

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**TAIENNE WINNI PAIZ ECKER  
VALDEMAR MARTINS**

**COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS *STEEL FRAME* E  
*WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2014**

TAIENNE WINNI PAIZ ECKER  
VALDEMAR MARTINS

**COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS *STEEL FRAME* E  
*WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco.

Orientador: Prof. Msc. Cleovir José Milani  
Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Lacerda Dias

PATO BRANCO  
2014



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS STEEL FRAME E WOOD FRAME PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

**TAIENNE WINNI PAIZ ECKER**

**e**

**VALDEMAR MARTINS**

Aos 3 dias do mês de dezembro do ano de 2014, às 8h30min, na Sala de Treinamento, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº 40-TCC/2014.

Orientador: Prof. Msc. CLEOVIR JOSÉ MILANI (DACOC / UTFPR-PB)

Coorientador: Prof. Dr. GUSTAVO LACERDA DIAS (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca Prof. Esp. SÉRGIO TARCÍSIO RAMBO (DACOC / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Dr. VOLMIR SABBI (DACOC / UTFPR-PB)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, porque sem Ele nada disso seria possível, e aos nossos familiares e amigos por todo apoio, contribuição e incentivo.

Agradecemos a todos docentes do curso de Engenharia Civil pelos ensinamentos nesta etapa de nossas vidas, principalmente nosso coorientador Professor Gustavo Lacerda Dias pelo auxílio e compreensão.

Em especial, queremos agradecer nosso orientador Professor Cleovir José Milani, por toda dedicação, apoio e paciência que teve conosco e também por ser um profissional exemplar, o qual temos imensa admiração.

Enfim, agradecemos a todos que de alguma forma auxiliaram na realização deste trabalho.

## EPÍGRAFE

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota. (Madre Teresa de Calcutá).

## RESUMO

ECKER, Taienne W. P.; MARTINS, Valdemar. **Comparativo dos Sistemas Construtivos *Steel Frame* e *Wood Frame* para Habitações de Interesse Social**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

O setor da construção civil no Brasil está em pleno desenvolvimento, e boa parte desta ascensão se dá devido ao grande incentivo financeiro, por parte dos órgãos governamentais, voltado à construção de moradias, com o objetivo de tentar reduzir o *deficit* habitacional existente no país. Para isso, faz-se necessário a busca por métodos construtivos eficazes que acelerem esse processo sem aumentar os custos e que mantenham a qualidade que os sistemas empregados atualmente oferecem. Nesse contexto surgem alternativas como os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame*, amplamente empregados em países desenvolvidos. Este trabalho apresenta esses sistemas bem como suas etapas construtivas com ênfase na utilização dos mesmos na construção de moradias voltadas à população de baixa renda. Também traz resultados de custos e tempo de construção de um conjunto habitacional para os sistemas construtivos abordados e, para fins comparativos, utiliza como parâmetro o sistema construtivo de concreto armado com fechamento em alvenaria convencional, pois este é um dos mais empregados no Brasil historicamente.

**Palavras-chave:** Habitação de Interesse Social. Sistemas Construtivos. *Steel Frame*. *Wood Frame*. Planejamento de Obra.

## ABSTRACT

ECKER, Taienne W. P.; MARTINS, Valdemar. **Comparison of Construction Systems in Steel Frame and Wood Frame for Social Housing**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

The construction industry in Brazil is in fully development and largely its rise is due to a large financial incentive, in the housing construction, mostly by government agencies, in an attempt to decrease the existing housing deficit in the country. Facing this, it is necessary to pursuit effective construction methods to accelerate the process without increasing costs and resulting in the same quality of the existing methods. In this context, arise new alternatives such as steel frame and wood frame construction systems, which are vastly applied in developed countries. This paper presents these systems, addressing its constructive steps with focus in the application of these systems in dwellings for the low-income population. In addition, this research provides results of costs and construction time of a housing complex using both systems and the construction of a conventional masonry house is used as a parameter for comparison as it is one of the most used systems in Brazil.

**Keywords:** Social Housing. Construction Systems. Steel Frame. Wood Frame. Construction Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura em <i>steel frame</i> .....	23
Figura 2 – Edificação em madeira no sistema estrutural leve .....	27
Figura 3 – Comparativo da quantidade de energia necessária para a produção de uma tonelada de madeira, cimento, vidro e aço. ....	30
Figura 4 – Fundação do tipo radier .....	32
Figura 5 – Elementos de ancoragem: barra de ancoragem e <i>parabolts</i> .....	33
Figura 6 – Componentes de um painel estrutural com abertura.....	34
Figura 7 – Contraventamento em “x” com fitas de aço galvanizado.....	35
Figura 8 – Elementos de uma tesoura em <i>steel frame</i> .....	36
Figura 9 – Quadro estrutural com aberturas de porta e janela .....	37
Figura 10 – Elementos que compõem a estrutura da cobertura.....	39
Figura 11 – Tipos de tesouras.....	39
Figura 12 – Membrana hidrófuga .....	40
Figura 13 – Impermeabilização das esquadrias .....	41
Figura 14 – Isolamento termoacústico em painéis .....	42
Figura 15 – Banda acústica entre painel e fundação .....	43
Figura 16 – Instalação hidrossanitária no sistema <i>wood frame</i> .....	44
Figura 17 – Instalação elétrica no sistema <i>steel frame</i> .....	44
Figura 18 – Fechamento com OSB .....	46
Figura 19 – Fechamento com placa cimentícia .....	46
Figura 20 – Fluxograma .....	52
Figura 21 – Conjunto habitacional Amália II.....	53
Figura 22 – Layout do projeto piloto .....	53
Figura 23 – Elevação frontal.....	54
Figura 24 – Elevação lateral.....	54
Figura 25 – Esquema isométrico da estrutura em <i>steel frame</i> .....	55
Figura 26 – Esquema isométrico da estrutura em <i>wood frame</i> .....	56
Figura 27 – Detalhe da guia superior .....	56
Figura 28 – Detalhe da verga .....	57
Figura 29 – Esquema isométrico da estrutura em alvenaria convencional .....	58
Figura 30 – Locação de obra.....	59
Figura 31 – Camada de brita.....	59



Figura 32 – Armadura do radier .....	60
Figura 33 – Radier.....	60
Figura 34 – Estrutura de uma casa em <i>steel frame</i> .....	61
Figura 35 – Estrutura dos painéis de <i>steel frame</i> .....	61
Figura 36 – Estrutura dos painéis de <i>wood frame</i> .....	62
Figura 37 – Ossatura de madeira.....	62
Figura 38 – Envolvimento da edificação pela membrana hidrófuga.....	63
Figura 39 – Manta de subcobertura .....	63
Figura 40 – Isolamento termoacústico com lã de vidro .....	64
Figura 41 – Banda acústica.....	64
Figura 42 – Instalações elétricas no sistema <i>steel frame</i> .....	65
Figura 43 – Instalações elétricas no sistema <i>wood frame</i> .....	65
Figura 44 – Instalação hidrossanitária no sistema <i>steel frame</i> .....	66
Figura 45 – Instalações hidrossanitárias no sistema <i>wood frame</i> .....	66
Figura 46 – Placa cimentícia .....	67
Figura 47 – Fechamento externo com placa cimentícia .....	67
Figura 48 – Fechamento com gesso acartonado .....	68
Figura 49 – Fechamento externo com OSB .....	68
Figura 50 – Contraventamento da ossatura de madeira .....	69
Figura 51 – Esquadrias .....	69
Figura 52 – Revestimento externo .....	70
Figura 53 – Colocação de azulejo .....	70
Figura 54 – Piso cerâmico.....	71
Figura 55 – Limpeza final da obra .....	71
Figura 56 – Casa em <i>steel frame</i> finalizada .....	72

