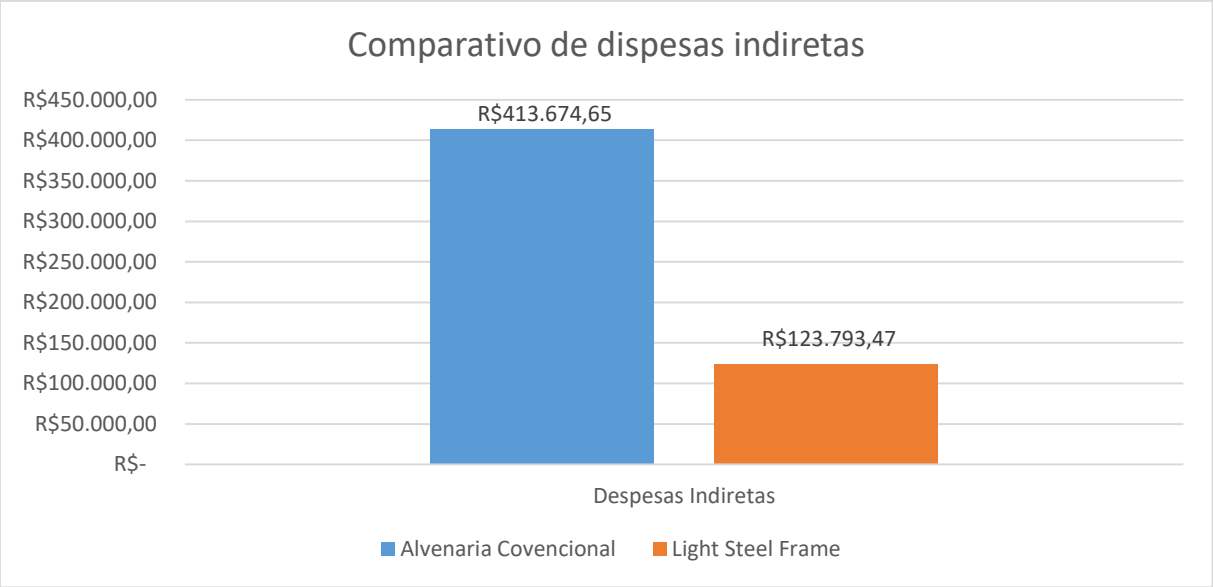



**Gráfico 7: Comparativo de despesas de adm. local pelo tempo**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Como resultado final dos custos diretos, indiretos e também duração da construção do conjunto habitacional, a partir dos dados levantados e calculados anteriormente obtivemos a tabela abaixo:

| | Alvenaria Covencional | Light Steel Frame |
|---|---|---|
| Orçamento | R$ 44.250,85 | R$ 43.463,29 |
| Tempo | 18 | 5 |
| Despesas Indiretas | R$ 413.674,65 | R$ 123.793,47 |

**Tabela 7: Resumo Final dos resultados**

**Fonte: Autoria própria (2016)**

# 7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As estruturas em Light Steel Frame, ou perfis leves de aço galvanizado, representam uma inovação tecnológica no mercado construtivo brasileiro, por proporcionar rápida execução, precisão no dimensionamento de sua estrutura, orçamento menos suscetível a erros, e por ser um processo mais limpo ambientalmente.

Este estudo buscou identificar a viabilidade do sistema Light Steel Frame na construção de um conjunto habitacional com 100 unidades de padrão popular na Cidade de São Luís do Maranhão. Assim, o levantamento dos custos diretos e indiretos e a comparação entre o sistema de construção Light Steel Frame e o sistema convencional em concreto armado foi de indispensáveis e de extrema importância para obter as informações desejadas.

Percebemos que mesmo sendo pouco utilizado em São Luís, o sistema em Light Steel Frame apresenta várias vantagens em relação ao sistema convencional em concreto armado, onde podemos perceber claramente a expressiva diferença entre o tempo de necessário para a execução de uma obra de cada sistema construtivo.

Um outro ponto muito importante e preponderante na escolha por qual sistema usar, é o custo final, onde percebemos que o sistema em Light Steel Frame é muito mais vantajoso quando comparamos os orçamentos finais, incluindo custo direto e indireto, de todo o conjunto composto pelas 100 residências. Podemos ressaltar, também, a maior exatidão nos valores do orçamento do sistema em Steel Frame comparados com os valores do sistema convencional.

Um fator que muito influenciou nesse custo final, foram os custos indiretos. Estes chegaram a ser, aproximadamente, 340% maiores para o sistema convencional em relação ao *Light Steel Frame*, principalmente pela discrepância de tempo de execução entre os dois sistemas.

Tendo em vista todas as qualidades construtivas já comprovadas do sistema *Light Steel Frame,* e com os estudos comprovados aqui de viabilidade do mesmo, concluímos que deve- se haver um incentivo maior neste tipo de construção.

Portanto, a utilização do sistema *Light Steel Framing* para a execução de habitações de interesse social se mostra uma alternativa viável por ter apresentado preço competitivo com o sistema convencional que abrange a maioria das construções da Cidade de São Luís -MA. E, também, por se tratar de um sistema industrializado e racionalizado, o que me traz o aumento da produtividade e diminuindo o desperdício de tempo e insumos, uma vez que tem como principais características a facilidade na montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos

É muito importância e necessário que o método construtivo em Steel Frame seja mais explorado e melhor divulgado para que sua compreensão esteja ao alcance de todos os envolvidos (prefeituras, governos, engenheiros, arquitetos, clientes e demais interessados) na utilização desse sistema.

Para complementar esse estudo, sugere-se os seguintes trabalhos:

- Comparação entre o sistema em Steel Frame e o de paredes pré-moldadas de concreto armado;
- Comparação entre o sistema em Steel Frame e o sistema em alvenaria estrutural;
- Estudo de impacto dos resíduos gerados entre os dois sistemas estudados aqui;
- Estudo de impacto e comparação da quantidade de gases gerados da indústria à construção, na fabricação e utilização dos principais materiais utilizados em cada sistema estudado aqui.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ARAÚJO, Luís O. C. de; FREIRE, Tomás M. Tecnologia e gestão de sistemas construtivos de edifícios. São Carlos: UFSCAR, 2004. Pró-reitoria de extensão, departamento de engenharia civil.

BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1998. Departamento de engenharia civil. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00004.pdf> Acesso em: 25 ago. 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Programa Minha Casa Minha Vida: Entidades recursos FDS.** Cartilha, 2016. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/Cartilha_MCMV.pdf> Acesso em: Jun. 2016.

CBCA. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.CBCA-IBS.ORG.BR/NSITE/SITE/MEIO_AMBIENTE_01.ASP. ACESSO EM: 24 OUT. 2016.

GUIZELINI, R. **CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA: RAPIDEZ E SUSTENTABILIDADE PARA ELIMINAR O DÉFICIT HABITACIONAL**. DISPONÍVEL EM: http://www.drywall.org.br. ACESSO EM: 15 MAI. 2016.

JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S. **LIGHT STEEL FRAMING: UMA APOSTA DO SETOR SIDERÚRGICO NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. APOSTILA.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **VANTAGEM PRODUTIVA DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING: DA CONSTRUÇÃO ENXUTA À RACIONALIZAÇÃO CONSTRUTIVA**. IN: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2010, RIO GRANDE DO SUL, 2010. RESUMO.

**EXECUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES COM SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAME**- TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, DIRECIONADO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, ANO DE 2011.

AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE. (1996). **LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN SPECIFICATION FOR COLD-FORMED STEEL STRUCTURAL MEMBERS**. WASHINGTON: AISI.

_____. NBR 6355. PERFIS ESTRUTURAIS DE AÇO FORMADOS A FRIO. 2012

_____.NBR 6118: 2003 – PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

_____. NBR 8042: BLOCO CERÂMICO PARA ALVENARIA – FORMAS E DIMENSÕES. RIO DE

JANEIRO, 1992.

_____. NBR 15253: PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO, COM REVESTIMENTO METÁLICO, PARA PAINÉIS RETICULADOS EM EDIFICAÇÕES: REQUISITOS GERAIS. RIO DE JANEIRO, 2005.

_____. NBR 8681. AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS. 1984

_____. NBR 8800. PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE AÇO E DE ESTRUTURAS MISTAS AÇO-CONCRETO DE EDIFÍCIOS. 2008

_____. NBR 14762. DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE AÇO CONSTITUÍDAS POR PERFIS FORMADOS A FRIO. 2010.

SILVA, VALDIR PIGNATTA. **DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURA EM AÇO** – APOSTILA PARA A DISCIPLINA PEF 402 – ESTRUTURAS METÁLICAS E DE MADEIRA. 2012. 150 F. ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, 2012.

GONZÁLEZ, MARCO AURÉLIO STUMPF. **NOÇÕES SOBRE CONTRATOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. ESTUDOS JURÍDICOS. UNISINOS: SÃO LEOPOLDO, SET. 1996.

GOLDMAN, PEDRINHO. **INTRODUÇÃO AO PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA**. 3ED. SÃO PAULO: PINI, 1997.

**COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS**. DISPONÍVEL EM HTTP://WWW.USHOME.COM.BR/COMPARATIVO/CONCEITO.HTM. ACESSO EM 09 OUT. 2016.

**SISTEMA LIGHT GAUGE STEEL FRAMING**. ADAPTADO DE HTTP://WWW.FUTURENG.COM.BR. ACESSO EM 07 OUT. 2016.

PENNA, F. C. F. **SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING NA EXECUÇÃO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: UMA ABORDAGEM PRAGMÁTICA**. 2009. 92F. DISSERTAÇÃO (MESTRADO). UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2009.

MEDABIL. **HISTÓRICO DA ESTRUTURA METÁLICA**. DISPONÍVEL EM http://www.medabil.com.br/artigos-tecnicos/historico-da-estrutura-metalica. ACESSO EM MAIO DE 2016.

PORTAL METÁLICA. **CASAS INDUSTRIALIZADAS – CASA FÁCIL GERDAU**. DISPONÍVEL EM HTT://WWW.METALICA.COM.BR/CASAS-INDUSTRIALIZADAS-CASA-FACIL-GERDAU.ACESSO EM MARÇO DE 2016.

**USIMINAS. MANUAL DE MONTAGEM**. DISPONÍVEL EM http://www.metalica.com.br/manual-de-montagem-casa. ACESSO EM JULHO DE 2016.

THE STEEL CONSTRUCTION INSTITUTE. **BUILDING DESIGN USING COLD FORM STEEL SECTION: VALUE AND BENEFIT ASSESSMENT OF LIGHT STEEL FRAMING IN HOUSING. ASCOT**: THE STEEL CONSTRUCTION INSTITUTE, 1998.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **SISTEMA CONSTRUTIVO UTILIZANDO PERFIS ESTRUTURAIS FORMADOS A FRIO DE AÇOS GALVANIZADOS (STEEL FRAMING): REQUISITOS E CONDIÇÕES MÍNIMOS PARA FINANCIAMENTO PELA CAIXA**. 2003

**US HOME CONSTRUÇÕES EM STEEL FRAME**. DISPONÍVEL EM: <HTTP://WWW.USHOME.COM.BR/LSF/VANTAGENS.HTM>. ACESSO EM 24 DE MAIO DE 2016.

**TUDO SOBRE STEEL FRAME NO BRASIL**: HTTP://WWW.REFORMOLAR.COM.BR/?S=STEEL+FRAME&SUBMIT=PESQUISA HERNANDES, HÉLCIO. SISTEMA CONSTRUTIVO STEEL FRAMING. DISPONÍVEL EM: < www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/palestra_ABM2.doc. ACESSO EM: SETEMBRO, 2016.

MADEIRA, A. R. **ESTRUTURA EM AÇO PARA PAVILHÃO INDUSTRIAL: COMPARAÇÃO ENTRE SOLUÇÕES EM ELEMENTOS TRELIÇADOS E DE ALMA CHEIA**. PORTO ALEGRE, 2009.

SANTOS, A.F. DOS. **ESTRUTURAS METÁLICAS** – PROJETO E DETALHES PARA FABRICAÇÃO. SÃO PAULO, 1977.

**GUIA DA CONSTRUÇÃO – ORÇAMENTO POPULAR** – SÃO PAULO: PINI, N. 109, P. 4, AGOSTO 2010.

MATTOS, ALDO DÓREA. **COMO PREPARAR ORÇAMENTOS DE OBRAS**. SÃO PAULO: PINI, 2006.

MORAIS, SUMAYA SOARES. **ESTUDO COMPARATIVOS DE DIFERENTES TÉCNICAS DE ESTIMATIVA DE CUSTOS APLICADOS À CONSTRUÇÃO CIVIL**. CURSO DE ENGENHARIA CIVIL. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS. ANÁPOLIS-GO: PROJETO FINAL, PUBLICAÇÃO ENC. PF-008A/06, 2006.

**SINAPI** (SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL) – RELATÓRIO DE INSUMOS JULHO/2016 – CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - 2016

VILLAR, F. H. R. **ALTERNATIVAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS HORIZONTAIS: ESTUDO DE CASO**. 2005. 135 F. DISSERTAÇÃO (PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL) – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, SÃO CARLOS, 2005. DISPONÍVEL EM: <HTTP://WWW.BDTD.UFSCAR.BR/HTDOCS/TEDESIMPLIFICADO/TDE_BUSCA/ARQUIVO.PHP?CODARQUIVO=904>. ACESSO EM: 19 SET. 2016.

ROCHA, J. C.; XAVIER, L. L. APOSTILA ECV 5330 - **MATERIAIS CONSTRUÇÃO CIVIL**. FLORIANÓPOLIS: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2000.

BRASILIT. **Guia de sistemas para produtos planos – placas, painéis e acessórios para construção industrializada**. São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.brasilit.com.br/pdf/guia-de-sistemas-para-produtos-planos-brasilit.pdf Acesso em: Jun. 2016.

COELHO, R. A. **SISTEMA CONSTRUTIVO INTEGRADO EM ESTRUTURA METÁLICA**. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE, 2003.

FRECHETTE, Leon A. **Building smarter with alternative materiais**. Craftsman, 1999.

**Revista ARQUITETURE**, edição de setembro de 2004.

SANTIAGO, Alexandre K. **Manual de Construção em Aço: Steel Framing**.

**Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA**, 2012.

SILVA, Edson Lubas. SILVA, Valdir Pignatta. **Dimensionamento de perfis formados a frio NBR 14672 e NBR 6355**. Centro Brasileiro da Construção em Aço, Rio de Janeiro, 2008.

ÁVILA, Antonio V.; LOPES, Oscar C.; LIBRELOTTO, Liziane I. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307%20Or%C3%A7amento.pdf> Acesso em: 23 Jul. 2016.

GONZÁLES, Marco A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: UNISINOS, Ciencias exatas e tecnológicas, 2008. Disponível em: <http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoesdeorcamentoeplanejamentodeobras.pdf> Acesso em: 23 Jul. 2016.

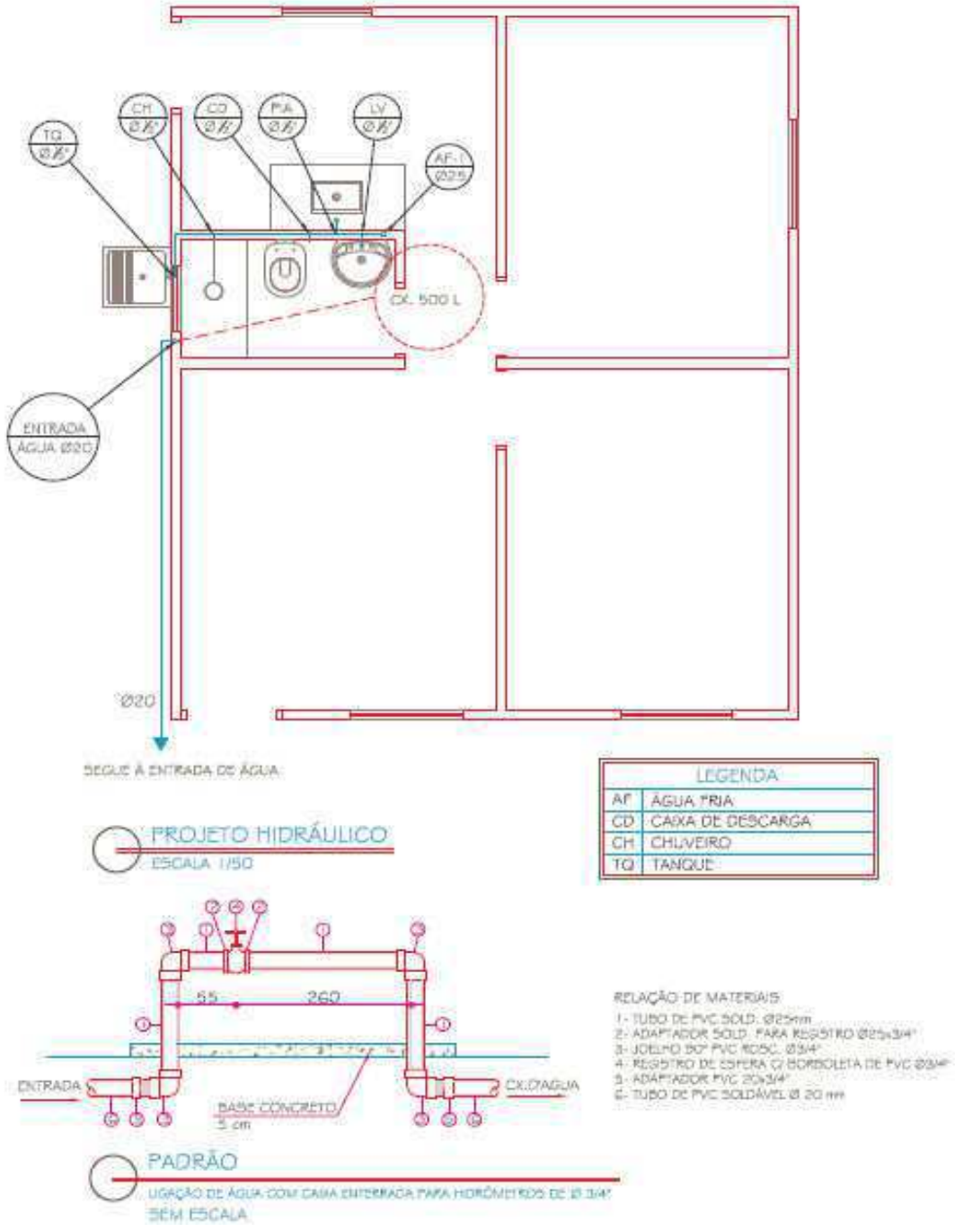
TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: Consultoria, projeto e execução. São Paulo: PINI, 2006.

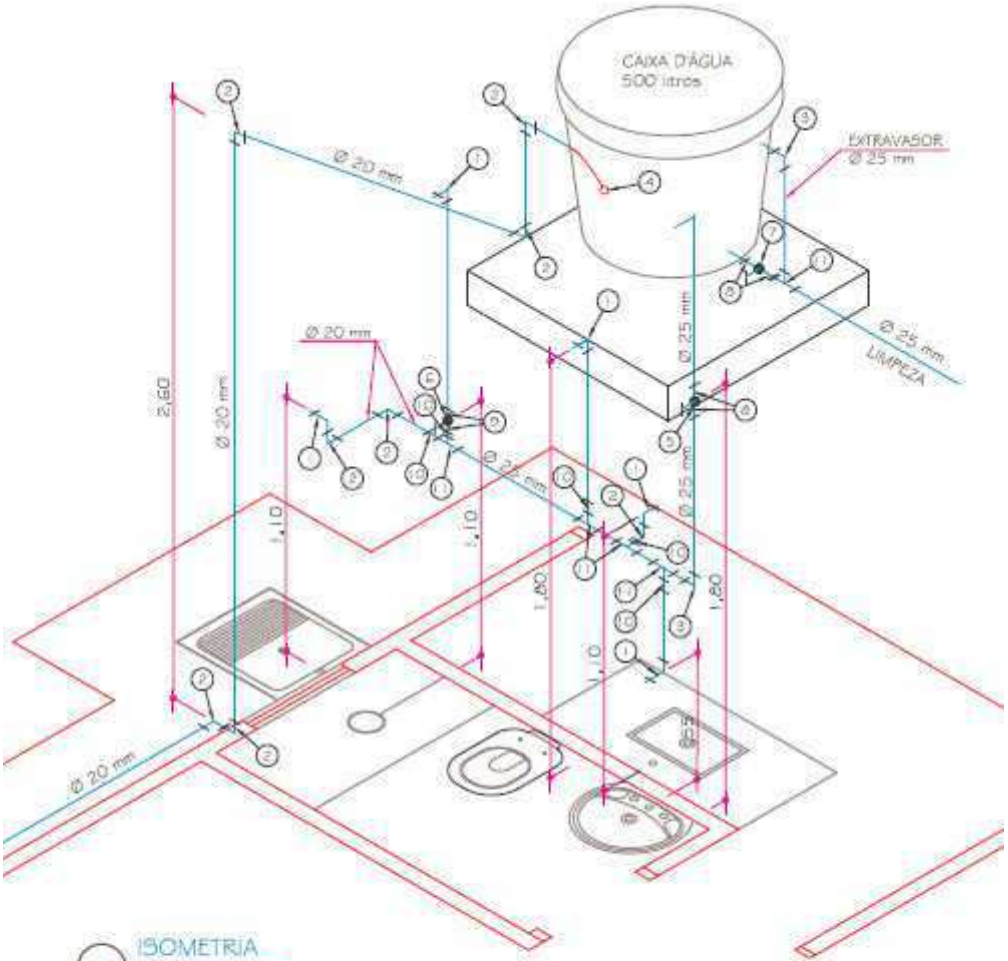
JARDIM, G T da C.; CAMPOS, A. de Light steel framing: **uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. In: FARIA C. P. (Org.). Inovação em construção civil: monografias. São Paulo: instituto UNIEMP, 2005. P.30-31.