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Composição do <i>deficit</i> habitacional segundo componentes .....	20
Gráfico 2 – Horas trabalhadas para a produção de uma residência .....	75
Gráfico 3 – Meses gastos para a construção de 339 residências .....	75
Gráfico 4 – Histograma da distribuição dos funcionários ao longo da construção do conjunto habitacional.....	76
Gráfico 5 – Quantidade de funcionários necessários para realizar a obra em um ano .....	76
Gráfico 6 – Distribuição dos funcionários para realizar a obra em 12 meses.....	77
Gráfico 7 – Despesas diretas para a construção de uma residência .....	77
Gráfico 8 – Custo da estrutura para os sistemas <i>wood frame</i> e <i>steel frame</i> .....	78
Gráfico 9 – Despesas diretas para a construção de 339 residências.....	79
Gráfico 10 – Despesas indiretas para a construção de 339 residências .....	80
Gráfico 11 – Custo total para a construção de 339 residências .....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – <i>Deficit</i> habitacional geral e por componentes 2007 – 2012.....	20
Tabela 2 – Composição do <i>deficit</i> por faixa de renda 2007 – 2012.....	21
Tabela 3 – Resultados do plano de corte para peças de 4 e 5m .....	73
Tabela 4 – Custos para a construção de 339 residências nos sistemas construtivos <i>steel frame</i> , <i>wood frame</i> e alvenaria convencional .....	80

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.1.1 Objetivo Geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2 USO DE <i>STEEL FRAME</i> E <i>WOOD FRAME</i> PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL</b> .....	<b>16</b>
2.1 HABITAÇÃO.....	16
2.1.1 Habitação Popular.....	18
2.2 <i>DEFICIT</i> HABITACIONAL BRASILEIRO.....	19
2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO <i>STEEL FRAME</i> .....	21
2.3.1 Histórico .....	21
2.3.2 Definição .....	23
2.4 SISTEMA CONSTRUTIVO <i>WOOD FRAME</i> .....	24
2.4.1 Histórico .....	24
2.4.2 Definição .....	26
2.5 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	28
2.5.1 Aço como Material Sustentável .....	29
2.5.2 Madeira como Material Sustentável .....	29
2.6 ETAPAS CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS <i>STEEL FRAME</i> E <i>WOOD FRAME</i> .....	31
2.6.1 Serviços Preliminares.....	31
2.6.2 Fundações.....	31
2.6.3 Estrutura.....	33
2.6.4 Impermeabilização .....	39
2.6.5 Isolamento Termoacústico .....	42
2.6.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias .....	43
2.6.7 Fechamentos.....	45
2.6.8 Esquadrias .....	46
2.6.9 Revestimentos.....	47
2.6.10 Limpeza Final da Obra .....	47
2.7 PLANEJAMENTO .....	47
2.7.1 Orçamento.....	48
2.7.2 Cronogramas.....	49

<b>3 METODOLOGIA DE TRABALHO .....</b>	<b>51</b>
<b>4 COMPARATIVO DOS SISTEMAS <i>STEEL FRAME</i> E <i>WOOD FRAME</i> PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL.....</b>	<b>52</b>
4.1 PROJETO PILOTO .....	53
4.2 READEQUAÇÃO DO PROJETO PARA <i>STEEL FRAME</i> E <i>WOOD FRAME</i> .....	54
4.2.1 Projeto em <i>Steel Frame</i> .....	54
4.2.2 Projeto em <i>Wood Frame</i> .....	55
4.2.3 Projeto em Alvenaria Convencional .....	57
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS .....	58
4.3.1 Serviços Preliminares.....	58
4.3.2 Fundação .....	59
4.3.3 Estrutura.....	60
4.3.4 Impermeabilização .....	62
4.3.5 Isolamento Termoacústico .....	63
4.3.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias .....	64
4.3.7 Fechamentos.....	67
4.3.8 Esquadrias .....	69
4.3.9 Revestimentos.....	69
4.3.10 Limpeza Final da Obra .....	71
4.4 PLANEJAMENTO .....	72
4.4.1 Orçamentos.....	72
4.4.2 Cronogramas.....	73
4.5 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	74
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>84</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>88</b>
APÊNDICE A – Projeto <i>Wood Frame</i> .....	89
APÊNDICE C – Plano de Corte Painéis.....	116
APÊNDICE D – Plano de Corte Tesouras.....	127
APÊNDICE E – Cronogramas.....	130
APÊNDICE F – Cronogramas para um ano .....	137
<b>ANEXOS .....</b>	<b>142</b>
ANEXO A – Projeto Piloto .....	143
ANEXO B – Projeto <i>Steel Frame</i> .....	146

## 1 INTRODUÇÃO

Com o *deficit* habitacional existente no país, que, segundo a Fundação João Pinheiro (2014), era de 5,792 milhões de habitações em 2012, tem-se a necessidade de sistemas construtivos que apresentem maior eficiência e rapidez de execução que os empregados atualmente, mas com qualidade igual ou superior a estes.

Neste contexto, surgem como alternativa o *steel frame*, que, de acordo com Morikawa (2006, p. 62) consiste em um “[...] método construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com os outros sub-sistemas industrializados [...]”, e o *wood frame*, que Calil Junior e Molina (2012, p. 144) definem como um “[...] sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais [...]” aumentando assim o conforto térmico e acústico, e protegendo a edificação das intempéries.

Segundo a LP *Building Products* (2011), em países desenvolvidos, como Estados Unidos e Canadá, estes sistemas são amplamente empregados e tem resultados satisfatórios, pois permitem um bom desempenho termoacústico, menor tempo de construção e uma edificação leve com resistência similar às construções convencionais.

Além disso, esses sistemas trazem um desenvolvimento tecnológico para a construção civil, através da industrialização e modernização do processo produtivo, substituindo os métodos artesanais empregados atualmente.

Assim, o presente trabalho visa comparar os métodos executivos, os custos e o tempo de execução dos sistemas *steel frame* e *wood frame* para construção de habitações de interesse social.

Para isso, analisaram-se primeiramente os conceitos de habitação e habitação de interesse social, juntamente com os programas governamentais que buscam reduzir o *deficit* habitacional existente no Brasil. Depois, fez-se uma breve definição dos sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame*, bem como a identificação dos seus serviços. Em seguida, foram abordados os conceitos de planejamento de obras, com enfoque nos orçamentos e cronogramas.

Para o desenvolvimento do trabalho, adotou-se um projeto piloto de uma residência de 50m<sup>2</sup> de concreto armado com fechamento em alvenaria convencional,

similar as que são construídas para o Programa Minha Casa Minha Vida. Esse projeto foi readequado para os sistemas *steel frame* e *wood frame*, e, a partir disso, foram elaborados cronogramas e orçamentos que tornaram possível a realização do comparativo.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Comparar os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* com ênfase em conjuntos habitacionais populares.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame*, bem como identificar seus serviços;
- Adaptar o projeto de uma habitação de baixo custo de concreto armado com fechamento em alvenaria convencional para os sistemas *steel frame* e *wood frame*;
- Levantar dados de custo e tempo para a execução das casas nos diferentes sistemas;
- Elaborar o planejamento para a execução de um conjunto habitacional nos sistemas construtivos abordados neste trabalho.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Para suprir o *deficit* habitacional brasileiro, buscam-se sistemas construtivos que sejam realizados em menos tempo, com qualidade igual ou superior a oferecida pelos sistemas atuais e que sejam preferencialmente mais econômicos. Se os sistemas *steel frame* e *wood frame* conseguirem proporcionar isso, o seu emprego em habitações de interesse social ajudará a reduzir o problema de habitação no país.

Além de uma modernização na construção civil esses sistemas promovem uma ação favorável ao meio ambiente, por possibilitarem uma construção a seco e, no caso de *wood frame*, utilizar recursos renováveis.

A viabilidade, de acordo com Marconi e Lakatos (2010), se dá quando o problema pode ser eficientemente resolvido através da pesquisa. Por ser um tema considerado novo no Brasil, muitas palestras e estudos tem se voltado para esse assunto, como exemplo o Encontro Nacional para Inovação na Construção Civil (ENINC), que foi realizado em Curitiba – PR e o treinamento Construindo no Sistema CES – Construção Energética Sustentável, realizado pela Smart Sistemas Construtivos Inteligentes em Ponta Grossa – PR, ambos realizados em junho de 2014, auxiliando e tornando viável a realização deste trabalho.

A originalidade está no comparativo entre esses dois sistemas, com foco na construção de conjuntos habitacionais, o que vai ao encontro do estado atual da evolução científica, sendo considerada uma novidade. (MARCONI; LAKATOS, 2010).



## 2 USO DE *STEEL FRAME* E *WOOD FRAME* PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Na tentativa de modernização tecnológica da construção civil, no âmbito mundial, busca-se cada vez mais o emprego de sistemas totais ou parcialmente pré-fabricados, capazes de aumentar o processo de racionalização na construção. A pré-fabricação foi um dos meios encontrados, por países industrializados, de atender uma grande demanda de construções com maior produtividade e menor custo de mão de obra (CAMPOS, 2006).

Quando se discute a questão da habitação de interesse social, a primeira questão a ser abordada é a redução de custos, e uma das primeiras soluções é a produção de moradias em série, onde se emprega uma grande quantidade de material, que pode gerar custos mais acessíveis, pois existe a possibilidade de comprar direto do fabricante. O sistema construtivo pré-fabricado é muito mais prático e rápido que a construção tradicional em alvenaria, pois, além de exigir equipamentos mais simples, as peças já saem pré-montadas da fábrica (LAROCA, 2002).

### 2.1 HABITAÇÃO

Habitação, num sentido mais amplo, é sinônimo de abrigo. Desde o início da civilização o homem teve necessidade de se abrigar e os povos primitivos utilizavam como abrigo, ou seja, como habitação, os espaços naturais, como as cavernas e as árvores (ABIKO, 1995).

Para que a habitação cumpra as suas funções, é necessário que, além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, esteja integrado de forma adequada ao entorno, ao ambiente que a cerca. Isto significa que o conceito de habitação não se restringe apenas à unidade habitacional mas necessariamente deve ser considerado de forma mais abrangente envolvendo também o seu entorno (ABIKO, 1995, p. 3).

É colocado pela Constituição que o direito de propriedade é um direito essencial e inviolável a todo o ser humano, assim como ocorre com o direito à vida, à liberdade, à igualdade e à segurança de cada indivíduo (SOUZA, 2013).

As primeiras manifestações de preocupações por parte do governo brasileiro com relação à habitação surgiram no período do Império. Com a abolição do tráfico

negreiro, a alforria dos sexagenários, a Lei do Ventre Livre e a compra da liberdade pelos próprios escravos, começaram a aumentar as vilas nos povoados e, em menor proporção, as construções individuais nas cidades, mas de maneira rústica e com higiene extremamente deficiente (ARAGÃO, 2006).

Analisando os fatos acima, percebe-se que houve grandes mudanças no cenário nacional neste período. Foi então que o Governo Federal instituiu por meio da Lei 4.380, de 21 de agosto de 1964 o Sistema Financeiro de Habitação (SFH). Por meio desta Lei foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH), onde, através deste, teve-se a criação de campanhas para que fossem solucionados os problemas habitacionais (CAIXA..., 2011).

O Banco Nacional de Habitação, criado após o golpe em 1964, foi uma resposta do governo militar à forte crise de moradia presente num país que se urbanizava aceleradamente, buscando, por um lado, angariar apoio entre as massas populares urbanas, segmento que era uma das principais bases de sustentação do populismo afastado do poder e, por outro, criar uma política permanente de financiamento capaz de estruturar em moldes capitalistas o setor da construção civil habitacional, objetivo que acabou por prevalecer (BONDUKI, 2008, p. 3).

Durante o período de 1964 até 1986 por meio do SFH o governo promoveu o financiamento de aproximadamente quatro milhões de moradias, um número que ficou marcado na história do Brasil (MARICATO, 1999).

De acordo com Bonduki (2008), para a construção dessas moradias os trabalhadores contaram com o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), criado em 1967 pelo SFH, e também com recursos voluntários de cadernetas de poupança, que formou o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE).

No ano de 1986 o BNH foi extinto, deixando uma grande dívida ao Tesouro Nacional. Após a sua extinção quem assumiu a administração do pessoal e de bens do BNH, bem como o poder de gerir o FGTS foi a Caixa Econômica Federal (CEF) (MARICATO, 1999).

Bonduki (2008) afirma que o período entre a extinção do BNH (1986) e a criação do Ministério das Cidades (2003) foi caracterizado por descontinuidade e ausência de estratégia para enfrentar o problema habitacional.

Todavia, com a criação do Ministério das Cidades em 2003 e a aprovação da Política Nacional de Habitação (PNH) em 2004, a situação começou a mudar.

Segundo a Caixa Econômica Federal (2011, p.10), “para impulsionar o desenvolvimento brasileiro e universalizar os benefícios econômicos e sociais para

todas as regiões do país, foi lançado em 2007, o Programa de Aceleração do Crescimento – PAC.” Em 2009, foram acordados R\$ 41,8 bilhões dentro do PAC, sendo que 83,9% destes recursos foram direcionados à obras de habitação.

### 2.1.1 Habitação Popular

Abiko (1995, p. 12) define habitação popular como “um termo genérico que define uma determinada solução de moradia voltada para a população de baixa renda.” Há outras denominações genéricas, como: habitação de interesse social, habitação de baixo custo, habitação para população de baixa renda, entre outras.

A primeira tentativa de resolver o problema da habitação popular ocorreu em 1946 com a intervenção do Governo Vargas. Neste sentido foi instituído o Decreto-Lei n.º 9.218, de 1º de maio de 1946 e criada a Fundação da Casa Popular (FCP), para beneficiar exclusivamente essas pessoas, proporcionando a oportunidade da casa própria (SILVA, 1987).

Antes de ser instituído esse Decreto-Lei e a Fundação da Casa Popular – FCP eram utilizadas as Caixas de Aposentadoria e Pensões para este fim, porém estas atendiam somente os associados (SILVA, 1987). Segundo Andrade e Azevedo (2011), com o Decreto-Lei n.º 9.777, de 6 de setembro de 1946, a Fundação da Casa Popular, pensada inicialmente para enfrentar os problemas habitacionais da população de baixa renda, passaria a ter possibilidade de atuar em áreas complementares, como infraestrutura e saneamento básico, entretanto não tinha nem maturidade e nem recursos para isso.