CONSULSTEEL. **Construción com acero leviano**: Manual de Procedimento. Buenos Aires: 2002.

## ANEXOS

## ANEXO A- DETALHAMENTO DO PROJETO HIDROSSANITARIO (Todos os projetos do anexo A têm com fonte a CEF- Caixa Econômica Federal)

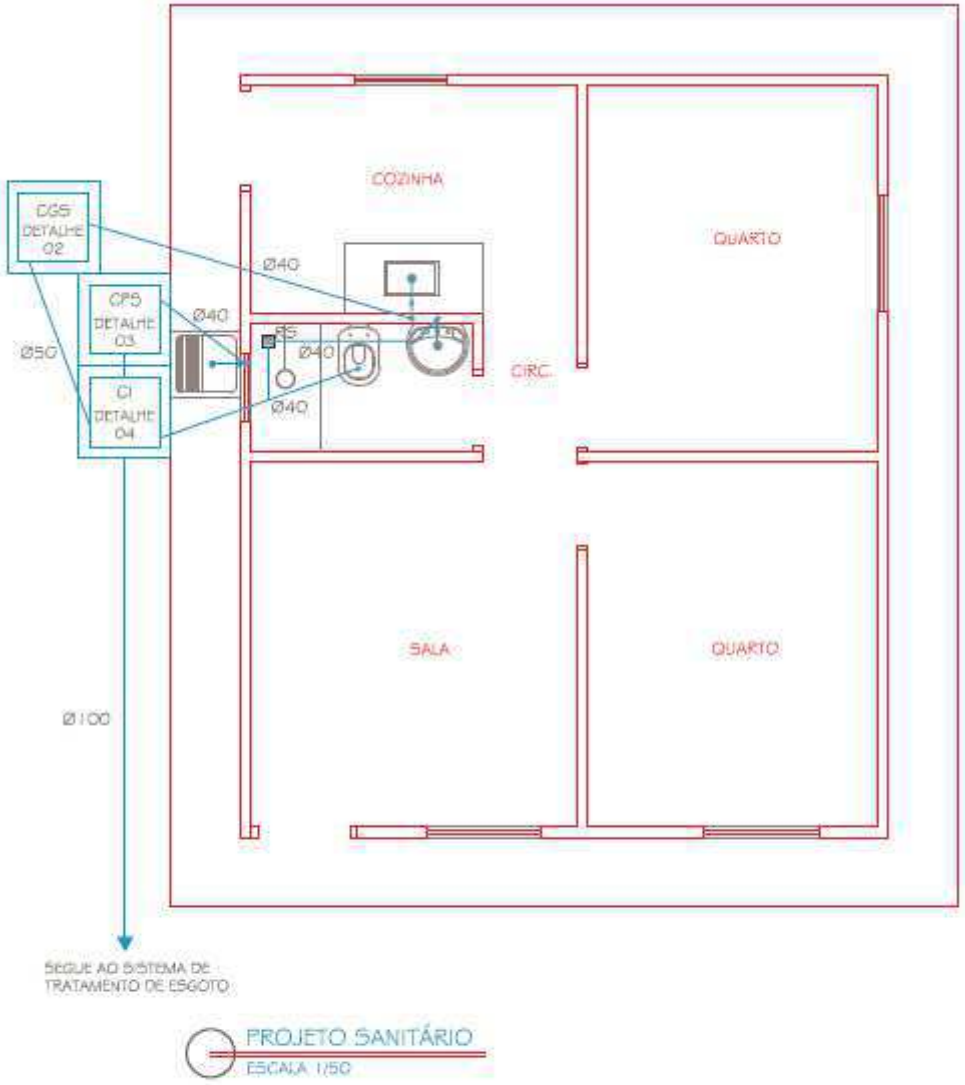





ISOMETRIA

ESCALA 1/50

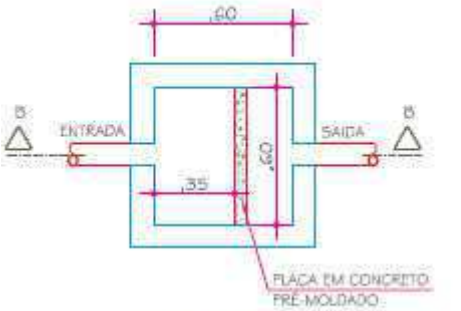
| LEGENDA | |
|---|---|
| 01 | JOELHO PVC LR 90° COM BUCHA DE LATÃO Ø 20 mm x ½" |
| 02 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90° Ø 20 mm |
| 03 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90° Ø 25 mm |
| 04 | TORNEIRA DE BÓIA Ø ½" |
| 05 | REGISTRO DE GAVETA Ø ¾" |
| 06 | REGISTRO DE PRESSÃO Ø ½" |
| 07 | REGISTRO DE GAVETA BRUTO Ø ¾" |
| 08 | ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO PARA REGISTRO 25 mm x ¾" |
| 09 | ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO PARA REGISTRO 20 mm x ½" |
| 10 | BUCHA REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL Ø 25 mm x 20 mm |
| 11 | TÊ PVC SOLDÁVEL Ø 25 mm |



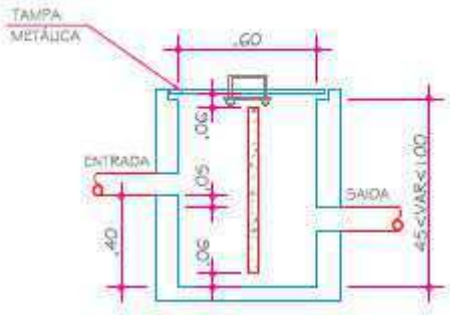

PROJETO SANITÁRIO

ESCALA 1/50

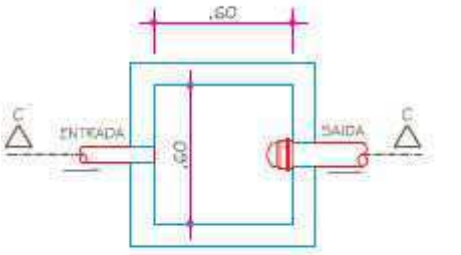
| LEGENDA | |
|---|---|
| CI | CAIXA DE INSPEÇÃO |
| CGS | CAIXA DE GORDURA SIMPLES |
| CPS | CAIXA DE PASSAGEM SIFONADA |
| RS | RALO SIFONADO |



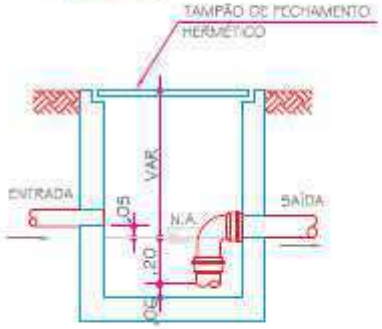

DETALHE 02
CAIXA DE GORDURA SIMPLES
ESCALA 1/25



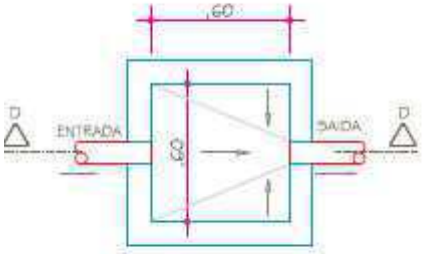

CORTE BB
CAIXA DE GORDURA SIMPLES
ESCALA 1/25



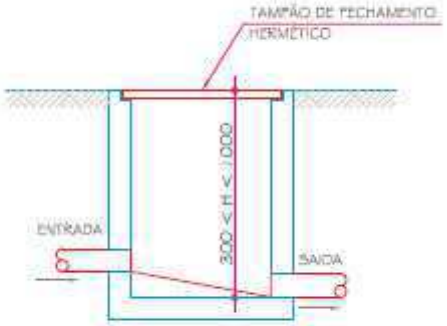

DETALHE 03
CAIXA DE PASSAGEM SIFONADA
ESCALA 1/25



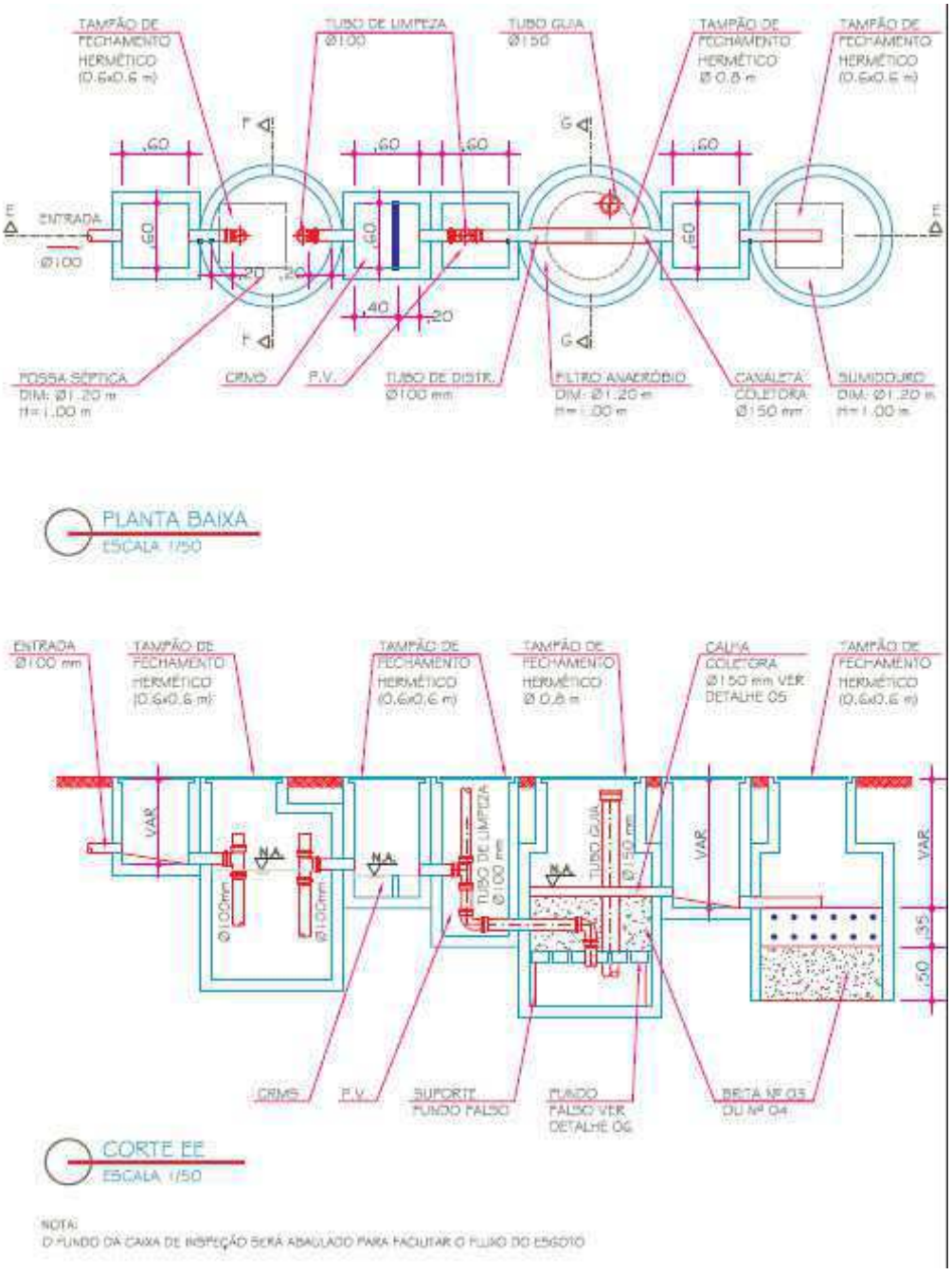

CORTE CC
CAIXA DE PASSAGEM SIFONADA
ESCALA 1/25

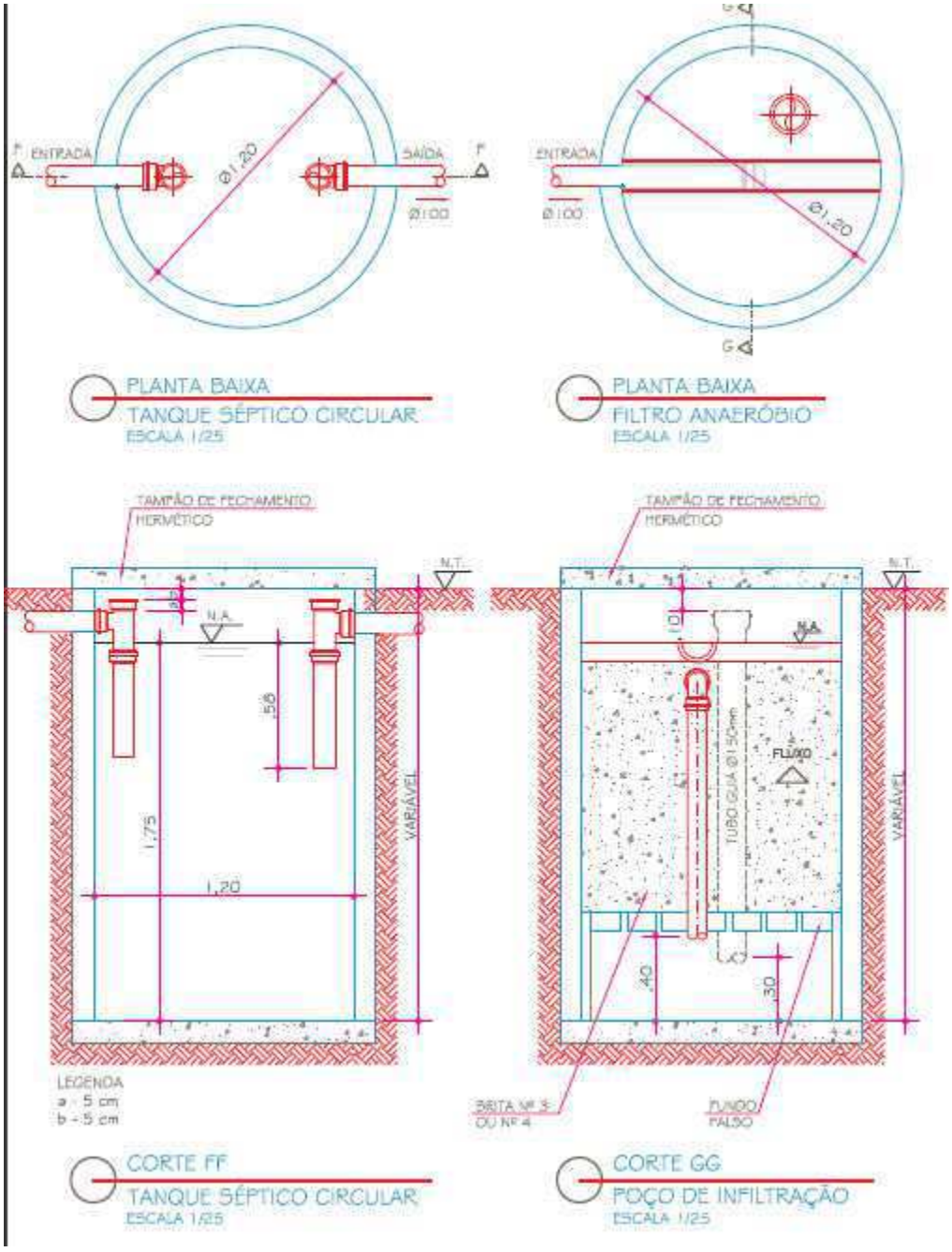


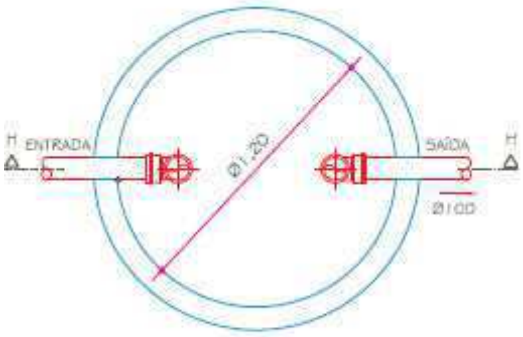

DETALHE 04
CAIXA DE INSPEÇÃO
ESCALA 1/25



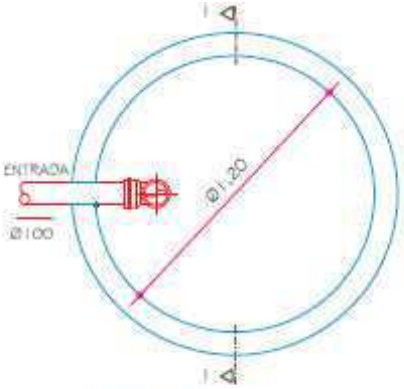

CORTE DD
CAIXA DE INSPEÇÃO
ESCALA 1/25


TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO (0.6x0.6 m)
TUBO DE LIMPEZA Ø100
TUBO GUIA Ø150
TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO Ø 0.8 m
TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO (0.6x0.6 m)
ENTRADA Ø100
.60
.20
.40
F
G
CRMS
P.V.
TUBO DE DISTR. Ø100 mm
FILTRO ANAERÓBIO DIM: Ø1.20 m h=1.00 m
CANALETA COLETORA Ø150 mm
SUMIDOURO DIM: Ø1.20 m h=1.00 m
FOSSA SÉPTICA DIM: Ø1.20 m h=1.00 m
PLANTA BAIXA
ESCALA 1/50
ENTRADA Ø100 mm
TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO (0.6x0.6 m)
CALHA COLETORA Ø150 mm VER DETALHE 05
VAR
NA
Ø100mm
TUBO DE LIMPEZA Ø100 mm
TUBO GUIA Ø150 mm
.35
.50
SUPORTE FUNDO FALSO
FUNDO FALSO VER DETALHE 06
BRITA Nº 03 OU Nº 04
CORTE EE
ESCALA 1/50
NOTA:
O FUNDO DA CAIXA DE INSPEÇÃO SERÁ ABAULADO PARA FACILITAR O FLUXO DO ESGOTO

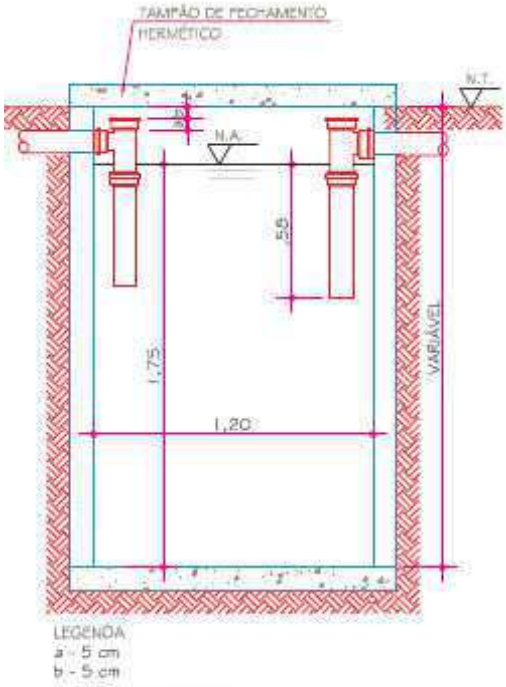

ENTRADA
SAÍDA
ø1.20
Ø100
PLANTA BAIXA
TANQUE SÉPTICO CIRCULAR
ESCALA 1/25
ENTRADA
Ø100
ø1.20
PLANTA BAIXA
FILTRO ANAERÓBIO
ESCALA 1/25
TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO
N.T.
N.A.
.56
1.75
1.20
VARIÁVEL
LEGENDA
a - 5 cm
b - 5 cm
CORTE FF
TANQUE SÉPTICO CIRCULAR
ESCALA 1/25
TAMPÃO DE FECHAMENTO HERMÉTICO
N.T.
.10
N.A.
TUBO GUIA @150mm
FLUXO
VARIÁVEL
.40
.30
BRITA Nº 3 OU Nº 4
FUNDO FALSO
CORTE GG
POÇO DE INFILTRAÇÃO
ESCALA 1/25



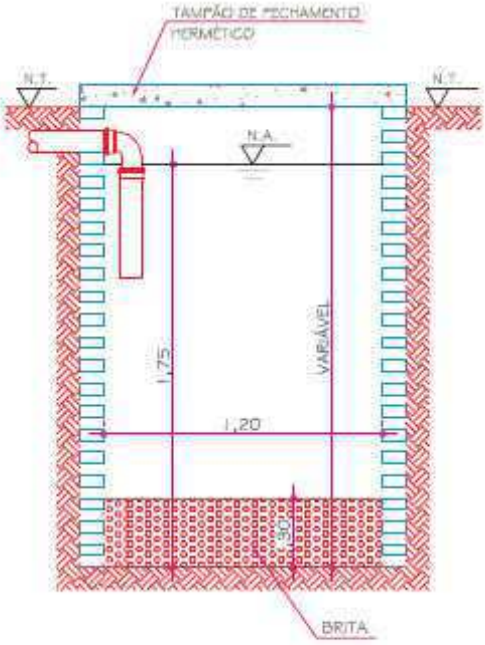

PLANTA BAIXA
TANQUE SÉPTICO CIRCULAR
ESCALA 1/25



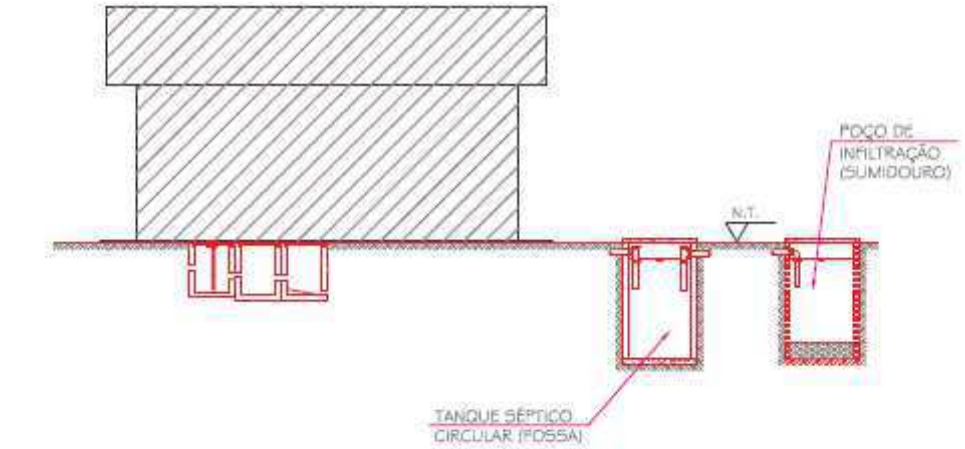

PLANTA BAIXA
POÇO DE INFILTRAÇÃO
ESCALA 1/25




CORTE HH
TANQUE SÉPTICO CIRCULAR
ESCALA 1/25

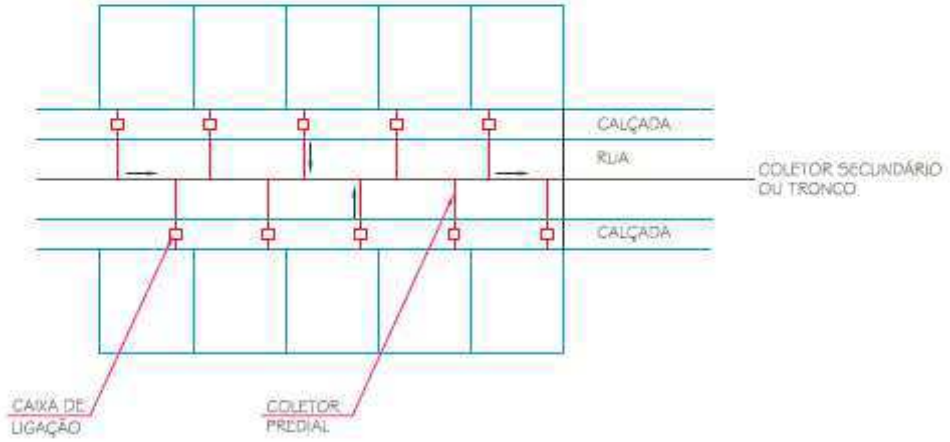



CORTE II
POÇO DE INFILTRAÇÃO
ESCALA 1/25




PERFIL DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

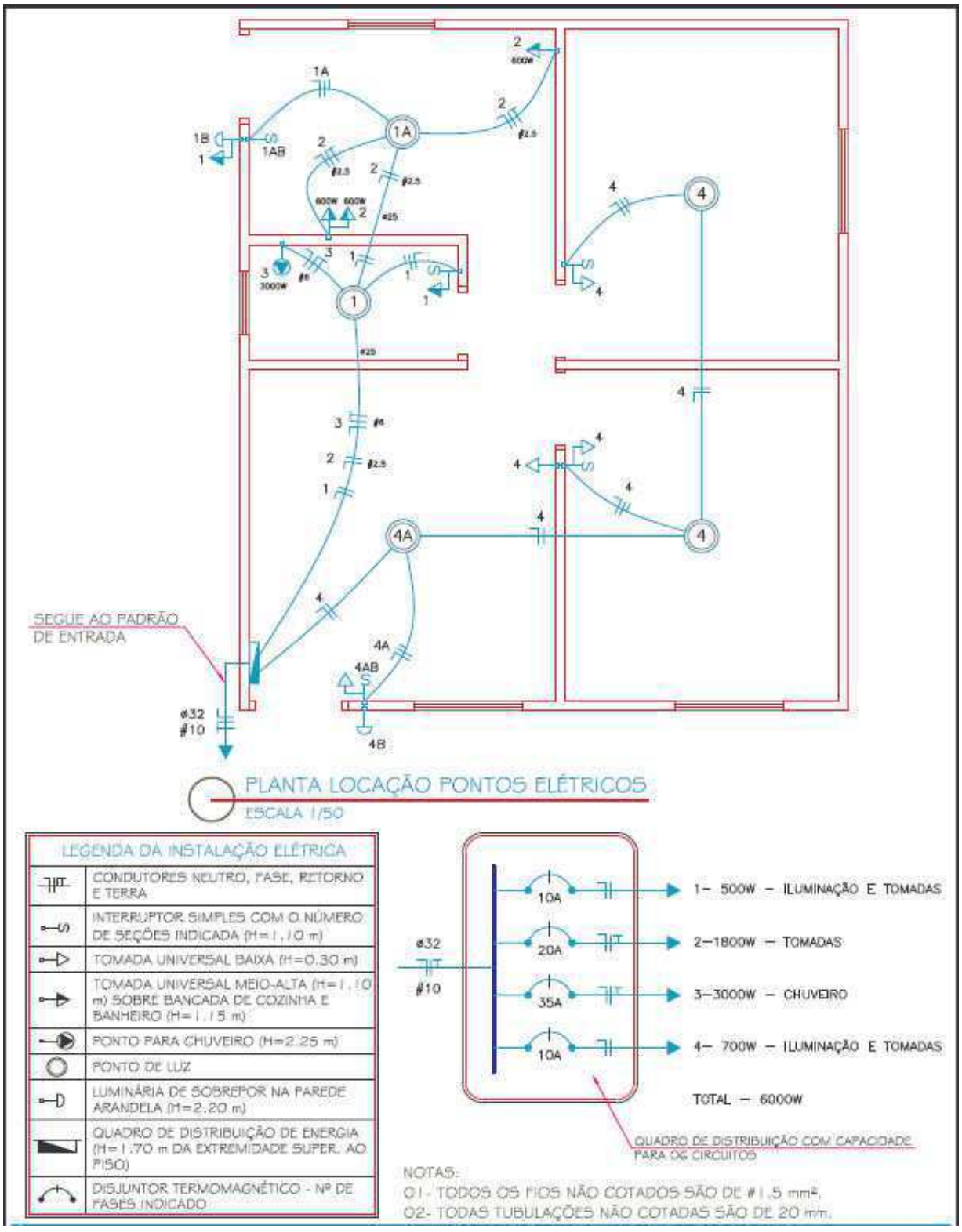
ESCALA 1/100




PLANTA

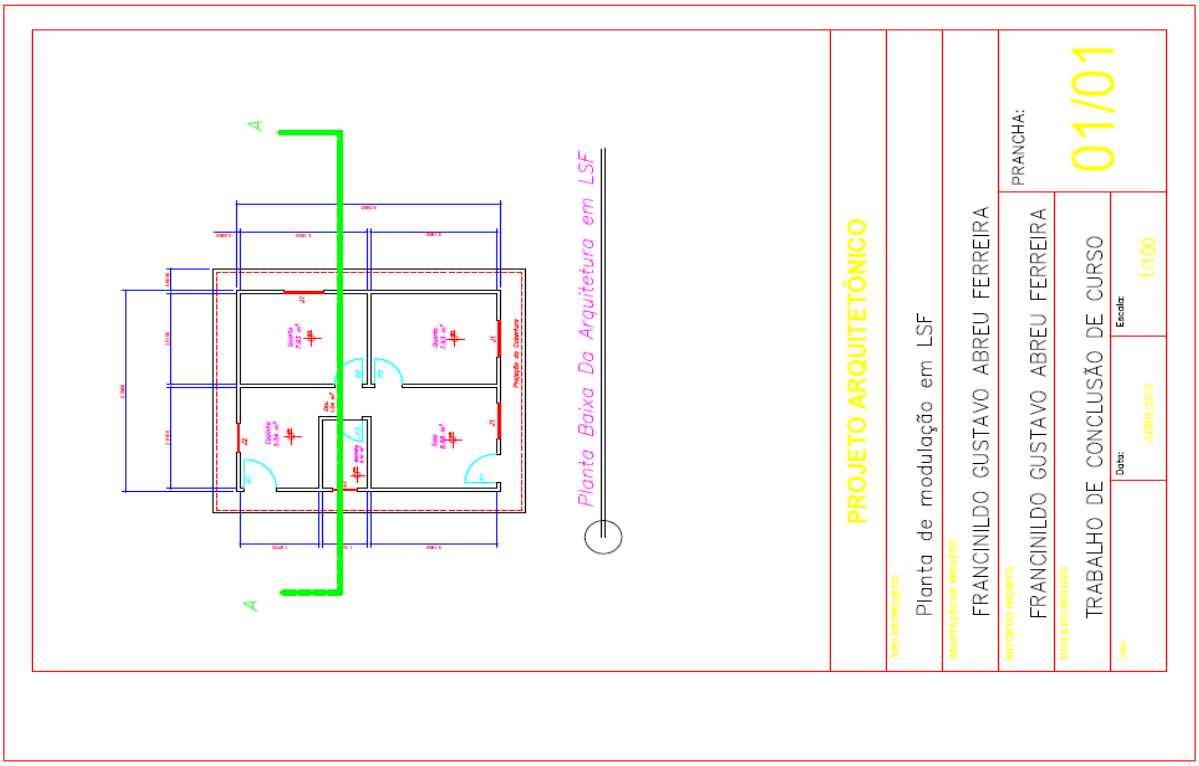
SEM ESCALA

## ANEXO B- DETALHAMENTO DO PROJETO ELÉTRICO

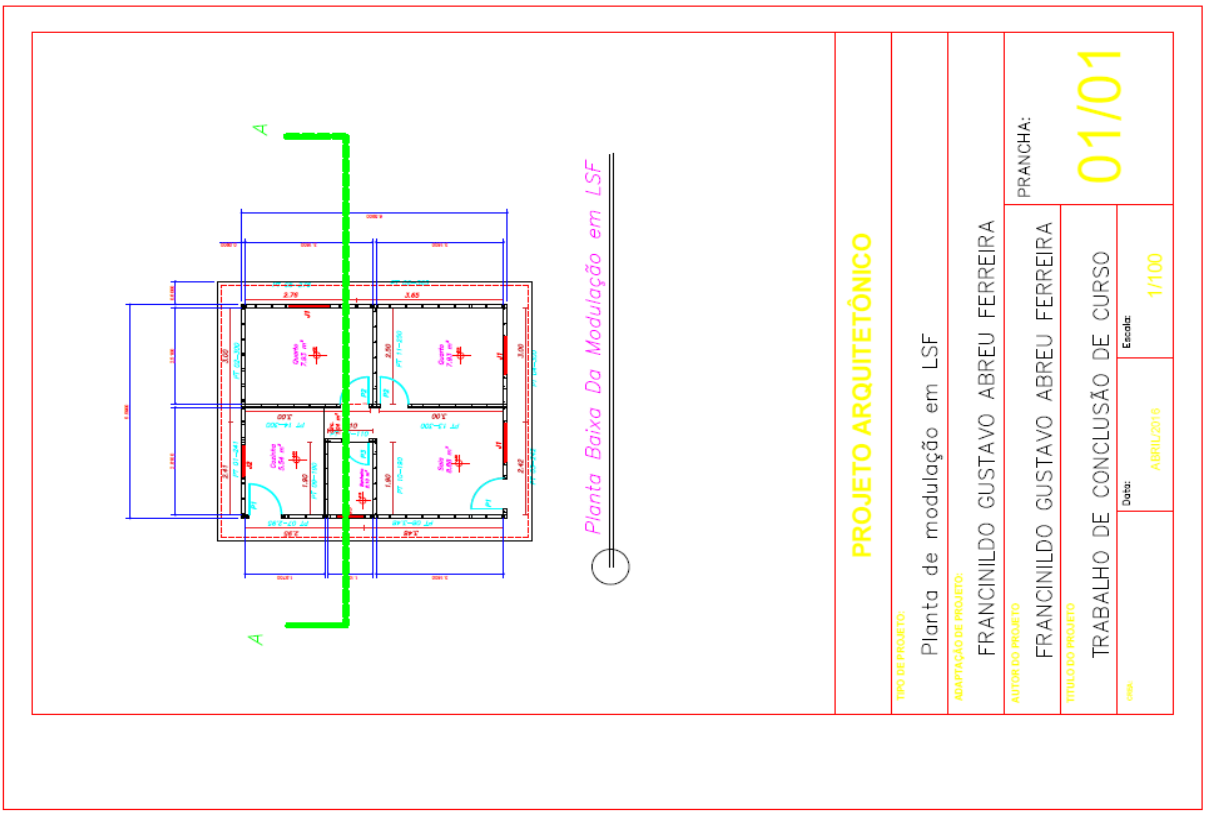


# ANEXO C- PLANTAS DE ARQUITETURA E DE MODULAÇÃO DO SISTEMA LSF

**Planta baixa de arquitetura / Fonte: Autoria própria (2016)**

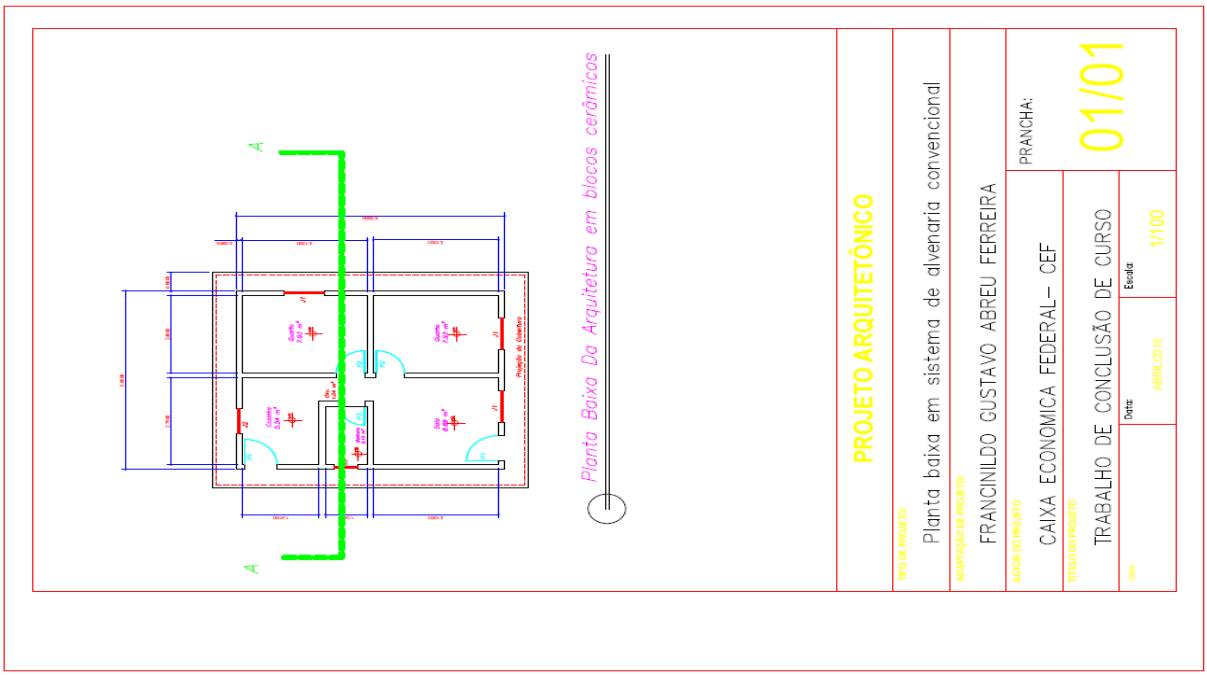