No entanto, mesmo com a FCP, haviam problemas de extrema gravidade, como a falta de informações à população sobre os prazos, locais de inscrição, número e localização de moradias, além de políticos e construtoras que se utilizavam das casas populares como um meio de obter benefícios próprios (SILVA, 1987).

“Frustradas as tentativas de mudança, a política habitacional só tomaria novos rumos a partir de 1964, com o Banco Nacional da Habitação.” (ANDRADE; AZEVEDO, 2011, p. 34).

Após a extinção do BNH em 1986, já citada nesse trabalho, e o período com descontinuidade e ausência de tentativas para enfrentar o problema de habitação, é criado o Ministério das Cidades em 2003. Mais recentemente, no ano de 2004 houve

a aprovação da Política Nacional de Habitação (PNH), que demonstrou ter uma visão totalmente modificada em relação às questões de desenvolvimento das cidades (CAIXA..., 2011).

Já em 2007 foi lançado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), onde ficaram a cargo da Caixa Econômica Federal as ações relativas à execução deste programa, dentre as atividades saneamento e infraestrutura. O objetivo deste programa era acabar com a falta de saneamento, de habitações e de urbanização nas favelas (CAIXA..., 2011).

Em 2008 foi deflagrada a crise financeira mundial e para que esta crise não afetasse o crescimento da construção civil no país, foi criado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), gerenciado pela Caixa. O programa “promove a construção de novas unidades habitacionais voltadas às camadas da população com menor renda, concedendo expressivos subsídios, principalmente para a faixa de 0 a 3 salários mínimos.” (CAIXA..., 2011, p. 10).

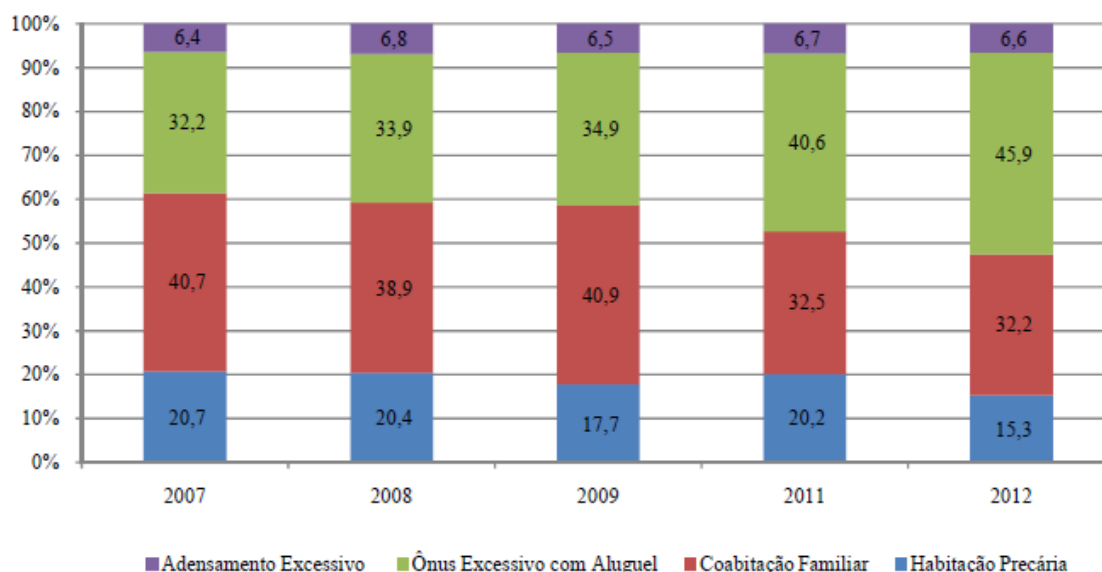
## 2.2 DEFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO

Com um conceito mais amplo das necessidades habitacionais, a metodologia desenvolvida pela Fundação João Pinheiro trabalha com dois segmentos diferentes: o *deficit* habitacional e a inadequação de moradias.

Como déficit habitacional entende-se a noção mais imediata e intuitiva de necessidade de construção de novas moradias para a solução de problemas sociais e específicos de habitação detectados em certo momento. A inadequação de moradias, por outro lado, reflete problemas na qualidade de vida dos moradores: não está relacionada ao dimensionamento do estoque de habitações e sim às suas especificidades internas. (FUNDAÇÃO..., 2014, p. 7)

A Fundação João Pinheiro (2014), classifica *deficit* habitacional como sendo a demanda por reposição ou incremento do estoque de moradias, sendo constatado quando ocorre pelo menos um dos quatro componentes: domicílios precários; coabitação familiar forçada (pessoas compartilhando de uma unidade habitacional sem que isso seja do seu desejo); ônus excessivo com aluguel urbano (comprometimento maior do que 30% da renda familiar) e adensamento excessivo de domicílios alugados (mais de três habitantes por quarto). O *deficit* habitacional é calculado pela soma desses quatro componentes.

O Gráfico 1 aponta o *deficit* habitacional dividido nestes quatro componentes.



**Gráfico 1 – Composição do déficit habitacional segundo componentes**

Fonte: IBGE/PNAD 2007 – 2012 apud Fundação... (2014, p. 17).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o *deficit* habitacional passou de 5,59 milhões de domicílios em 2007 para 5,24 milhões de domicílios em 2012, conforme a Tabela 1. Também pode-se observar que as habitações precárias, coabitação e adensamento de aluguel reduziram nesse período, enquanto o excedente de aluguel cresceu.

**Tabela 1 – Déficit habitacional geral e por componentes 2007 – 2012.**

	2007	2008	2009	2011	2012
Número de domicílios	55.918.038	57.703.161	58.684.603	61.470.054	62.996.532
<b>Déficit habitacional</b>	<b>5.593.191</b>	<b>5.191.565</b>	<b>5.703.003</b>	<b>5.409.210</b>	<b>5.244.525</b>
Precárias	1.244.028	1.139.729	1.074.637	1.163.631	870.563
Rústico	1.135.644	1.039.445	1.005.875	1.034.725	785.887
Improvisados	108.384	100.284	68.762	128.906	84.676
Coabitação	2.307.379	2.032.334	2.315.701	1.808.314	1.757.160
Cômodos	214.476	190.213	224.120	237.914	178.433
Conviventes com intenção de mudar	2.094.410	1.842.670	2.094.953	1.571.581	1.579.263
Excedente aluguel	1.756.369	1.735.474	2.020.899	2.110.409	2.293.517
Adensamento aluguel	526.900	500.925	539.582	512.925	510.197
<i>Estimativas relativas</i>					
Déficit habitacional	10,00%	9,00%	9,72%	8,80%	8,53%
Precárias	2,22%	1,98%	1,83%	1,89%	1,42%
Coabitação	4,13%	3,52%	3,95%	2,94%	2,86%
Excedente aluguel	3,14%	3,01%	3,44%	3,43%	3,73%
Adensamento aluguel	0,94%	0,87%	0,92%	0,83%	0,83%

Fonte: Adaptado de IBGE/PNAD 2007 – 2012 apud Instituto... (2013, p. 4).

Ainda segundo o IPEA, em 2012 cerca de 74% do *deficit* habitacional era composto por famílias com renda de até três salários mínimos, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição do *deficit* por faixa de renda 2007 – 2012.