## Planta de modulação em LSF



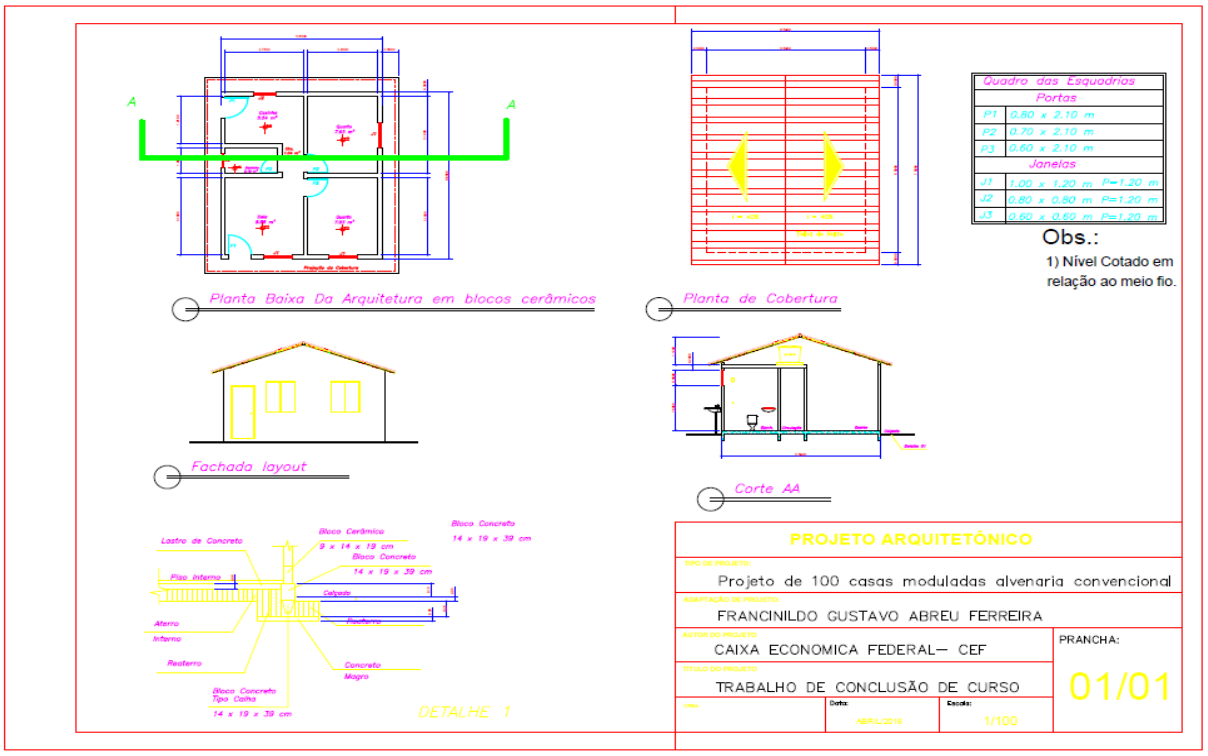

**ANEXO D- PLANTA BAIXA DE ARQUITETURA DO SISTEMA EM ALVENARIA CONVENCIONAL**

**Planta baixa de arquitetura/ Fonte: Autoria própria (2016)**

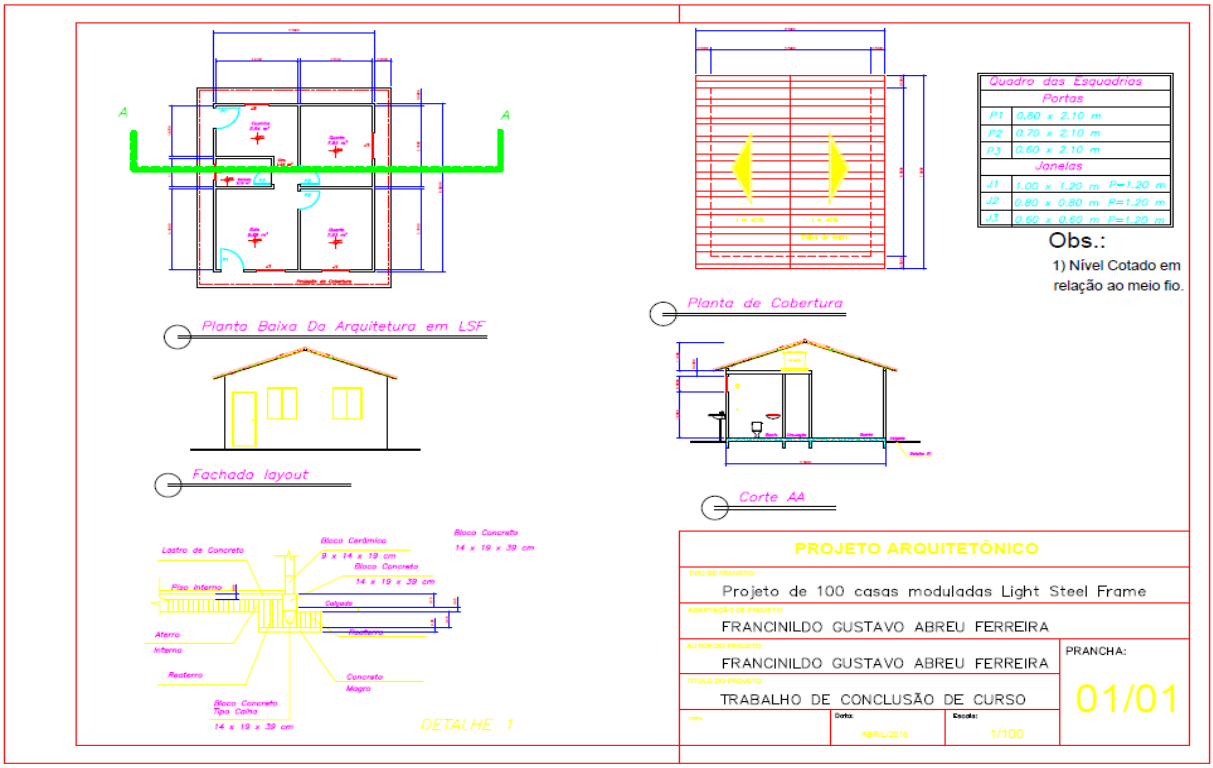



**ANEXO E- PLATA BAIXA/CORTES/FAIXADA/COBERTURA/FUNDAÇÃO DOS SISTEMAS**

**Plata baixa/Cortes/Faixada/Cobertura/Fundação- Sistema Convencional**

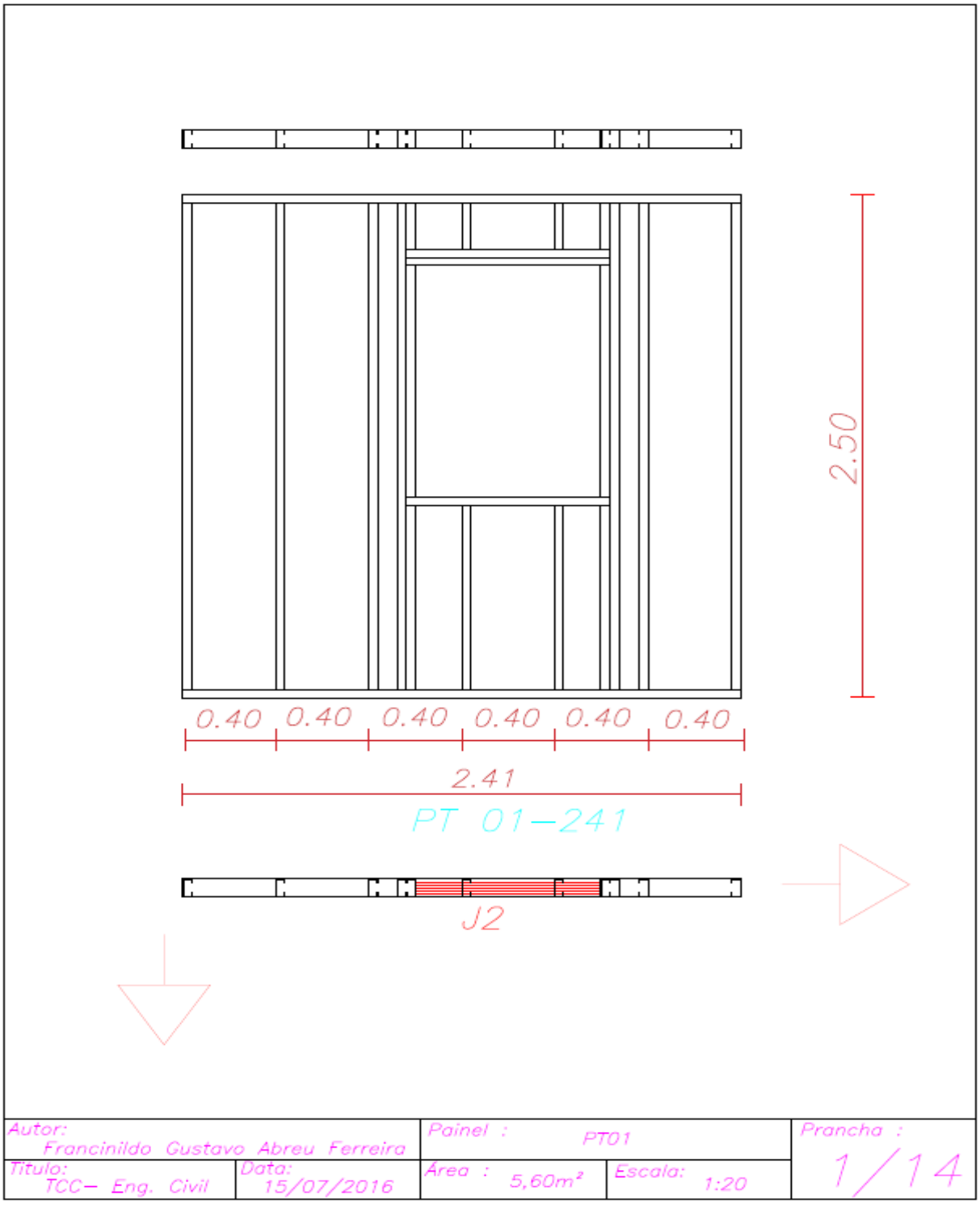



**PLATA BAIXA/CORTES/FAIXADA/COBERTURA/FUNDAÇÃO- SISTEMA LIGHT STEEL FRAME/**
**Fonte: Autoria própria (2016)**

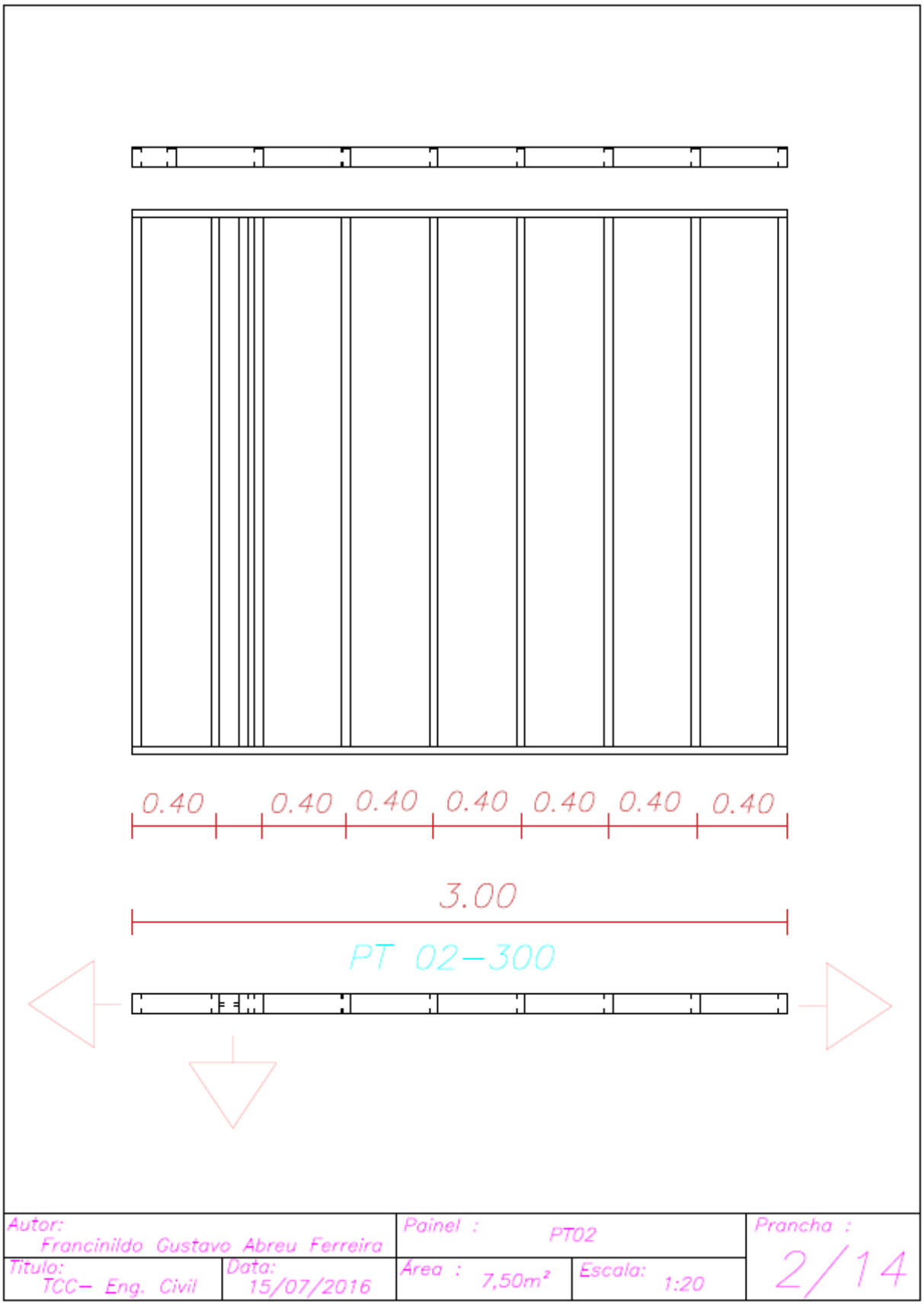


## APÊNDICES

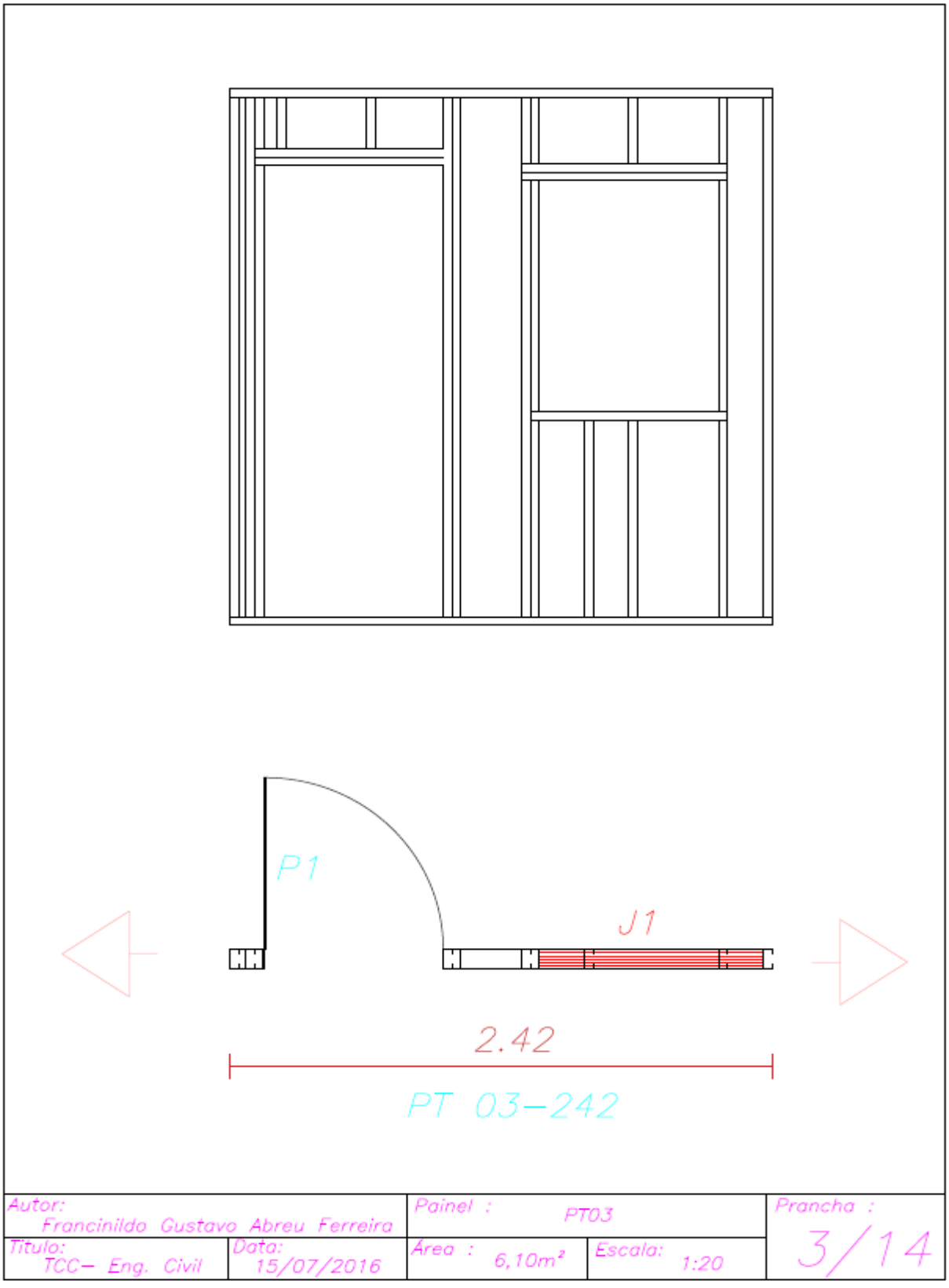
### APÊNDICE A – Detalhamento dos painéis e cobertura do sistema Light Steel Frame



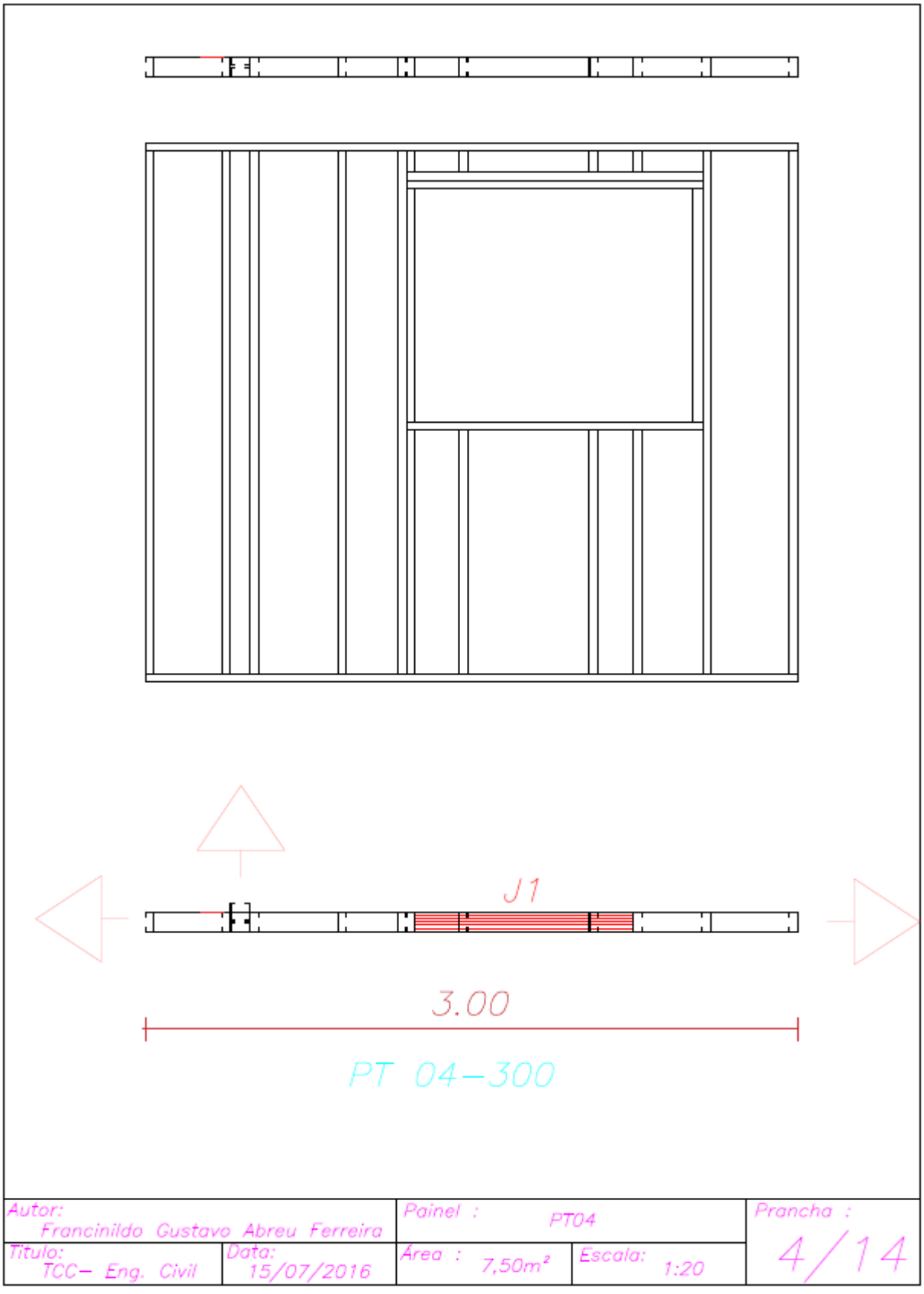

**Fonte: Autoria própria (2016)**



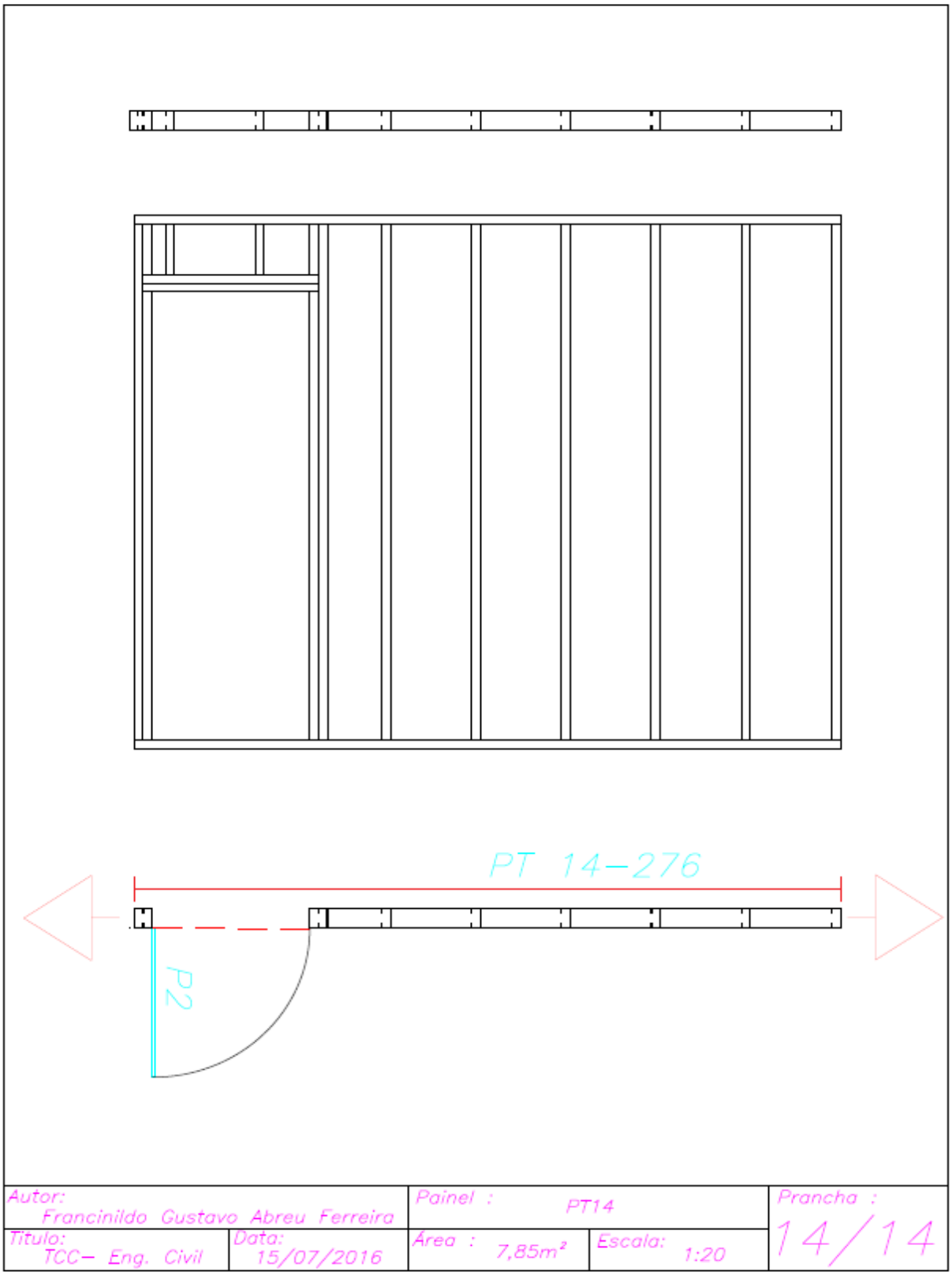

**Fonte: Autoria própria (2016)**



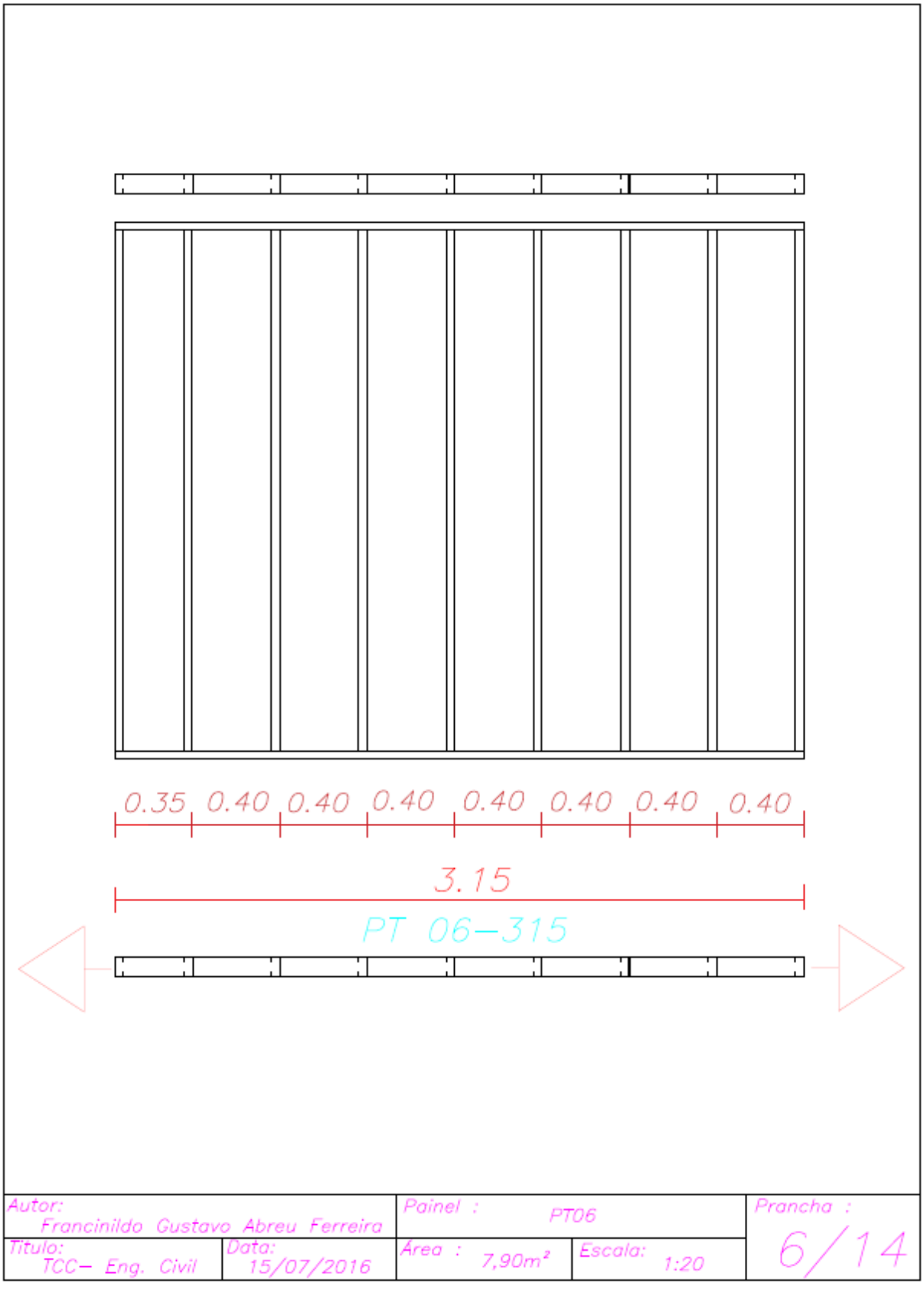

**Fonte: Autoria própria (2016)**



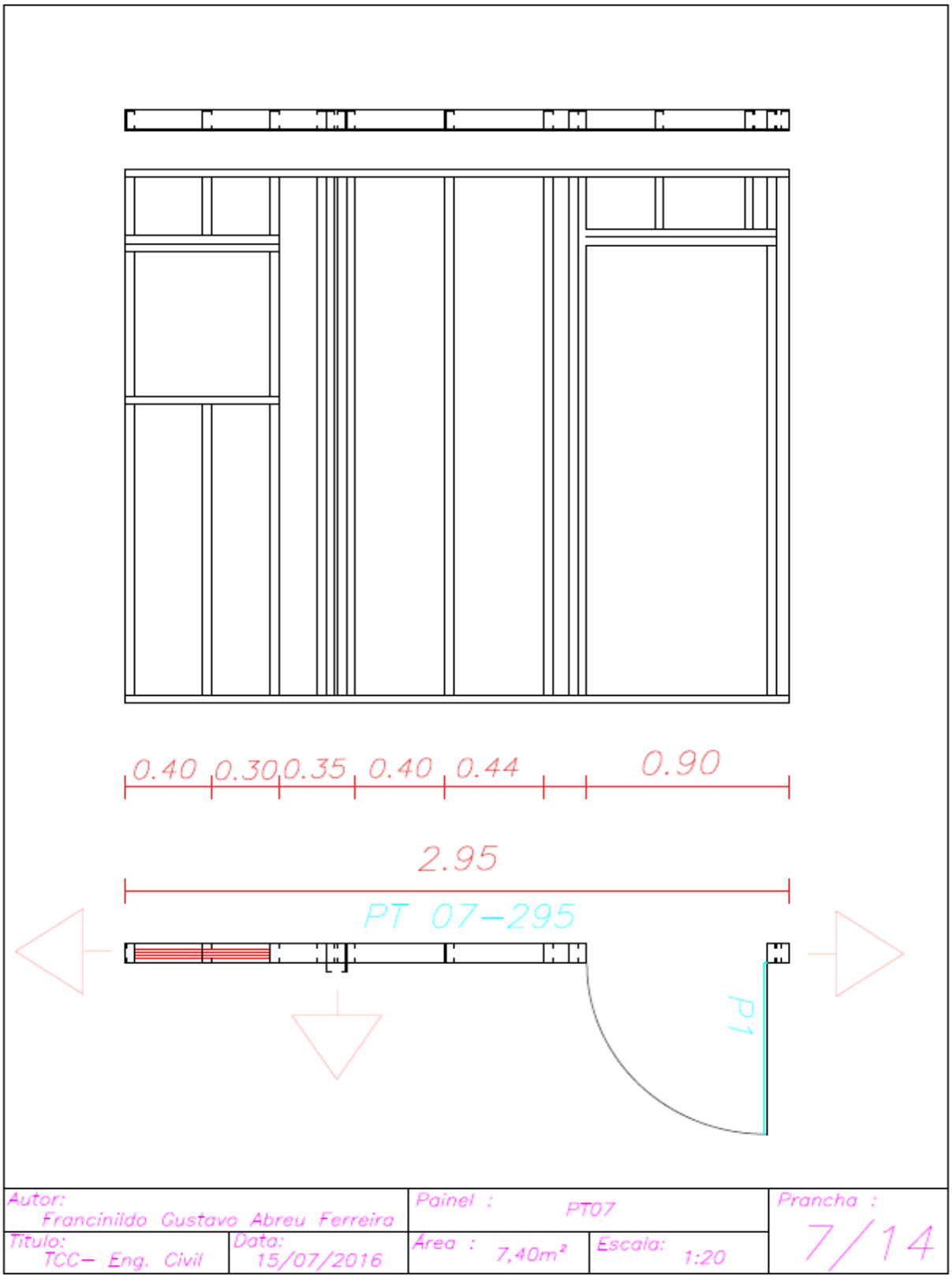

**Fonte: Autoria própria (2016)**



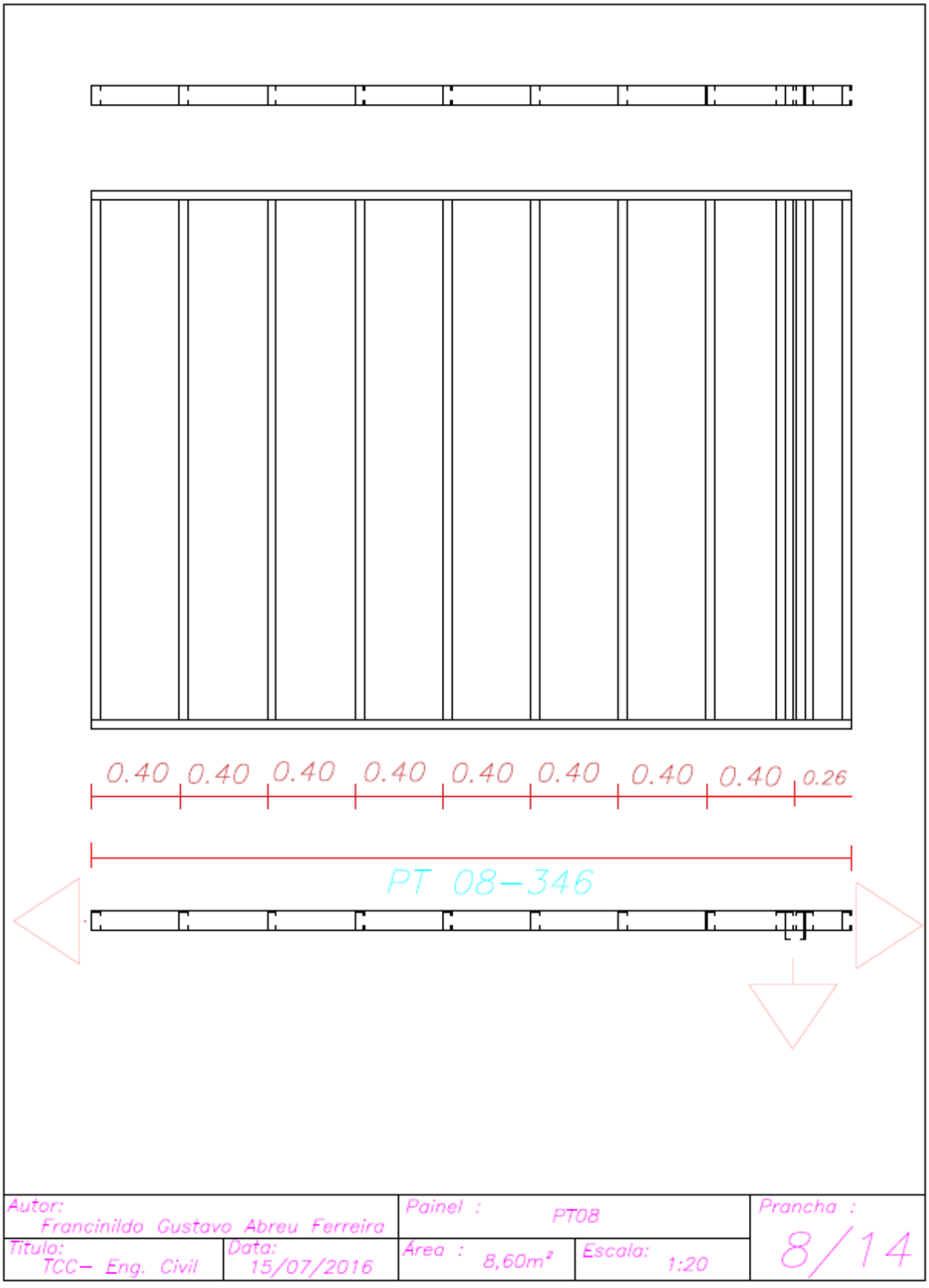

**Fonte: Autoria própria (2016)**



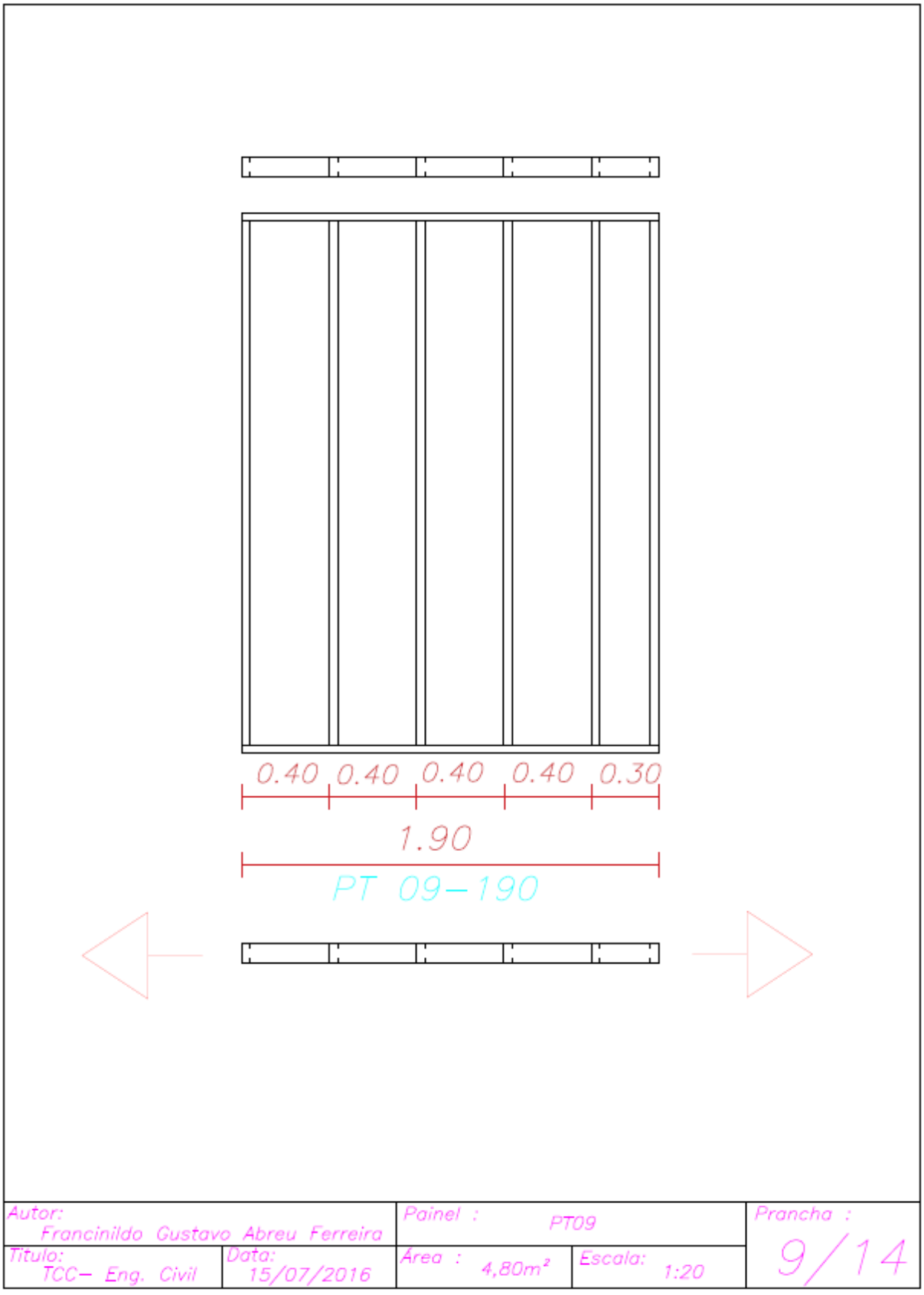

**Fonte: Autoria própria (2016)**



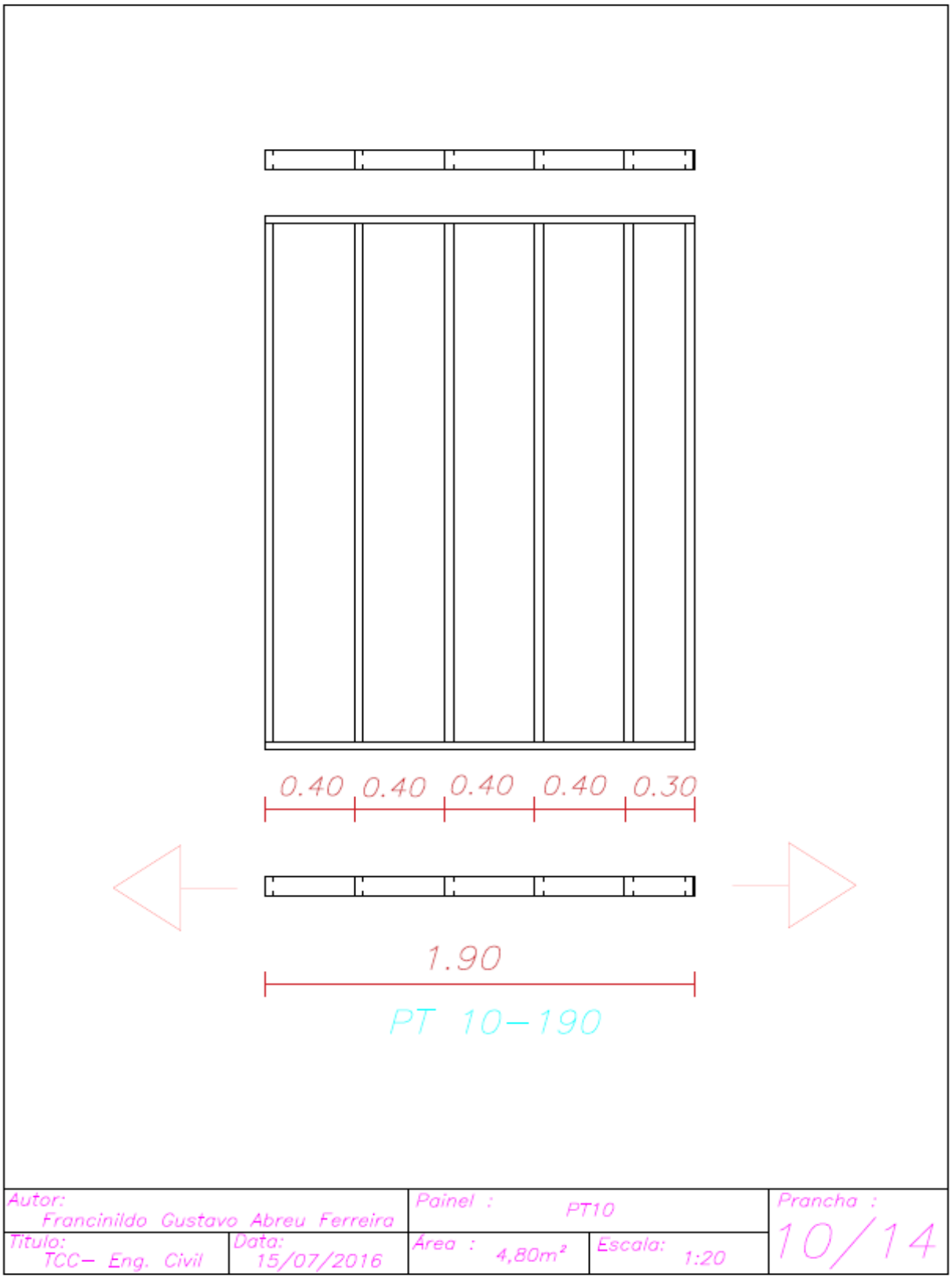

**Fonte: Autoria própria (2016)**



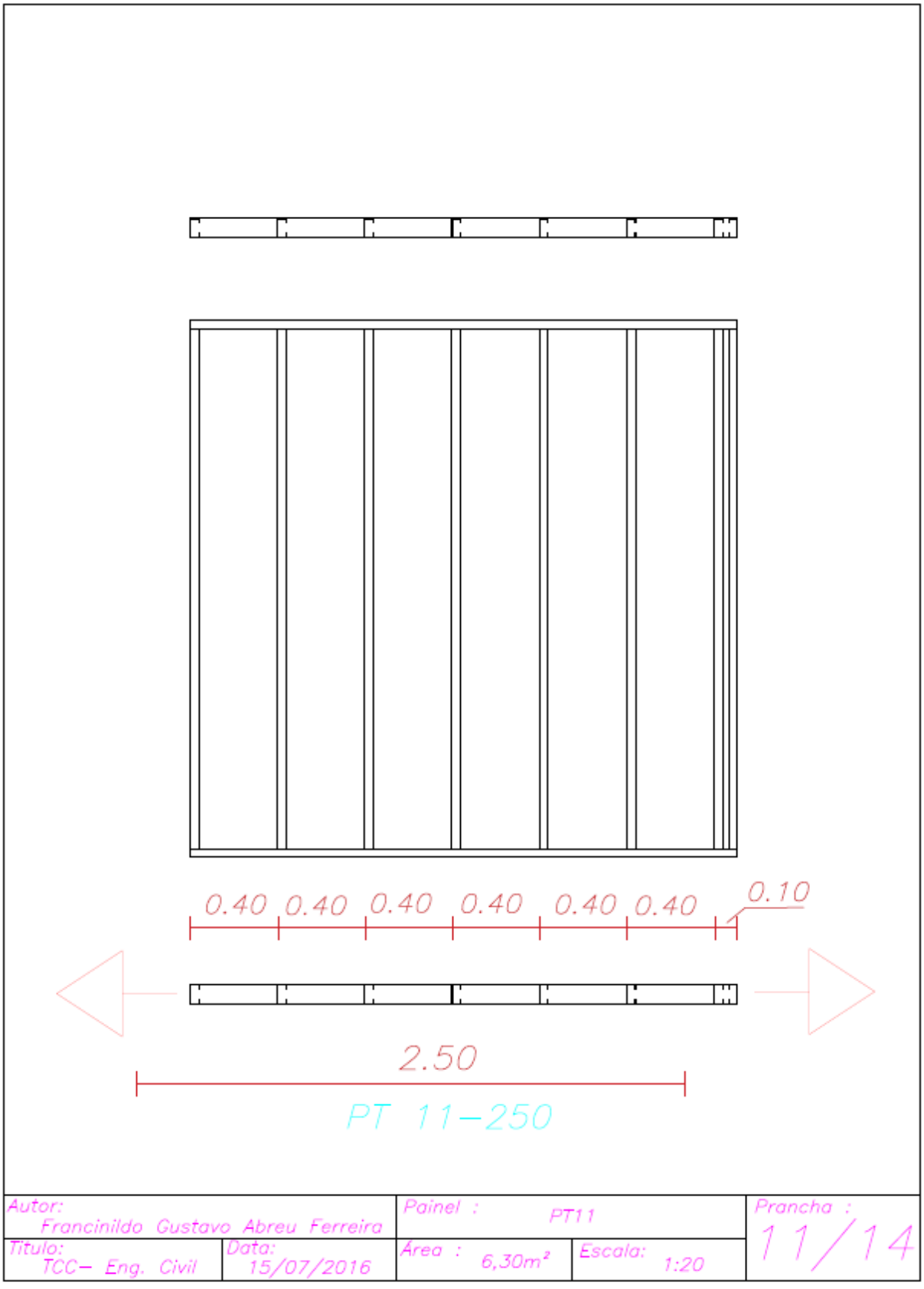

**Fonte: Autoria própria (2016)**



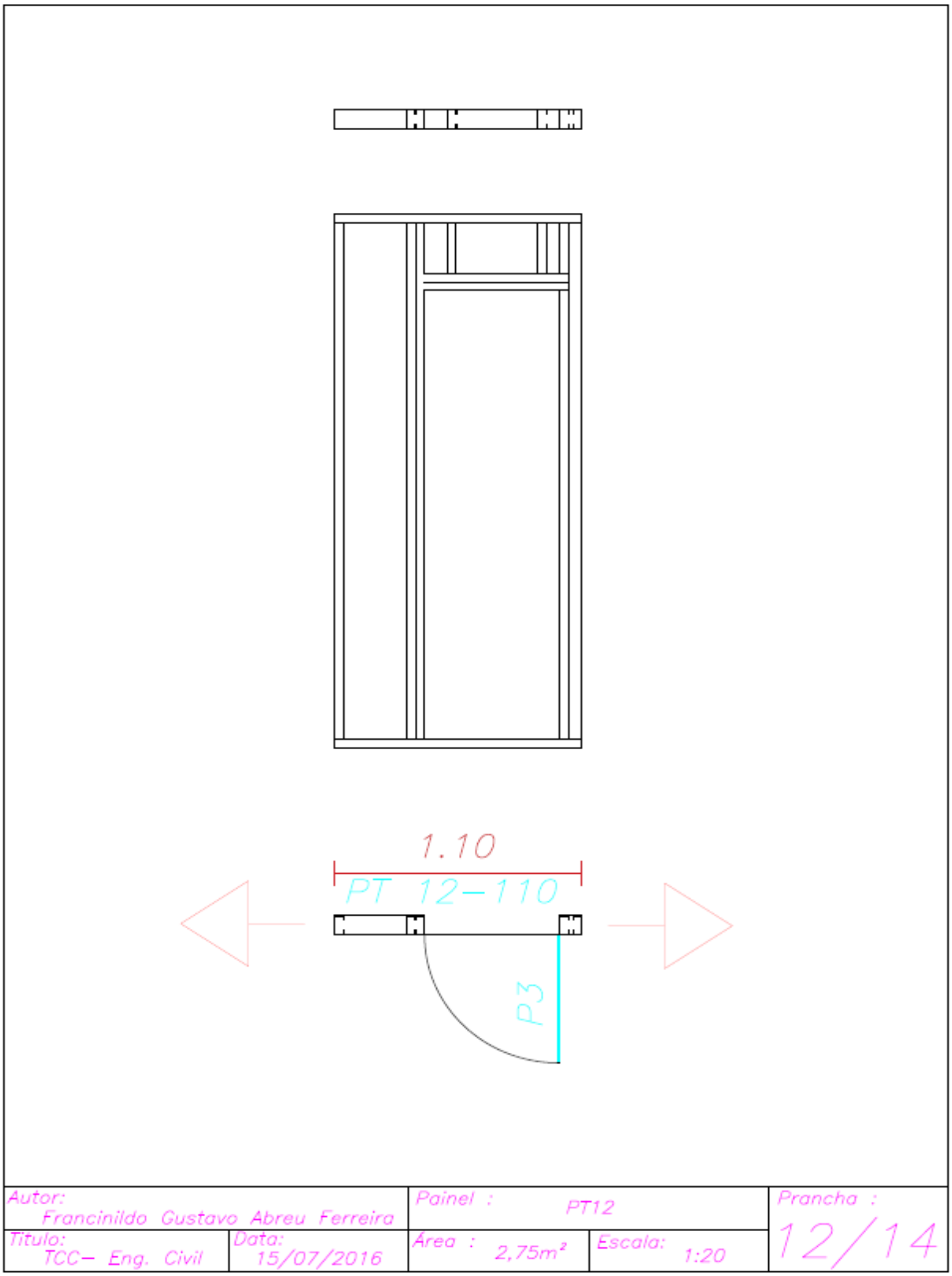

**Fonte: Autoria própria (2016)**



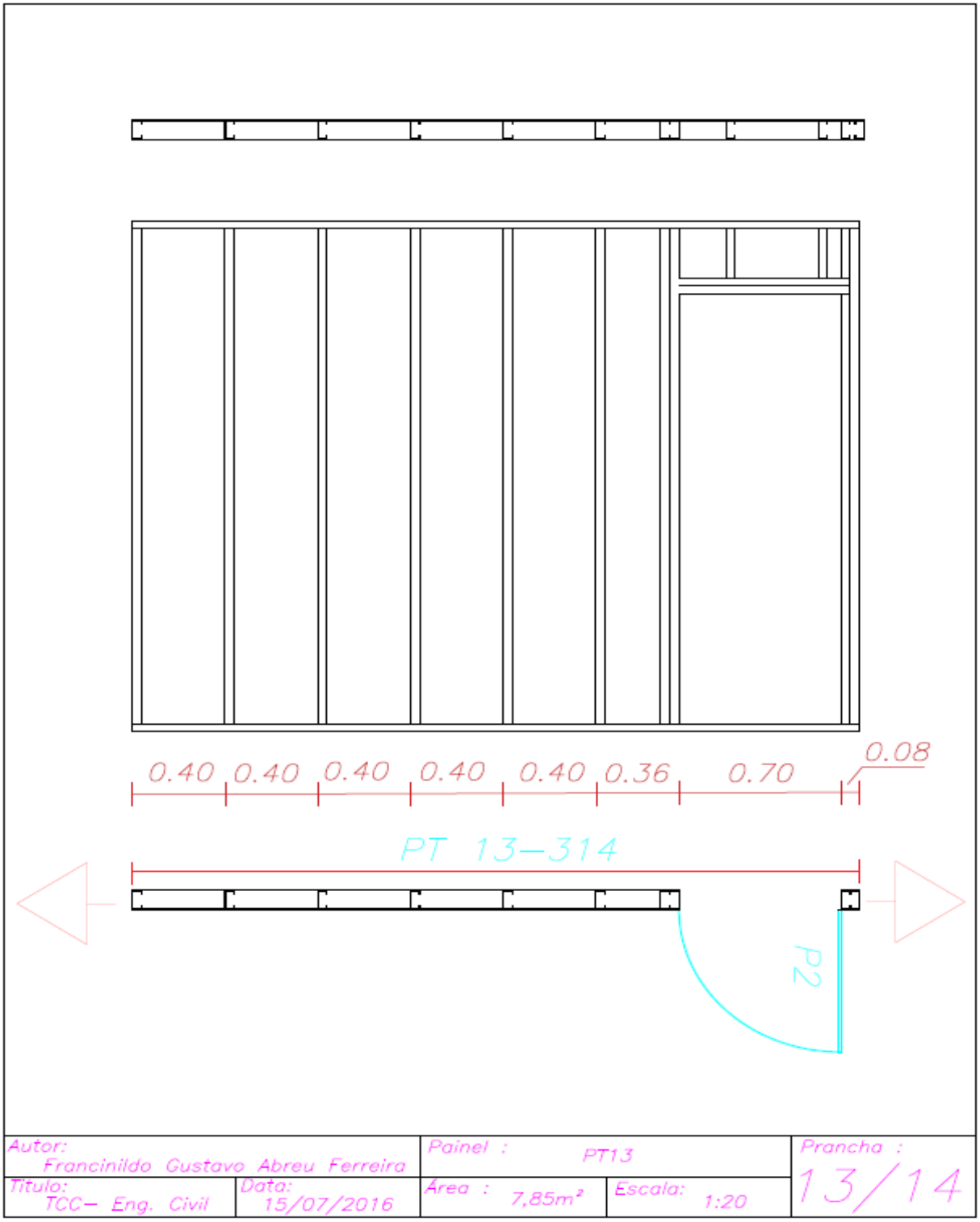

**Fonte: Autoria própria (2016)**



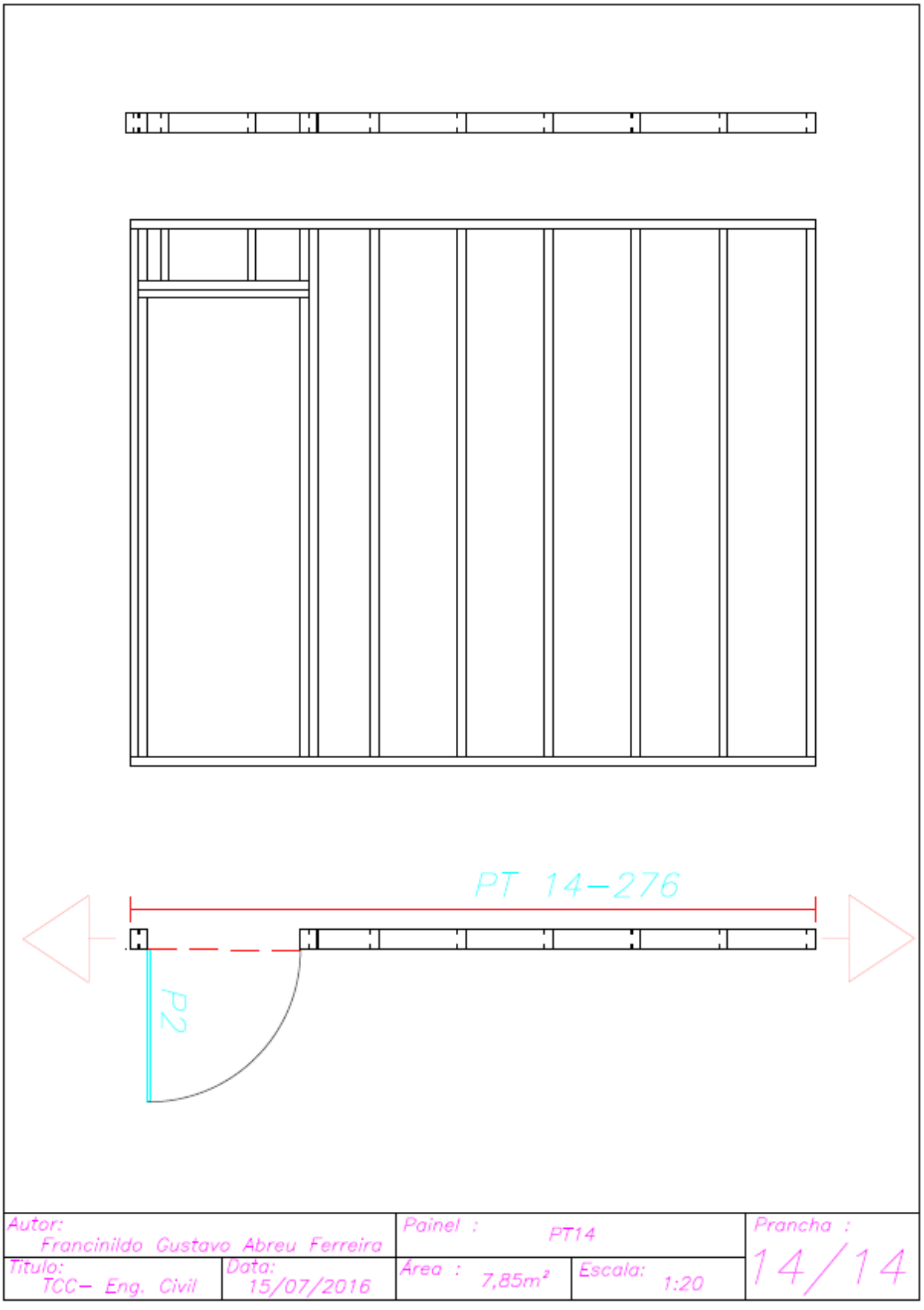

**Fonte: Autoria própria (2016)**



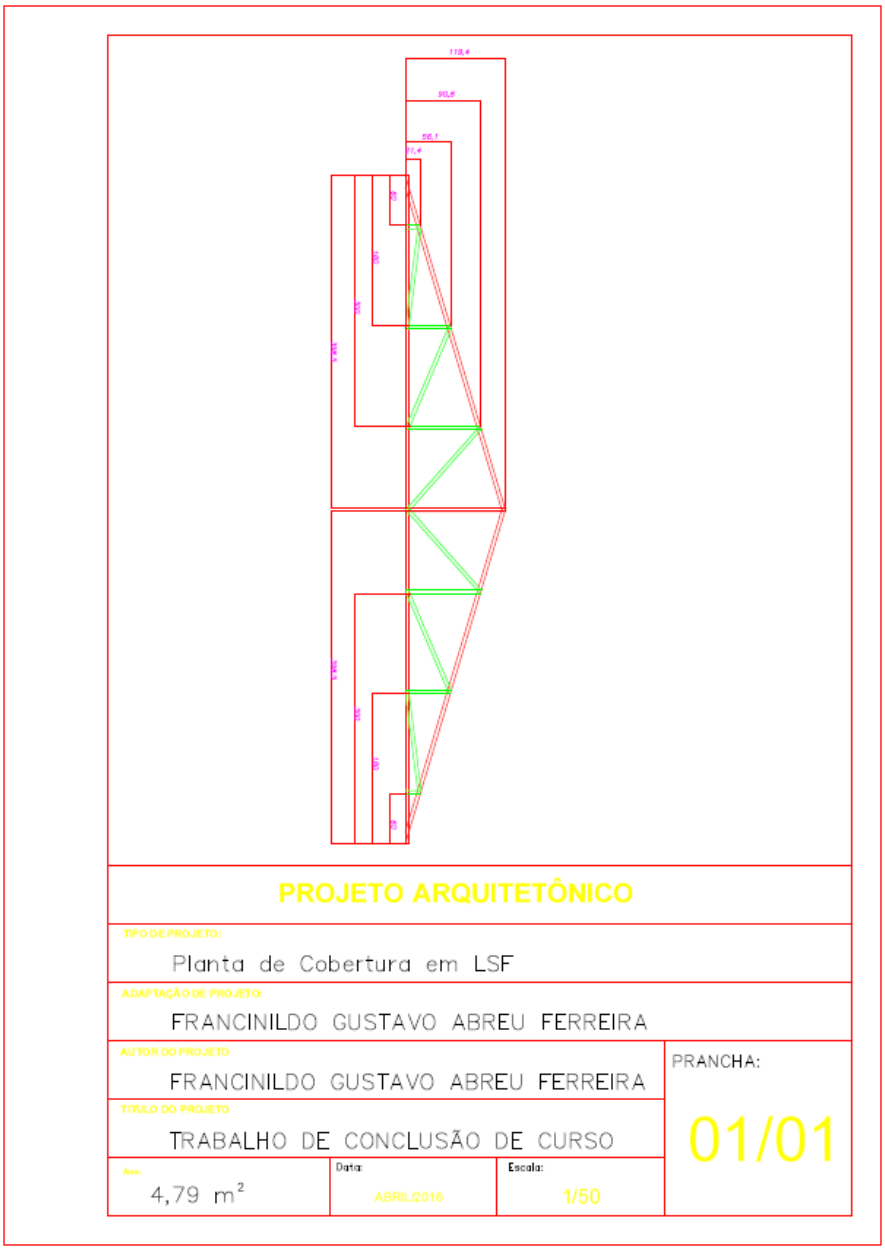

**Fonte: Autoria própria (2016)**




**Fonte: Autoria própria (2016)**


PT 14-276
P2
Autor:
Francinildo Gustavo Abreu Ferreira
Painel : PT14
Prancha :
14/14
Titulo:
TCC- Eng. Civil
Data:
15/07/2016
Área : 7,85m²
Escala:
1:20

**Fonte: Autoria própria (2016)**




**Fonte: Autoria própria (2016)**

## APÊNDICE B – Composições unitárias do Sistema LSF

| Composição Unitária Estrutura em LSF | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | Mão de Obra | Quantidade | Salário Base | E.S | Total |
| | Montador | 0,25 | 7,2 | 6,26 | 3,365 |
| | Servente | 0,25 | 4,88 | 4,25 | 2,2825 |
| Total A | | | | | 5,6475 |

| Código | Materiais | Quantidade | Unid. | Custo Uni. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | MONTANTE M90x40x0,90mm | 3,62 | M | 12,64 | 45,7568 |
| | GUIA G92x38x0,80mm | 1,34 | M | 12,32 | 16,5088 |
| | PARAFUSO AUTOTR. 4,8x19mm ZINCADO | 9 | Uni | 0,1 | 0,9 |
| | CONECTOR DE ANCORAGEM | 0,25 | Uni | 17,26 | 4,315 |
| | FITA 50 0,95mm | 1,015 | m | 1,83 | 1,85745 |
| | TENSIONADOR DE FITA 2,65mm | 0,125 | Uni | 2,51 | 0,31375 |
| | PLACA DE GOUSSET 20x20 | 0,25 | Uni | 16,31 | 4,0775 |
| Total B | | | | | 73,7293 |