	2007	2008	2009	2011	2012
Sem declaração de renda	1,7%	1,7%	1,9%	3,0%	2,4%
Até 3 salários-mínimos (s.m.)	70,7%	70,2%	71,2%	73,0%	73,6%
Entre 3 e 5 s.m.	13,1%	14,0%	13,5%	11,7%	11,6%
Entre 5 e 10 s.m.	10,4%	10,3%	9,6%	9,1%	9,4%
Acima de 10 s.m.	4,1%	3,9%	3,8%	3,2%	2,9%

Fonte: Adaptado de IBGE/PNAD 2007 – 2012 apud Instituto... (2013, p. 4).

Além disso, dados das Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD) dos anos de 2007 a 2012, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que o *deficit* brasileiro é majoritariamente urbano, cerca de 86% do total, e também que 11% do *deficit* habitacional absoluto do país encontra-se na região sul (INSTITUTO...,2013).

## 2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO STEEL FRAME

### 2.3.1 Histórico

Apesar de no Brasil ainda ser considerado uma inovação, a origem do *steel frame*, também conhecido como *light steel framing*, remonta ao início do século XIX. Historicamente, este modelo de construção inicia-se com as habitações em madeira, construídas pelos colonizadores no território americano. Neste período, com o grande crescimento da população foi necessário buscar métodos rápidos e produtivos para serem empregados na construção de habitações, utilizando os materiais disponíveis na região (CASTRO; FREITAS, 2006).

Segundo Castro e Freitas (2006), a partir de então, as construções em madeira, conhecidas como *wood frame*, tornaram-se o sistema residencial mais comum nos Estados Unidos.

Mais ou menos um século mais tarde, no ano de 1933, com o grande desenvolvimento da indústria do aço nos Estados Unidos, foi lançado na Feira Mundial de Chicago, o protótipo de uma residência em *steel frame*, que utilizava perfis de aço substituindo a estrutura em madeira (SAINT-GOBAIN, 2011).

No período Pós-Segunda Guerra Mundial, houve um grande crescimento da economia estadunidense e um farto crescimento na produção de aço. Isso possibilitou a substituição do uso da madeira pelo uso das estruturas em aço, visto que eram mais leves e resistentes à intempéries. Na década de 1990, houve uma instabilidade referente ao preço e à qualidade da madeira para a construção civil, o que fez com que os perfis em aço passassem a ser mais utilizados nas construções residenciais. Estimou-se que, até o final dos anos 90, 25% das residências construídas nos Estados Unidos eram em *steel frame* (BATEMAN, 1998).

Após a Segunda Guerra Mundial, também começaram a surgir no Japão as primeiras construções em *steel frame* para reconstruir aproximadamente quatro milhões de casas que haviam sido destruídas por bombardeios. Como as construções em madeira contribuíram para o alastramento das chamas e destruição em massa, o governo japonês restringiu o uso de madeira em construções autoportantes a fim de promover construções que não fossem inflamáveis (CASTRO; FREITAS, 2006).

Com isso, a indústria de aço japonesa começou a produzir perfis leves para a construção civil como um substituto aos produtos estruturais de madeira. Conseqüentemente, o Japão apresenta um mercado e uma indústria altamente desenvolvidos na área de construção em perfis leves de aço (SAINT-GOBAIN, 2011).

Assim, nos países onde a construção civil é predominantemente industrializada o *steel frame* é largamente utilizado há mais de 30 anos, destacando-se os Estados Unidos, Inglaterra, Austrália, Japão e Canadá (PENNA, 2009).

Já no Brasil, de acordo com Penna (2009), apenas a partir de 1998 essa tecnologia passou a ser empregada, tendo seus primeiros projetos voltados para edificações de médio e alto padrão, a fim de romper paradigmas culturais. Atualmente, este sistema construtivo vem sendo visado para construção de conjuntos habitacionais e construção de residências em grande escala, devido à sua industrialização, o que gera alta produtividade e racionalização dos processos.

### 2.3.2 Definição

O sistema construtivo em *steel frame*, é conhecido mundialmente por ser um sistema industrializado que possibilita construção a seco com grande rapidez na execução. Tem como principal característica a estrutura constituída por perfis de aço galvanizado formados a frio que são utilizados para compor painéis estruturais e não estruturais, vigas, tesouras e demais componentes (CASTRO; FREITAS; SANTIAGO, 2012).

De acordo com Rodrigues (2006), temos que na tradução do inglês para o português, *steel* significa aço, *frame* é o esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, sendo constituídos por elementos leves – os perfis formados a frio e *framing* é o processo pelo qual se unem e vinculam estes elementos.

Já de acordo com o dicionário Michaelis (1987), pode-se definir o *light steel framing*, ou simplesmente *steel framing* como o processo composto por um esqueleto estrutural em aço, formado por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar em conjunto para resistir às cargas solicitadas pela edificação.

Rodrigues (2006) destaca ainda que a principal característica do *steel frame* é subdividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais, fazendo assim com que cada elemento resista a uma pequena parcela da carga total aplicada. Isso possibilita a utilização de perfis mais esbeltos, leves e fáceis de manipular. Na Figura 1 é possível visualizar no que consiste a estrutura do sistema *steel frame*.



**Figura 1 – Estrutura em *steel frame***

**Fonte: Construtora Sequência (2004) apud Penna (2009, p. 29).**



Porém, o sistema *steel frame* não se resume apenas à sua estrutura, como um sistema destinado à construção de edificações. Ele é formado por vários componentes e “subsistemas”, que, além do estrutural, engloba também os subsistemas de fundação, de isolamento termoacústico, de fechamento interno e externo, e de instalações elétricas e hidráulicas (SANTIAGO, 2008, p.12).

Para que o sistema cumpra com os requisitos para os quais foi destinado e projetado, é preciso que os materiais empregados sejam adequados, sendo a escolha dos materiais e da mão de obra de suma importância para um bom desempenho do sistema.

Segundo Saint-Gobain (2011, p.93), os principais benefícios e vantagens no uso do sistema *steel frame* em edificações são os seguintes:

- Os produtos que constituem o sistema são padronizados com tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, e a matéria-prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade.
- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade, tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura.
- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio, já que são largamente utilizados pela indústria.
- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis.
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido à leveza dos elementos.
- Construção a seco, o que diminui o uso de recursos naturais e o desperdício.
- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas.
- Melhores níveis de desempenho termoacústico, que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento.
- Facilidade na execução das ligações.
- Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem.
- O aço é um material incombustível.
- O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades.

## 2.4 SISTEMA CONSTRUTIVO *WOOD FRAME*

### 2.4.1 Histórico

Desde os primórdios da existência humana, a madeira acompanha o homem nas várias fases da sua evolução, colaborando para o desenvolvimento da

Humanidade. A partir do momento que o homem abandona os buracos e grutas naturalmente escavadas, a madeira se torna matéria-prima essencial para a construção de seus abrigos (TORRES, 2010).

Segundo Morikawa (2006, p. 6), a utilização da madeira na construção vem desde a pré-história e “as técnicas evoluíram durante a Antiguidade, em várias civilizações, passaram pela Idade Média, assistiram ao nascimento do capitalismo e chegaram até os dias atuais incorporando inovações proporcionadas pela indústria.”

Pelos registros de construções em madeira encontrados ao longo da história em diversos lugares do mundo, Torres (2010, p. 3) conclui que “[...] havendo a presença do Homem e de materiais orgânicos aptos para a construção, algum tipo de estrutura de madeira se erguia.”

No entanto, foi na Idade Média que a madeira começou a ser utilizada de forma mais organizada e tornou-se o material de construção mais empregado na Europa, dando origem a várias formas de construção (MORIKAWA, 2006).