| Código | Equipamento | Quantidade | Unid. | Custo Unit. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | PARAFUSADEIRA | 0,1 | H | 0,05 | 0,005 |
| | POLICORTE | 0,05 | H | 0,1 | 0,005 |
| Total C | | | | | 0,01 |
| | | | | | |
| Preço Unitário do Serviço = A+B+C+D | | | | | 79,3868 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**

| Composição Unitária De Placa cimenticia para Estrutura em LSF | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | Mão de Obra | Quantidade | Salário Base | E.S | Total |
| | Montador | 0,13333 | 7,2 | 6,26 | 1,79 |
| | Servente | 0,13333 | 4,88 | 4,25 | 1,22 |
| Total A | | | | | 3,01 |

| Código | Materiais | Quantidade | Unid. | Custo uni. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | PLACA CIMENTICIA 90x180cmx12,5mm | 0,62728 | M² | 32,49 | 20,38 |
| | PARAFUSO AUTOTR. 4,8x19mm ZINCADO | 0,19685 | M | 4,92 | 0,97 |
| | MASSA DE JUNTA SACO COM 20KG | 0,0775 | Uni | 91 | 7,05 |
| | FITA DE FIBRA DE VIDRO | 0,03693 | Uni | 22 | 0,81 |
| 3 | | | | | 29,21 |

| Código | Equipamento | Quantidade | Unid. | Custo Unit. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | PARAFUSADEIRA | 0,1 | H | 0,05 | 0,005 |
| Total C | | | | | 0,005 |
| | | | | | |
| Preço Unitário do Serviço = A+B+C+D | | | | | 32,23 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**

| Composição Unitária Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico para Estrutura em LSF | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | Mão de Obra | Quantidade | Salário Base | E.S | Total |
| | Montador | 0,08625 | 7,2 | 6,26 | 1,16 |
| | Servente | 0,08625 | 4,88 | 4,25 | 0,79 |
| Total A | | | | | 1,95 |

| Código | Materiais | Quantidade | Unid. | Custo Uni. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | Lã de Pet ISOSOFT IE50 | 0,09423 | M² | 141 | 13,29 |
| Tota B | | | | | 13,29 |

| Código | Equipamento | Quantidade | Unid. | Custo Unit. | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| Total C | | | | | |
| | | | | | |
| Preço Unitário do Serviço = A+B+C+D | | | | | 15,23 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**