Em meados de 1800, os métodos de construção de madeira pesados deram lugar ao Sistema Balão (*Balloon Framing*). Velloso (2010, p. 31) o define como um sistema “[...] composto por colunas de peças contínuas, que vão do piso inferior até a cobertura” e explica que esse sistema, muito utilizado até metade do século XX, reduziu a seção transversal das peças de madeira e passou a usar tábuas no fechamento, que colaboravam também para a rigidez estrutural do conjunto.

Este sistema foi possível graças à produção em massa de pregos e da disponibilidade de grandes quantidades de madeira serrada, o que acelerou o processo de construção consideravelmente. Mas por volta de 1900, foi quase totalmente substituído pelo Sistema Plataforma (*Platform Framing*), que é um método mais eficiente e faz uso de materiais pré-cortados convencionais (CANADA..., 1999).

O sistema plataforma se diferencia da estrutura em balão por ser um sistema nervurado composto de planos horizontais que formam o piso de cada pavimento, sobre os quais são aplicados os planos verticais que formam as paredes (VELLOSO, 2010).

Também conhecidos como *Light Wood Frame*, estes sistemas são amplamente empregados em países como Canadá, EUA, Japão e Alemanha (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

Segundo a Tecverde, o *wood frame* corresponde a solução construtiva para mais de 90% das casas canadenses, 75% das casas estadunidenses e 35% das casas alemãs.

Calil Junior e Molina (2010) relatam que na América do Sul, países como o Chile e Venezuela investem com sucesso na construção de casas populares de 40 à 65 m<sup>2</sup> que utilizam esse sistema construtivo.

Por apresentar uma grande área de florestas plantadas de pinus principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste, o Brasil é visto como um mercado promissor para a utilização do sistema construtivo *wood frame*. Entretanto, esse sistema é pouco empregado no país, talvez pela falta de conhecimento técnico, preconceito em relação a utilização da madeira como material de construção ou até mesmo por falta de normalização (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

Por isso, deve-se levar em conta que os sistemas atuais de construção com estrutura de madeira são o resultado de uma longa evolução. As alterações foram impulsionadas por vários fatores, incluindo a disponibilidade de materiais e mão de obra, inovações de produtos, melhores técnicas de construção, aumento das expectativas dos consumidores sobre a qualidade da habitação, e a pressão para uso de trabalho, materiais e energia de forma mais eficiente (CANADA..., 1999).

#### 2.4.2 Definição

De acordo com a diretriz n° 005 do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (2011, p. 3), os sistemas leves tipo *light wood frame* são “sistemas construtivos cuja principal característica é ser estruturado por peças de madeira maciça serrada com fechamentos em chapas delgadas.”

Calil Junior e Molina (2010, p. 144) declaram que:

O *wood frame* para casas consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais, com a finalidade de aumentar os confortos térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e também contra o fogo.

O sistema construtivo em *wood frame* pode ser muito vantajoso para construção de casas de até cinco pavimentos, pois é um sistema leve que, por ter vocação para a industrialização, permite rapidez na montagem e controle dos gastos

já na fase de projeto. Além disso, seu comportamento estrutural é superior em resistência, conforto térmico e acústico quando comparado à alvenaria estrutural (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

Entretanto, vale salientar que, como qualquer outro sistema de construção, o *wood frame* requer cuidados razoáveis na sua concepção e construção para fornecer durabilidade, conforto e segurança. Quando bem projetado e construído, o *wood frame* é durável, resistente, leve, adaptável a todos os climas, simples e rápido de construir e reformar, fácil de isolar para minimizar os custos com aquecimento e refrigeração, além de ser construído a partir de um recurso renovável (CANADA..., 1999).

Pode-se observar na Figura 2 um exemplo do sistema leve em madeira tipo plataforma.



**Figura 2 – Edificação em madeira no sistema estrutural leve**  
Fonte: Silva (2004, p.1).

Segundo Kermani e Porteous (2007), há uma série de características que tornam a madeira um material de construção ideal. Entre elas, estão a sua alta resistência em relação ao seu peso, a sua impressionante durabilidade e desempenho e boas propriedades de isolamento contra o calor e som.

Para o sistema *light wood frame*, a madeira empregada deve ser de origem legal, oriunda de florestas plantadas ou florestas nativas, com desmatamento ou manejo florestal aprovado pelo IBAMA (SISTEMA..., 2011).

Como lembra Velloso (2010, p.25), “o país tem matéria-prima abundante e uma legislação cada vez mais restritiva em relação ao uso de madeiras de florestas nativas”, havendo assim uma tendência de se utilizar madeiras procedentes de florestas plantadas, como pinus e eucalipto.

Segundo Calil Junior e Molina (2010), ambas espécies apresentam rápido crescimento, havendo preferência pelo pinus por sua elevada permeabilidade ao tratamento em autoclave, essencial para evitar o ataque de organismos xilófagos.

No Brasil é recomendado o uso de madeira tratada em toda a estrutura, sendo o tratamento mais indicado para *wood frame* aquele feito em autoclave com produtos hidrossolúveis, que protegem a madeira ao ataque de fungos e cupins, tendo como exemplo o CCA (Cobre-Cromo-Arsênio) e o CCB (Cobre-Cromo-Boro) (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

A madeira serrada para a estrutura da parede deve ser razoavelmente seca. O teor de umidade não deve exceder 19%, sendo 15% um teor máximo de umidade muito mais desejável (SHERWOOD; STROH, 1989).

## 2.5 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Martinson, Powell e Tilotta (2008) definem a casa ideal como sendo confortável, segura, acessível, durável, eficiente, resistente a desastres e sustentável.

Todavia, a construção é uma atividade humana necessária que consome grandes quantidades de energia e recursos. Todas as etapas da construção afetam, em graus variados, os cinco princípios da habitação sustentável: ambiente interno saudável, eficiência energética, eficiência de recursos, responsabilidade ambiental e acessibilidade (CANADA..., 1967).

Vale ressaltar que casas sustentáveis são projetadas para durar por gerações, e quando não são mais úteis, podem ser facilmente desmontadas e recicladas para outros usos. Devem ainda incorporar materiais que não afetem negativamente a saúde dos ocupantes; tenham isolamento para reduzir o uso de energia; sejam eficientes para adaptar-se às mudanças nas necessidades dos ocupantes; causem o mínimo de danos ao meio ambiente e minimizem os custos operacionais e de capital (CANADA..., 1967).

### 2.5.1 Aço como Material Sustentável

Segundo a LP *Building Products* (2011), o *steel frame*, assim como o *wood frame*, pode ser classificado como um sistema CES, ou seja, uma Construção Energética Sustentável. Assim, como o nome sugere, as principais características deste tipo de obra são: energética pelo ótimo desempenho térmico da edificação, o que ocasiona economia de energia tanto durante o processo construtivo quanto após a ocupação do imóvel; e sustentável pela menor geração de resíduos.

De acordo com a empresa Smart Sistemas Construtivos Inteligentes, pode-se definir o *steel frame* como um sistema sustentável, devido a alguns fatores, como:

- Utiliza aço: material 100% reciclável;
- Emprego de materiais industrializados e ecológicos, produzidos sem agredir o meio ambiente;
- Construção seca: não utiliza água durante a obra;
- Baixo consumo de energia: o desempenho térmico reduz o consumo de energia para aparelhos de ar-condicionado e aquecedores.

Além disso, por ter produtos pré-fabricados, este sistema construtivo deixa os locais de obra mais silenciosos e limpos. A LP *Building Products* (2011) menciona ainda que, pelo fato da obra ser mais leve, exigem-se fundações menos robustas e conseqüentemente, menores serão os gastos de energia.

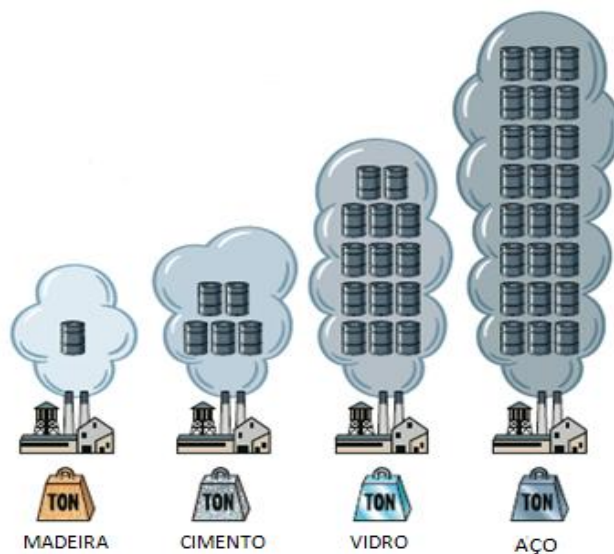
### 2.5.2 Madeira como Material Sustentável

A madeira, como afirma Velloso (2010, p.26), “é um material que vai ao encontro da sustentabilidade e da ecoeficiência na construção”.

Uma das maiores qualidades da madeira é que é um recurso renovável. Se as práticas de manejo florestal e colheita forem seguidas, esse recurso estará disponível por tempo indeterminado. Além disso, possui pouca energia incorporada e baixo impacto de carbono (FOREST..., 2010).

De acordo com Richter e Werner (2007), o consumo de combustíveis fósseis, as contribuições potenciais para o efeito estufa e as quantidades de resíduos sólidos tendem a ser menores para os produtos de madeira, em comparação com produtos concorrentes.

A madeira, comparada com outros materiais, é a que apresenta o menor gasto de energia de produção, como pode ser observado na Figura 3.



**Figura 3 – Comparativo da quantidade de energia necessária para a produção de uma tonelada de madeira, cimento, vidro e aço.**

**Fonte: Adaptado de APA (2012, p.5).**

Analisando a figura acima, tem-se que, em relação à madeira, o gasto de energia de produção de cimento é cinco vezes maior, o de vidro é 14 vezes e o de aço é 24 vezes.

Quando avaliado o ciclo da madeira como material de construção, percebe-se que as vantagens estão presentes em todas as etapas. Na primeira etapa, de formação e constituição do material, por ser um material de fonte renovável, consome apenas energia solar no processo de crescimento da árvore pela fotossíntese, e sequestra o carbono poluente da atmosfera. Depois que a árvore se transforma em madeira, também apresenta baixo consumo de energia no seu beneficiamento e transformação em material de construção propriamente dito, como já citado anteriormente. Na segunda etapa, de emprego na construção, mostra-se um material leve, de fácil trabalhabilidade, promovendo uma construção seca e um canteiro de obras limpo, além de proporcionar agilidade na execução e consequente redução de custos. E em sua etapa final, transformado em uma edificação com grande potencial estético, além de poder apresentar excelente condicionamento térmico, é na forma de bem durável que proporcionará o armazenamento do carbono sequestrado da atmosfera, por muitos anos (VELLOSO, 2010, p. 27).

Assim, como menciona Velloso (2010), a utilização da madeira em construções se mostra uma opção viável, sobretudo nos dias de hoje quando é grande a preocupação com a utilização de matérias-primas de fonte renovável e com baixo consumo de energia na sua produção. Contudo, deve-se utilizar a madeira com consciência ambiental, buscando a sustentabilidade do planeta.

## 2.6 ETAPAS CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS *STEEL FRAME* E *WOOD FRAME*

A seguir, serão definidas algumas etapas construtivas dos sistemas *steel frame* e *wood frame*, sendo elas: serviços preliminares, fundação, estrutura, impermeabilização, isolamento termoacústico, instalações elétricas e hidrossanitárias, fechamento interno e externo, esquadrias, revestimentos e limpeza final da obra. Grande parte dessas etapas construtivas são as mesmas para ambos os sistemas, sendo que as etapas diferentes serão apresentadas separadamente.

### 2.6.1 Serviços Preliminares

Os serviços preliminares para os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* são os mesmos que nos sistemas tradicionais, por isso serão apenas citados.

Yazigi (2000) engloba nos serviços iniciais o levantamento topográfico do terreno, o estudo geotécnico, vistoria da área da obra, eventuais demolições e a limpeza do terreno. Ainda podem ser inclusos os serviços como movimentação de terra e locação da obra.

De acordo com Salgado (2009), é importante realizar a movimentação de terra necessária para o início da obra, seja ela corte ou escavação, com o objetivo de adequar as condições do terreno para implantação da obra. Os movimentos de terra devem ser executados após intervenção topográfica, definindo assim as cotas e marcos necessários.

Outro serviço de extrema importância é a locação da obra, que Salgado (2009, p. 32) define como sendo “[...] a transferência dos dados e medidas de um projeto para o local (terreno) onde a edificação será consolidada.”

A locação terá de ser global, sobre um ou mais quadros de madeira (gabaritos), que envolvam o perímetro da obra. As tábuas que compõem esses quadros precisam ser niveladas, bem fixadas e travadas, para resistirem à tensão dos fios de demarcação, sem oscilar nem fugir da posição correta (Yazigi, 2000, p. 141).

### 2.6.2 Fundações

Salgado (2009, p. 48) conceitua fundações como “[...] elementos estruturais destinados a suportar toda a carga de pressão proveniente dos carregamentos de



esforços oriundos do peso próprio dos elementos estruturais como num todo, acrescidos dos carregamentos provenientes do uso [...].” Esses elementos têm como função distribuir os esforços estruturais para o terreno.

Segundo a LP *Building Products* (2011), os sistemas *steel frame* e *wood frame* podem ser feitos com qualquer tipo de fundação. Contudo, por sua estrutura leve e distribuição uniforme de cargas, os dois tipos mais utilizados são sapata corrida e radier.

Radier é um “elemento de fundação superficial que abrange parte ou todos os pilares de uma estrutura, distribuindo os carregamentos”, já a sapata corrida é uma “sapata sujeita a ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo de um mesmo alinhamento” (ASSOCIAÇÃO..., 2010, p.3).

Penna (2009) salienta que a fundação que permite maior velocidade de montagem de casas em série é o radier. Entretanto, ele ressalta que, dependendo do tipo de solo e necessidades estruturais, outros tipos de fundação podem ser utilizados, como sapatas corridas, sistema de tubulões/estacas coroados por blocos e unidos por cintamento convencional. Segundo a Tecverde, durante a etapa de fundação devem ser previstas as esperas para as instalações hidrossanitárias e elétricas.

A Figura 4 apresenta a fundação do tipo radier.



**Figura 4 – Fundação do tipo radier**  
Fonte: Tecverde

Outra vantagem do radier, segundo Campos (2006), é que a própria fundação pode servir de piso para a edificação.

Contudo, como lembra Dias (2005), a superfície das fundações deve ser bem nivelada, no esquadro e com medidas precisas, para não afetar o andamento da obra com eventuais necessidades de trabalhos corretivos.