## APÊNDICE C – Custos diretos do sistema em alvenaria convencional

| Sistema Convencional em concreto armado | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Item | Descrição | Unid. | Quant. | Custo Unitário | Custo Total |
| | | | | | |
| **1.0** | **Serviços Preliminares** | | | | **R$ 493,78** |
| 1.1 | LIMPEZA MANUAL DO TERRENO COM RASPAGEM SUPERFICIAL | m² | 150 | R$ 2,28 | R$ 342,00 |
| 1.2 | LOCAÇÃO DE OBRA COM GABARITO DE TÁBUA CONTÍNUA 15 CM E PONTALETES 3X3" A C/ 1,5 M | m² | 36,84 | R$ 4,12 | R$ 151,78 |
| **2.0** | **Fundações** | | | | **R$ 3.285,07** |
| 2.1 | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS RASAS EM QUALQUER TERRENO, EXCETO ROCHA, P/ FUNDAÇÕES RASAS - BALDRAME | m³ | 3,71 | R$ 22,76 | R$ 84,44 |
| 2.2 | APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA COM MAÇO DE 30 Kg | m² | 14,84 | R$ 15,51 | R$ 230,17 |
| 2.3 | REATERRO MANUAL APILOADO DE VALAS C/ MATERIAL DE OBRA | m³ | 3,71 | R$ 25,33 | R$ 93,97 |
| 2.4 | ATERRO INTERNO COMPACTADO MANUALMENTE | m³ | 2,7 | R$ 17,95 | R$ 48,47 |
| 2.5 | LASTRO DE CONCRETO MAGRO E = 5 cm | m³ | 0,74 | R$ 35,09 | R$ 25,97 |
| 2.6 | VIGA BALDRAME COMPOSTA DE BLOCOS DE CONCRETO TIPO CALHA 14X19X39 cm NA 1ª FIADA E BLOCOS DE CONCRETO 14X19X39 cm CHEIOS DE CONCRETO 20 MPa, INCL. ARMAÇÃO C/ 2 BARRAS DE FERRO CORRIDOS DIAM. 8.0 mm NA 1ª FIADA E GRAMPOS METÁLICOS NA 2ª FIADA, CONFORME PROJETO | m | 37,87 | R$ 68,24 | R$ 2.584,25 |
| 2.7 | PINTURA IMPERMEABILIZANTE UTILIZANDO NEUTROL 2 DEMÃOS | m² | 30,42 | R$ 7,16 | R$ 217,81 |
| **3.0** | **Super Estrutura** | | | | **R$ 6.989,93** |
| 3.1 | Forma pinus p/ pilar - s/reap | m² | 4,8 | R$ 47,13 | R$ 226,22 |
| 3.2 | Forma pinus p/ viga superestr. - s/ reap | m² | 15,2 | R$ 53,25 | R$ 809,40 |
| 3.3 | Concreto Fck=25,0MPA, virado em betoneira, sem lançamento | m³ | 0,92 | R$ 307,59 | R$ 282,98 |
| 3.4 | Lançamento manual de concreto em estruturas | m³ | 0,92 | R$ 81,69 | R$ 75,15 |
| 3.5 | Armadura CA-50, Ø 8,00mm (5/16"), p=0,39Kg/m | kg | 19,97 | R$ 6,67 | R$ 133,20 |
| 3.6 | Armadura CA-50, Ø 6,30mm (1/4"), p=0,25Kg/m | kg | 46,5 | R$ 6,67 | R$ 310,16 |
| 3.7 | Armadura CA-60, Ø4,20mm, p=0,109Kg/m | kg | 90,75 | R$ 6,64 | R$ 602,58 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.8 | Alv.tij.(9x14x19) 9cm,arg.mista(1:4+130Kg cim/m3) | m² | 102,9 | R$ 44,22 | R$ 4.550,24 |
| **4.0** | **FORROS** | | | | **R$ 2.312,12** |
| 4.1 | Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes | m² | 54,16 | R$ 36,00 | R$ 1.949,76 |
| 4.2 | Forro lambri Pinnus, larg=7cm, s/tarugamento | m² | 3,1 | R$ 116,89 | R$ 362,36 |
| **5.0** | **Cobertura** | | | | **R$ 3.310,30** |
| 5.1 | Estrutura de madeira, para telha de fibrocimento | m² | 56,38 | R$ 30,41 | R$ 1.714,52 |
| 5.2 | Cobertura em telha de fibrocimento | m² | 56,38 | R$ 24,10 | R$ 1.358,76 |
| 5.3 | Cumeeira universal para telha de fibrocimento, espessura 6mm | m | 7,2 | R$ 32,92 | R$ 237,02 |
| **6** | **Esquadrias** | | | | **R$ 3.786,01** |
| 6.1 | PORTA DE MADEIRA ALMOFADADA 0,80 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 3,36 | R$ 327,99 | R$ 1.102,05 |
| 6.2 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,70 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 2,94 | R$ 303,87 | R$ 893,36 |
| 6.3 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,60 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 1,26 | R$ 279,74 | R$ 352,47 |
| 6.4 | FECHADURA TIPO CILINDRO COMPLETA + DOBRADIÇAS EM METAL CROMADO P/ PORTA EXTERNA | CJ | 2 | R$ 193,03 | R$ 386,06 |
| 6.5 | CONJUNTO DE FERRAGENS C/ 1 TARJETA E 3 DOBRADIÇAS FERRO NIQUELADO SIMPLES - PORTAS DOS QUARTOS E BANHEIRO | CJ | 3 | R$ 60,00 | R$ 180,00 |
| 6.6 | JANELA DE ABRIR 2 FOLHAS DE MADEIRA PARA PINTURA TIPO VENEZIANA/VIDRO, INCL. FERRAGENS 1,00 X 1,20 m | m² | 3,6 | R$ 221,04 | R$ 795,74 |
| 6.7 | BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO,INCL. FERRAGENS, 0,80 X 0,80 m | m² | 0,64 | R$ 76,32 | R$ 48,84 |
| 6.8 | BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO, INCL. FERRAGENS, 0,60 X 0,60 m | m² | 0,36 | R$ 76,32 | R$ 27,48 |
| **7.0** | **REVESTIMENTOS INTERNOS** | | | | **R$ 5.222,51** |
| 7.1 | Chapisco Traço 1:4 (cimento e areia grossa), espessura 0,5 cm | m² | 120 | R$ 6,67 | R$ 800,40 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.2 | Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm | m² | 120 | R$ 20,52 | R$ 2.462,40 |
| 7.3 | Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm | m² | 105,75 | R$ 13,83 | R$ 1.462,52 |
| 7.4 | Revest. azulejo branco 15x15 cm 1a categoria, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante | m² | 14,25 | R$ 34,89 | R$ 497,18 |
| **8.0** | **REVESTIMENTOS EXTERNOS** | | | | **R$ 2.857,29** |
| 8.1 | Chapisco Traço 1:3 (cimento e areia média), espessura 0,5 cm | m² | 72,52 | R$ 4,21 | R$ 305,31 |
| 8.2 | Emboço Traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média), espessura 2 cm | m² | 72,52 | R$ 21,36 | R$ 1.549,03 |
| 8.3 | Reboco Traço 1:4,5 (cal e areia fina), espessura 0,5 cm | m² | 72,52 | R$ 13,83 | R$ 1.002,95 |
| **9.0** | **Pintura** | | | | **R$ 4.485,16** |
| 9.1 | Emassamento para pintura acrílica | m² | 72,52 | R$ 12,39 | R$ 898,52 |
| 9.2 | Pintura latex acrilica em duas demãos | m² | 72,52 | R$ 10,33 | R$ 748,89 |
| 9.3 | Emassamento para pintura latex PVA | m² | 99,03 | R$ 10,04 | R$ 994,26 |
| 9.4 | Pintura latex PVA, duas demãos | m² | 99,03 | R$ 12,53 | R$ 1.240,85 |
| 9.4 | Verniz sintético em madeira, duas demãos | m² | 41,08 | R$ 14,67 | R$ 602,64 |
| **10.0** | **Vidros** | | | | **R$ 264,32** |
| 10.1 | VIDRO LISO INCOLOR ESP.= 3 mm | m² | 2,12 | R$ 103,66 | R$ 219,76 |
| 10.2 | VIDRO FANTASIA INCOLOR MINI-BOREAU ESP=3mm | m² | 0,36 | R$ 123,78 | R$ 44,56 |
| **11.0** | **Pisos** | | | | **R$ 3.756,41** |
| 11.1 | LASTRO DE CONCRETO FCK 10 Mpa SARRAFEADO PARA CONTRAPISO, E = 6 cm | m³ | 2,01 | R$ 38,60 | R$ 77,59 |
| 11.2 | CALÇADA DE PROTEÇÃO EM CONCRETO MAGRO, E = 5 cm E LARGURA DE 60 cm | m² | 16,06 | R$ 162,37 | R$ 2.607,66 |
| 11.3 | PISO CIMENTADO LISO E=2,5 cm COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:3 | m² | 33,78 | R$ 31,71 | R$ 1.071,16 |
| **12.0** | **Instalações Elétricas** | | | | **R$ 2.276,31** |
| 12.1 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 20 mm | m | 19 | R$ 6,27 | R$ 119,13 |
| 12.2 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 25 mm | m | 6 | R$ 7,27 | R$ 43,62 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12.3 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 32 mm | m | 30 | R$ 9,04 | R$ 271,20 |
| 12.4 | CAIXA ELETRODUTO PVC 4 X 2" | UNID. | 15 | R$ 4,35 | R$ 65,25 |
| 12.5 | CAIXA ELETRODUTO PVC 3 X 3" | UNID. | 1 | R$ 6,78 | R$ 6,78 |
| 12.6 | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO P/ 6 CIRCUITOS | UNID. | 1 | R$ 52,62 | R$ 52,62 |
| 12.7 | RECEPTÁCULO DE PORCELANA P/ LÂMPADA INCANDESCENTE | UNID. | 4 | R$ 98,71 | R$ 394,84 |
| 12.8 | PLAFONIER EM ABS LINHA POPULAR P/ LÂMPADA INCANDESCENTE | UNID. | 3 | R$ 33,28 | R$ 99,84 |
| 12.9 | INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES | UNID. | 2 | R$ 15,02 | R$ 30,04 |
| 12.10 | INTERRUPTOR 2 TECLA SIMPLES | UNID. | 2 | R$ 16,88 | R$ 33,76 |
| 12.11 | INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES CONJUGADO COM 1 TOMADA UNIVERSAL 2P+T | UNID. | 1 | R$ 20,98 | R$ 20,98 |
| 12.12 | TOMADA UNIVERSAL 2P+T | UNID. | 6 | R$ 20,98 | R$ 125,88 |
| 12.13 | CONJUNTO DE 2 TOMADAS 2P+T CONJUGADAS | UNID. | 1 | R$ 144,81 | R$ 144,81 |
| 12.14 | PLACA DE ACABAMENTO EM BAQUELITE COM FURO CENTRAL P/ PONTO DE CHUVEIRO ELÉTRICO | UNID. | 1 | R$ 3,45 | R$ 3,45 |
| 12.15 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 10A | UNID. | 2 | R$ 10,32 | R$ 20,64 |
| 12.16 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 20A | UNID. | 1 | R$ 10,32 | R$ 10,32 |
| 12.17 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 35A | UNID. | 1 | R$ 10,32 | R$ 10,32 |
| 12.18 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 1,5 mm² | m | 104 | R$ 1,72 | R$ 178,88 |
| 12.19 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 2,5 mm² | m | 49 | R$ 2,62 | R$ 128,38 |
| 12.20 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 6 mm² | m | 27 | R$ 5,61 | R$ 151,47 |
| 12.21 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 1kV # 10 mm² | m | 30 | R$ 6,27 | R$ 188,10 |
| 12.22 | PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA MONOFÁSICO EM POSTE DE CONCRETO 5M, COMPLETO, INCLUSIVE ATERRAMENTO E CAIXA P/ MEDIDOR C/DISJUNTOR MONOFÁSICO DE 50ª | UNID. | 1 | R$ 176,00 | R$ 176,00 |
| **13.0** | **Instalações Hidráulicas** | | | | **R$ 1.580,73** |
| 13.1 | TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 20 mm | m | 20 | R$ 7,56 | R$ 151,20 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.2 | TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm | m | 7 | R$ 7,79 | R$ 54,53 |
| 13.3 | TÊ PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm | UNID. | 4 | R$ 4,48 | R$ 17,92 |
| 13.4 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º DIAM.= 20 mm | UNID. | 8 | R$ 4,78 | R$ 38,24 |
| 13.5 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º DIAM.= 25 mm | UNID. | 3 | R$ 5,01 | R$ 15,03 |
| 13.6 | JOELHO PVC SOLDÁVEL LR C/ BUCHA DE LATÃO DIAM.= 20 mm X 1/2" | UNID. | 5 | R$ 5,02 | R$ 25,10 |
| 13.7 | BUCHA DE REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL 25 mm X 20 mm | UNID. | 5 | R$ 0,80 | R$ 4,00 |
| 13.8 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 20 mm X 1/2" | UNID. | 2 | R$ 1,05 | R$ 2,10 |
| 13.9 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 25 mm X 3/4" | UNID. | 4 | R$ 1,10 | R$ 4,40 |
| 13.10 | FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 20 mm | UNID. | 1 | R$ 1,06 | R$ 1,06 |
| 13.11 | FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 25 mm | UNID. | 3 | R$ 0,97 | R$ 2,91 |
| 13.12 | RESERVATÓRIO DE FIBRA DE VIDRO CAPACIDADE 500 L, INCL. TAMPA | UNID. | 1 | R$ 320,00 | R$ 320,00 |
| 13.13 | REGISTRO GAVETA BRUTO DIAM.= 3/4" ( 25 mm ) | UNID. | 1 | R$ 60,00 | R$ 60,00 |
| 13.14 | REGISTRO GAVETA METAL CROMADO DIAM. 3/4" | UNID. | 1 | R$ 63,23 | R$ 63,23 |
| 13.15 | REGISTRO PRESSÃO METAL CROMADO DIAM.= 1/2" | UNID. | 1 | R$ 67,11 | R$ 67,11 |
| 13.16 | TORNEIRA DE BÓIA P/ RESERVATÓRIO DIAM.= 1/2" | UNID. | 1 | R$ 14,20 | R$ 14,20 |
| 13.17 | VASO SANITÁRIO DE LOUÇA BRANCA LINHA POPULAR C/ CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA EXTERNA, INCL. ENGATE PVC, TUBO DE DESCARGA E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 163,26 | R$ 163,26 |
| 13.18 | LAVATÓRIO PEQUENO DE LOUÇA BRANCA SEM COLUNA, INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 98,12 | R$ 98,12 |
| 13.19 | PIA DE MÁRMORE SINTÉTICO 1,20 X 0,54 m, INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 98,24 | R$ 98,24 |
| 13.20 | TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO PEQUENO ( 22 L ), 1 CUBA, | UNID. | 1 | R$ 123,41 | R$ 123,41 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | | | | |
| 13.21 | TORNEIRA DE PAREDE PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ PIA DE COZINHA | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.22 | TORNEIRA DE PAREDE PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ TANQUE | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.23 | TORNEIRA DE BANCADA PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ LAVATÓRIO | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.24 | KIT DE ACESSÓRIOS P/ BANHEIRO COMPOSTO DE PAPELEIRA, SABONETEIRA, CABIDE E PORTA TOALHA EM ABS CROMADO LINHA POPULAR | UNID. | 1 | R$ 172,32 | R$ 172,32 |
| 13.25 | CHUVEIRO PLÁSTICO BRANCO, INCL. BRAÇO PVC BRANCO DIAM. = 1/2" E CANOPLA | UNID. | 1 | R$ 10,00 | R$ 10,00 |
| 13.26 | KIT CAVALETE DE PVC ROSCÁVEL DIAM. 3/4" CONFORME PADRÃO DA CONCESSIONÁRIA, INCL. BASE DE PROTEÇÃO EM CONCRETO SIMPLES 20 X 40 X 5 cm | UNID. | 1 | R$ 43,00 | R$ 43,00 |
| **14.0** | **Instalações Sanitárias** | | | | **R$ 3.630,91** |
| 14.1 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm | m | 10 | R$ 23,92 | R$ 239,20 |
| 14.2 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 50 mm | m | 2 | R$ 13,32 | R$ 26,64 |
| 14.3 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | m | 12 | R$ 17,44 | R$ 209,28 |
| 14.4 | CURVA CURTA PVC SIMPLES 90º P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm | UNID | 3 | R$ 17,23 | R$ 51,69 |
| 14.5 | CURVA CURTA PVC SIMPLES 90º P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | UNID | 3 | R$ 16,42 | R$ 49,26 |
| 14.6 | JOELHO PVC SIMPLES 45 º P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | UNID | 2 | R$ 7,23 | R$ 14,46 |
| 14.7 | JOELHO PVC 90º P/ ESGOTO, INCL. ANEL DE BORRACHA DIAM.= 40 mm | UNID | 3 | R$ 10,04 | R$ 30,12 |
| 14.8 | TÊ PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 100 mm | UNID | 2 | R$ 25,42 | R$ 50,84 |
| 14.9 | JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 50 mm | UNID | 1 | R$ 23,99 | R$ 23,99 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 14.10 | BUCHA DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 50 X 40 mm | UNID | 1 | R$ 6,63 | R$ 6,63 |
| 14.11 | LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 40 mm | UNID | 3 | R$ 8,23 | R$ 24,69 |
| 14.12 | LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 100 mm | UNID | 1 | R$ 12,41 | R$ 12,41 |
| 14.13 | CAIXA SIFONADA DE PVC 100 X 100 X 40 COMPLETA, INCL. GRELHA E PORTA GRELHA DE PVC BRANCO | UNID | 1 | R$ 33,51 | R$ 33,51 |
| 14.14 | CAIXA DE INSPEÇÃO 60 X 60 X 50 CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO, TAMPA 70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO E REGULARIZAÇÃO DE FUNDO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:4 | UNID | 1 | R$ 123,22 | R$ 123,22 |
| 14.15 | CAIXA DE GORDURA SIMPLES 60 X 60 X 50 CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO, PLACA INTERNA E TAMPA 70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO | UNID | 1 | R$ 53,78 | R$ 53,78 |
| 14.16 | CAIXA DE PASSAGEM SINFONADA 60 X 60 X 50 CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO E TAMPA 70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO | UNID | 1 | R$ 124,42 | R$ 124,42 |
| 14.17 | FOSSA SÉPTICA DIAM.=1,2 m E ALTURA ÚTIL = 1,75 m EM ANEIS PRÉ - MOLDADOS CONFORME PROJETO | UNID | 1 | R$ 1.343,21 | R$ 1.343,21 |
| 14.18 | SUMIDOURO DIAM.=1,2 m E ALTURA ÚTIL = 1,75 m EM ANEIS PRÉ - MOLDADOS COM FURAÇÃO, INCL. LASTRO DE BRITA NO FUNDO, CONFORME PROJETO | UNID | 1 | R$ 1.213,56 | R$ 1.213,56 |
| | | | | | |
| | | | | Total | R$ 44.250,85 |

## APÊNDICE D – Custos diretos do sistema Light Steel Frame

| Sistema em Ligth Steel Frame | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Item | Descrição | Unid. | Quant. | Custo Unitário | Custo Total |
| | | | | | |
| **1.0** | **Serviços Preliminares** | | | | **R$ 493,78** |
| 1.1 | LIMPEZA MANUAL DO TERRENO COM RASPAGEM SUPERFICIAL | m² | 150 | R$ 2,28 | R$ 342,00 |
| 1.2 | LOCAÇÃO DE OBRA COM GABARITO DE TÁBUA CONTÍNUA 15 CM E PONTALETES 3X3" A C/ 1,5 M | m² | 36,84 | R$ 4,12 | R$ 151,78 |
| **2.0** | **Fundações** | | | | **R$ 3.285,07** |
| 2.1 | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS RASAS EM QUALQUER TERRENO, EXCETO ROCHA, P/ FUNDAÇÕES RASAS - BALDRAME | m³ | 3,71 | R$ 22,76 | R$ 84,44 |
| 2.2 | APILOAMENTO DE FUNDO DE VALA COM MAÇO DE 30 Kg | m² | 14,84 | R$ 15,51 | R$ 230,17 |
| 2.3 | REATERRO MANUAL APILOADO DE VALAS C/ MATERIAL DE OBRA | m³ | 3,71 | R$ 25,33 | R$ 93,97 |
| 2.4 | ATERRO INTERNO COMPACTADO MANUALMENTE | m³ | 2,7 | R$ 17,95 | R$ 48,47 |
| 2.5 | LASTRO DE CONCRETO MAGRO E = 5 cm | m³ | 0,74 | R$ 35,09 | R$ 25,97 |
| 2.6 | VIGA BALDRAME COMPOSTA DE BLOCOS DE CONCRETO TIPO CALHA 14X19X39 cm NA 1ª FIADA E BLOCOS DE CONCRETO 14X19X39 cm CHEIOS DE CONCRETO 20 MPa, INCL. ARMAÇÃO C/ 2 BARRAS DE FERRO CORRIDOS DIAM. 8.0 mm NA 1ª FIADA E GRAMPOS METÁLICOS NA 2ª FIADA, CONFORME PROJETO | m | 37,87 | R$ 68,24 | R$ 2.584,25 |
| 2.7 | PINTURA IMPERMEABILIZANTE UTILIZANDO NEUTROL 2 DEMÃOS | m² | 30,42 | R$ 7,16 | R$ 217,81 |
| **3.0** | **Super Estrutura** | | | | **R$ 11.549,59** |
| 3.1 | Estrutura em Light Steel Frame | m² | 92,85 | R$ 79,38 | R$ 7.370,43 |
| 3.2 | Vedação em Placas Cimentícias parte externa e=12,5 mm | m² | 52,23 | R$ 32,23 | R$ 1.683,37 |
| 3.3 | Vedação em Placas de Gesso acartonado parte interna | m² | 106,43 | R$ 23,45 | R$ 2.495,78 |
| **4.0** | **FORROS** | | | | **R$ 2.312,12** |
| 4.1 | Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes | m² | 54,16 | R$ 36,00 | R$ 1.949,76 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.2 | Forro lambri Pinnus, larg=7cm, s/tarugamento | m² | 3,1 | R$ 116,89 | R$ 362,36 |
| **5.0** | **Cobertura** | | | | **R$ 5.681,82** |
| 5.1 | Cobertura com telha de fibrocimento, espessura 6 mm | m² | 56,38 | R$ 25,54 | R$ 1.439,95 |
| 5.2 | CUMEEIRA TIPO ONDULINE EM ESTRUTURA METÁLICA | m | 7,2 | R$ 54,87 | R$ 395,06 |
| 5.3 | Estrutura em Light Steel Frame da cobertura | m² | 56,38 | R$ 68,23 | R$ 3.846,81 |
| **6** | **Esquadrias** | | | | **R$ 3.786,01** |
| 6.1 | PORTA DE MADEIRA ALMOFADADA 0,80 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 3,36 | R$ 327,99 | R$ 1.102,05 |
| 6.2 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,70 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 2,94 | R$ 303,87 | R$ 893,36 |
| 6.3 | PORTA DE MADEIRA COMPENSADO LISO 0,60 x 2,10 cm, E=3,5 cm P/ PINTURA, INCL. MARCO TIPO ADUELA E ALIZAR 4X1,5 cm | m² | 1,26 | R$ 279,74 | R$ 352,47 |
| 6.4 | FECHADURA TIPO CILINDRO COMPLETA + DOBRADIÇAS EM METAL CROMADO P/ PORTA EXTERNA | CJ | 2 | R$ 193,03 | R$ 386,06 |
| 6.5 | CONJUNTO DE FERRAGENS C/ 1 TARJETA E 3 DOBRADIÇAS FERRO NIQUELADO SIMPLES - PORTAS DOS QUARTOS E BANHEIRO | CJ | 3 | R$ 60,00 | R$ 180,00 |
| 6.6 | JANELA DE ABRIR 2 FOLHAS DE MADEIRA PARA PINTURA TIPO VENEZIANA/VIDRO, INCL. FERRAGENS 1,00 X 1,20 m | m² | 3,6 | R$ 221,04 | R$ 795,74 |
| 6.7 | BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO,INCL. FERRAGENS, 0,80 X 0,80 m | m² | 0,64 | R$ 76,32 | R$ 48,84 |
| 6.8 | BÁSCULA DE MADEIRA PARA PINTURA, P/ VIDRO, INCL. FERRAGENS, 0,60 X 0,60 m | m² | 0,36 | R$ 76,32 | R$ 27,48 |
| **7.0** | **REVESTIMENTOS INTERNOS** | | | | **R$ 839,73** |
| 7.1 | Membrana Hidrófuga proteção da estrutura LSF | m² | 106,43 | R$ 7,89 | R$ 839,73 |
| **8.0** | **REVESTIMENTOS EXTERNOS** | | | | **R$ 1.414,11** |
| 4.3 | Lã de pet ISOSOFT IE50 isolamento térmico e acústico | m² | 92,85 | R$ 15,23 | R$ 1.414,11 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **9.0** | **Pintura** | | | | **R$ 2.592,38** |
| 9.1 | Pintura latex acrilica em duas demãos | m² | 72,52 | R$ 10,33 | R$ 748,89 |
| 9.2 | Pintura latex PVA, duas demãos | m² | 99,03 | R$ 12,53 | R$ 1.240,85 |
| 9.3 | Verniz sintético em madeira, duas demãos | m² | 41,08 | R$ 14,67 | R$ 602,64 |
| **10.0** | **Vidros** | | | | **R$ 264,32** |
| 10.1 | VIDRO LISO INCOLOR ESP.= 3 mm | m² | 2,12 | R$ 103,66 | R$ 219,76 |
| 10.2 | VIDRO FANTASIA INCOLOR MINI-BOREAU ESP=3mm | m² | 0,36 | R$ 123,78 | R$ 44,56 |
| **11.0** | **Pisos** | | | | **R$ 3.756,41** |
| 11.1 | LASTRO DE CONCRETO FCK 10 Mpa SARRAFEADO PARA CONTRAPISO, E = 6 cm | m³ | 2,01 | R$ 38,60 | R$ 77,59 |
| 11.2 | CALÇADA DE PROTEÇÃO EM CONCRETO MAGRO, E = 5 cm E LARGURA DE 60 cm | m² | 16,06 | R$ 162,37 | R$ 2.607,66 |
| 11.3 | PISO CIMENTADO LISO E=2,5 cm COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:3 | m² | 33,78 | R$ 31,71 | R$ 1.071,16 |
| **12.0** | **Instalações Elétricas** | | | | **R$ 2.276,31** |
| 12.1 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 20 mm | m | 19 | R$ 6,27 | R$ 119,13 |
| 12.2 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 25 mm | m | 6 | R$ 7,27 | R$ 43,62 |
| 12.3 | ELETRODUTO PVC FLEXÍVEL TIPO CORRUGADO DIAM.= 32 mm | m | 30 | R$ 9,04 | R$ 271,20 |
| 12.4 | CAIXA ELETRODUTO PVC 4 X 2" | UNID. | 15 | R$ 4,35 | R$ 65,25 |
| 12.5 | CAIXA ELETRODUTO PVC 3 X 3" | UNID. | 1 | R$ 6,78 | R$ 6,78 |
| 12.6 | QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO P/ 6 CIRCUITOS | UNID. | 1 | R$ 52,62 | R$ 52,62 |
| 12.7 | RECEPTÁCULO DE PORCELANA P/ LÂMPADA INCANDESCENTE | UNID. | 4 | R$ 98,71 | R$ 394,84 |
| 12.8 | PLAFONIER EM ABS LINHA POPULAR P/ LÂMPADA INCANDESCENTE | UNID. | 3 | R$ 33,28 | R$ 99,84 |
| 12.9 | INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES | UNID. | 2 | R$ 15,02 | R$ 30,04 |
| 12.10 | INTERRUPTOR 2 TECLA SIMPLES | UNID. | 2 | R$ 16,88 | R$ 33,76 |
| 12.11 | INTERRUPTOR 1 TECLA SIMPLES CONJUGADO COM 1 TOMADA UNIVERSAL 2P+T | UNID. | 1 | R$ 20,98 | R$ 20,98 |
| 12.12 | TOMADA UNIVERSAL 2P+T | UNID. | 6 | R$ 20,98 | R$ 125,88 |
| 12.13 | CONJUNTO DE 2 TOMADAS 2P+T CONJUGADAS | UNID. | 1 | R$ 144,81 | R$ 144,81 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12.14 | PLACA DE ACABAMENTO EM BAQUELITE COM FURO CENTRAL P/ PONTO DE CHUVEIRO ELÉTRICO | UNID. | 1 | R$ 3,45 | R$ 3,45 |
| 12.15 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 10A | UNID. | 2 | R$ 10,32 | R$ 20,64 |
| 12.16 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 20A | UNID. | 1 | R$ 10,32 | R$ 10,32 |
| 12.17 | DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO MONOFÁSICO 35A | UNID. | 1 | R$ 10,32 | R$ 10,32 |
| 12.18 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 1,5 mm² | m | 104 | R$ 1,72 | R$ 178,88 |
| 12.19 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 2,5 mm² | m | 49 | R$ 2,62 | R$ 128,38 |
| 12.20 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 750 V # 6 mm² | m | 27 | R$ 5,61 | R$ 151,47 |
| 12.21 | FIO DE COBRE CONDUTOR ISOL 1kV # 10 mm² | m | 30 | R$ 6,27 | R$ 188,10 |
| 12.22 | PADRÃO DE ENTRADA DE ENERGIA MONOFÁSICO EM POSTE DE CONCRETO 5M, COMPLETO, INCLUSIVE ATERRAMENTO E CAIXA P/ MEDIDOR C/DISJUNTOR MONOFÁSICO DE 50ª | UNID. | 1 | R$ 176,00 | R$ 176,00 |
| **13.0** | **Instalações Hidráulicas** | | | | **R$ 1.580,73** |
| 13.1 | TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 20 mm | m | 20 | R$ 7,56 | R$ 151,20 |
| 13.2 | TUBO PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm | m | 7 | R$ 7,79 | R$ 54,53 |
| 13.3 | TÊ PVC SOLDÁVEL DIAM.= 25 mm | UNID. | 4 | R$ 4,48 | R$ 17,92 |
| 13.4 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º DIAM.= 20 mm | UNID. | 8 | R$ 4,78 | R$ 38,24 |
| 13.5 | JOELHO PVC SOLDÁVEL 90º DIAM.= 25 mm | UNID. | 3 | R$ 5,01 | R$ 15,03 |
| 13.6 | JOELHO PVC SOLDÁVEL LR C/ BUCHA DE LATÃO DIAM.= 20 mm X 1/2" | UNID. | 5 | R$ 5,02 | R$ 25,10 |
| 13.7 | BUCHA DE REDUÇÃO PVC SOLDÁVEL 25 mm X 20 mm | UNID. | 5 | R$ 0,80 | R$ 4,00 |
| 13.8 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 20 mm X 1/2" | UNID. | 2 | R$ 1,05 | R$ 2,10 |
| 13.9 | ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL CURTO C/ BOLSA E ROSCA P/ REGISTRO DIAM.= 25 mm X 3/4" | UNID. | 4 | R$ 1,10 | R$ 4,40 |
| 13.10 | FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 20 mm | UNID. | 1 | R$ 1,06 | R$ 1,06 |
| 13.11 | FLANGE PVC PARA RESERVATÓRIO DIAM.= 25 mm | UNID. | 3 | R$ 0,97 | R$ 2,91 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.12 | RESERVATÓRIO DE FIBRA DE VIDRO CAPACIDADE 500 L, INCL. TAMPA | UNID. | 1 | R$ 320,00 | R$ 320,00 |
| 13.13 | REGISTRO GAVETA BRUTO DIAM.= 3/4" ( 25 mm ) | UNID. | 1 | R$ 60,00 | R$ 60,00 |
| 13.14 | REGISTRO GAVETA METAL CROMADO DIAM. 3/4" | UNID. | 1 | R$ 63,23 | R$ 63,23 |
| 13.15 | REGISTRO PRESSÃO METAL CROMADO DIAM.= 1/2" | UNID. | 1 | R$ 67,11 | R$ 67,11 |
| 13.16 | TORNEIRA DE BÓIA P/ RESERVATÓRIO DIAM.= 1/2" | UNID. | 1 | R$ 14,20 | R$ 14,20 |
| 13.17 | VASO SANITÁRIO DE LOUÇA BRANCA LINHA POPULAR C/ CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA EXTERNA, INCL. ENGATE PVC, TUBO DE DESCARGA E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 163,26 | R$ 163,26 |
| 13.18 | LAVATÓRIO PEQUENO DE LOUÇA BRANCA SEM COLUNA, INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 98,12 | R$ 98,12 |
| 13.19 | PIA DE MÁRMORE SINTÉTICO 1,20 X 0,54 m, INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 98,24 | R$ 98,24 |
| 13.20 | TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO PEQUENO ( 22 L ), 1 CUBA, INCL. VÁLVULA DE PVC, SIFÃO PVC TIPO SANFONADO E ACESSÓRIOS DE FIXAÇÃO | UNID. | 1 | R$ 123,41 | R$ 123,41 |
| 13.21 | TORNEIRA DE PAREDE PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ PIA DE COZINHA | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.22 | TORNEIRA DE PAREDE PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ TANQUE | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.23 | TORNEIRA DE BANCADA PVC BRANCA LINHA POPULAR P/ LAVATÓRIO | UNID. | 1 | R$ 10,45 | R$ 10,45 |
| 13.24 | KIT DE ACESSÓRIOS P/ BANHEIRO COMPOSTO DE PAPELEIRA, SABONETEIRA, CABIDE E PORTA TOALHA EM ABS CROMADO LINHA POPULAR | UNID. | 1 | R$ 172,32 | R$ 172,32 |
| 13.25 | CHUVEIRO PLÁSTICO BRANCO, INCL. BRAÇO PVC BRANCO DIAM. = 1/2" E CANOPLA | UNID. | 1 | R$ 10,00 | R$ 10,00 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13.26 | KIT CAVALETE DE PVC ROSCÁVEL DIAM. 3/4" CONFORME PADRÃO DA CONCESSIONÁRIA, INCL. BASE DE PROTEÇÃO EM CONCRETO SIMPLES 20 X 40 X 5 cm | UNID. | 1 | R$ 43,00 | R$ 43,00 |
| **14.0** | **Instalações Sanitárias** | | | | **R$ 3.630,91** |
| 14.1 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm | m | 10 | R$ 23,92 | R$ 239,20 |
| 14.2 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 50 mm | m | 2 | R$ 13,32 | R$ 26,64 |
| 14.3 | TUBO PVC SIMPLES PONTA E BOLSA P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | m | 12 | R$ 17,44 | R$ 209,28 |
| 14.4 | CURVA CURTA PVC SIMPLES 90º P/ ESGOTO DIAM.= 100 mm | UNID | 3 | R$ 17,23 | R$ 51,69 |
| 14.5 | CURVA CURTA PVC SIMPLES 90º P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | UNID | 3 | R$ 16,42 | R$ 49,26 |
| 14.6 | JOELHO PVC SIMPLES 45 º P/ ESGOTO DIAM.= 40 mm | UNID | 2 | R$ 7,23 | R$ 14,46 |
| 14.7 | JOELHO PVC 90º P/ ESGOTO, INCL. ANEL DE BORRACHA DIAM.= 40 mm | UNID | 3 | R$ 10,04 | R$ 30,12 |
| 14.8 | TÊ PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 100 mm | UNID | 2 | R$ 25,42 | R$ 50,84 |
| 14.9 | JUNÇÃO DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 100 X 50 mm | UNID | 1 | R$ 23,99 | R$ 23,99 |
| 14.10 | BUCHA DE REDUÇÃO PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM.= 50 X 40 mm | UNID | 1 | R$ 6,63 | R$ 6,63 |
| 14.11 | LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 40 mm | UNID | 3 | R$ 8,23 | R$ 24,69 |
| 14.12 | LUVA PVC SIMPLES P/ ESGOTO DIAM. 100 mm | UNID | 1 | R$ 12,41 | R$ 12,41 |
| 14.13 | CAIXA SIFONADA DE PVC 100 X 100 X 40 COMPLETA, INCL. GRELHA E PORTA GRELHA DE PVC BRANCO | UNID | 1 | R$ 33,51 | R$ 33,51 |
| 14.14 | CAIXA DE INSPEÇÃO 60 X 60 X 50 CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO, TAMPA 70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO E REGULARIZAÇÃO DE FUNDO C/ ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA 1:4 | UNID | 1 | R$ 123,22 | R$ 123,22 |
| 14.15 | CAIXA DE GORDURA SIMPLES 60 X 60 X 50 CM EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO, PLACA | UNID | 1 | R$ 53,78 | R$ 53,78 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | INTERNA E<br>TAMPA 70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO | | | | |
| 14.16 | CAIXA DE PASSAGEM SINFONADA 60 X 60 X 50 CM EM<br>CONCRETO PRÉ-MOLDADO E= 5 CM, INCL. FUNDO E TAMPA<br>70X70X5 CM DE CONCRETO ARMADO | UNID | 1 | R$ 124,42 | R$ 124,42 |
| 14.17 | FOSSA SÉPTICA DIAM.=1,2 m E ALTURA ÚTIL = 1,75 m EM<br>ANEIS PRÉ - MOLDADOS CONFORME PROJETO | UNID | 1 | R$ 1.343,21 | R$ 1.343,21 |
| 14.18 | SUMIDOURO DIAM.=1,2 m E ALTURA ÚTIL = 1,75 m EM ANEIS<br>PRÉ - MOLDADOS COM FURAÇÃO, INCL. LASTRO DE BRITA NO<br>FUNDO, CONFORME PROJETO | UNID | 1 | R$ 1.213,56 | R$ 1.213,56 |
| | | | | | |
| | | | | Total | R$ 43.463,28 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**

## APÊNDICE E – Demonstrativo dos custos indiretos

**COMPOSIÇÃO DA PARCELA DE BDI (BONIFICAÇÃO E DESPESAS INDIRETAS)**
**DESONERAÇÃO DA MÃO DE OBRA**
**BDI SERVIÇOS**

Valores adotados com base no Acordão do TCU nº 2622/2013

| ITENS RELATIVOS À ADMINISTRAÇÃO DA OBRA | % |
|---|---|
| A - Administração Central | 4,00 |
| B - Custos Financeiros | 1,00 |
| C – Riscos | 1,27 |
| D - Seguros e Garantias Contratuais | 0,80 |
| | **7,07** |
| **LUCRO** | **%** |
| E - Lucro Operacional | 7,17 |
| | **7,17** |
| **TRIBUTOS** | **%** |
| F – PIS | 0,65 |
| G – COFINS | 3,00 |
| H – ISSQN | 2,50 |
| I - CONTRIBUIÇÃO PREVIDENCIÁRIA SOBRE A RENDA BRUTA (INSS) | 4,50 |
| | **10,65** |

Assim, com base na fórmula proposta pelo acordão TCU nº 2622/2013, temos:

$$\mathbf{BDI} = \frac{(1 + (\mathbf{AC} + \mathbf{R} + \mathbf{S} + \mathbf{G}))(1 + \mathbf{DF})(1 + \mathbf{L})}{(1 - \mathbf{T})} - 1$$

| BDI COM TRIBUTOS (%) | 28,50% |
|---|---|

**Fonte: Autoria própria (2016)**

Para otimização dos cálculos não consideramos o lucro.

| Composição da administração local | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mão de Obra | Unidade | Quantidade | Salário Base | | E. S | | Total | |
| Engenheiro | H | 84 | R$ | 36,20 | R$ | 31,49 | R$ | 5.686,30 |
| Vigia | Mês | 2 | R$ | 986,13 | R$ | 857,93 | R$ | 3.688,12 |
| Encarregado | Mês | 1 | R$ | 2.662,55 | R$ | 2.316,42 | R$ | 4.978,97 |
| Aux. Administrativo | H | 160 | R$ | 5,60 | R$ | 4,87 | R$ | 1.675,52 |
| Tec. Segurança | Mês | 1 | R$ | 1.618,70 | R$ | 1.408,27 | R$ | 3.026,97 |
| Almoxarife | Mês | 1 | R$ | 1.724,82 | R$ | 1.500,59 | R$ | 3.225,41 |
| Total | | | | | | | R$ | 22.281,29 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**

| | Alvenaria Covencional | Light Steel Frame |
|---|---|---|
| Tempo t | 18 meses | 5 meses |
| Desp. De Administração Local (t) | R$ 401.063,16 | R$ 111.406,43 |
| BDI (28,5% sobre o custo direto) | R$ 12.611,49 | R$ 12.387,04 |
| Total Desp. Indiretas | R$ 413.674,65 | R$ 123.793,47 |

**Fonte: Autoria própria (2016)**