### 2.6.2.1 Ancoragem

A escolha da ancoragem mais eficaz depende do tipo da fundação e das solicitações que ocorrem na estrutura devido a sua carga e as condições climáticas e ambientais. É através do cálculo estrutural que são definidas as dimensões, espaçamentos e o tipo de ancoragem, sendo que os tipos mais utilizados de ancoragem são: a química, com barra roscada, e a expansível, com *parabolts* (CASTRO; FREITAS, 2006).

Segundo Dias (2005), uma forma de fixar os painéis de parede à estrutura de fundação convencional em concreto é por meio de parafusos de fixação adequadamente posicionados no concreto ainda fresco. Outra forma seria a utilização de parafusos autoatarrachantes, também chamados de *parabolts*, aplicados no momento da fixação dos painéis, como pode ser observado na Figura 5.

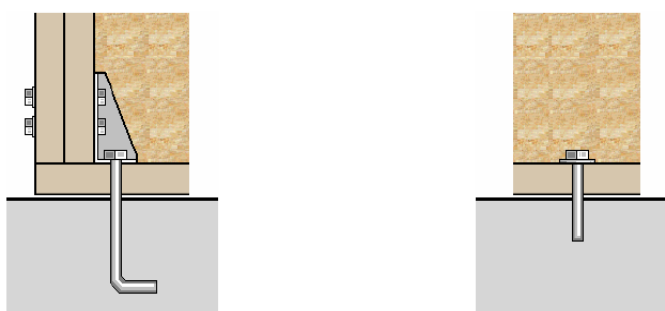


Figura 5 – Elementos de ancoragem: barra de ancoragem e *parabolts*  
Fonte: Adaptado de Silva (2004, p.71).

### 2.6.3 Estrutura

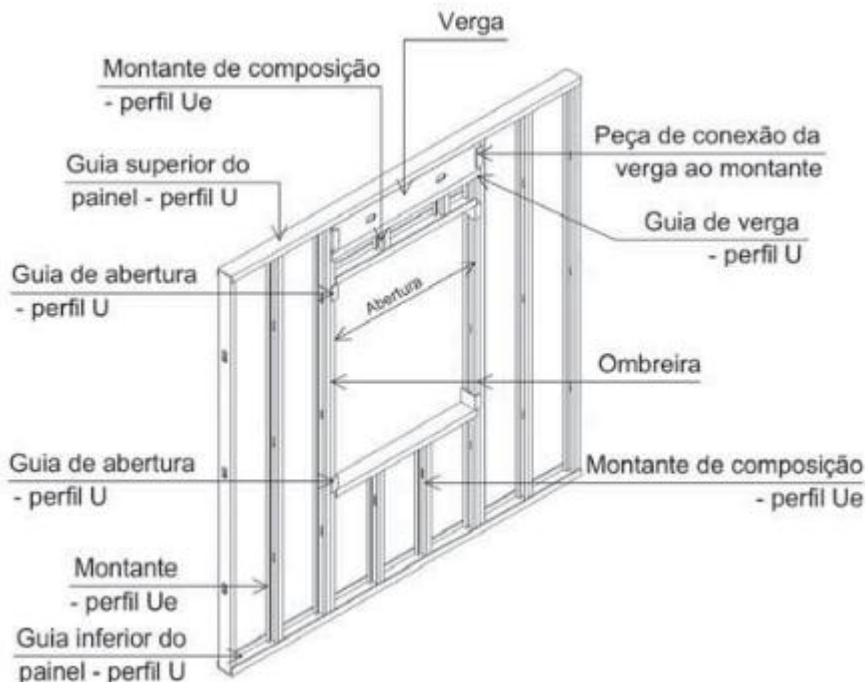
A estrutura dos sistemas *steel frame* e *wood frame* possuem algumas diferenças, por isso serão definidas separadamente a seguir.

### 2.6.3.1 Steel Frame

#### a) Estrutura dos Painéis

Segundo Castro e Freitas (2006), os painéis utilizados no sistema *steel frame* podem compor as paredes de uma construção ou serem utilizados como sistema estrutural da mesma, podendo estes últimos ser tanto internos quanto externos. Já os painéis não estruturais servem apenas como divisórias.

As paredes que constituem a estrutura são chamadas de painéis estruturais ou autoportantes. Esses painéis são compostos de elementos verticais com seção transversal tipo “Ue” (U enrijecido), conhecidos como montantes e elementos horizontais de seção transversal U, denominados guias. A função destes painéis é absorver cargas incidentes na estrutura e transmiti-las as fundações (SANTIAGO, 2008). A Figura 6 apresenta os componentes de um painel estrutural com abertura.



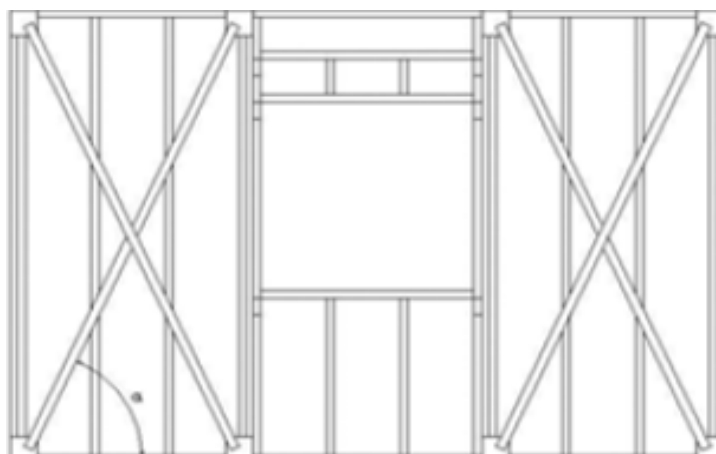
**Figura 6 – Componentes de um painel estrutural com abertura**  
 Fonte: Castro e Freitas (2006, p.37).

Segundo a Saint-Gobain (2011), os parafusos mais utilizados nas construções em *steel frame* são os autoatarraxantes e autoperfurantes.

Os painéis devem ser enrijecidos através de contraventamentos para evitar deslocamentos indesejados. De acordo com Saint-Gobain (2011,p.107):

O método mais comum de estabilização da estrutura em LSF é o contraventamento em “X”, que consiste em utilizar fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel, cuja largura, espessura e localização são determinadas pelo projeto estrutural.

O contravento em “x” pode ser observado na Figura 7.



**Figura 7 – Contraventamento em “x” com fitas de aço galvanizado**  
Fonte: Castro e Freitas (2006, p.37).

Para a montagem dos painéis de *steel frame* existem três métodos de construção que podem ser utilizados, sendo eles:

i. Método “stick”

Neste método, os perfis são cortados e montados no local da obra, juntamente com as demais estruturas. Essa técnica pode ser usada em locais onde a pré-fabricação não é viável. A vantagem é que não há necessidade do construtor possuir um local para a pré-fabricação do sistema e também a facilidade de transporte das peças até o canteiro. No entanto, apesar das ligações serem de fácil execução, existe um aumento de atividades na obra e a montagem é mais lenta (SANTIAGO, 2008).

ii. Método por painéis

Este método utiliza painéis, contraventamentos, lajes e tesouras de telhado pré-fabricados fora do canteiro e montados no local da obra, diferenciando-se assim do método “stick”, onde tudo é feito no próprio canteiro (SANTIAGO, 2008).

As principais vantagens deste método estão na velocidade de montagem e no alto controle de qualidade na produção dos sistemas. Contudo, faz-se necessário, temporariamente, um grande espaço físico para montagem e estocagem dos componentes (SANTIAGO, 2008).

### iii. Construção modular

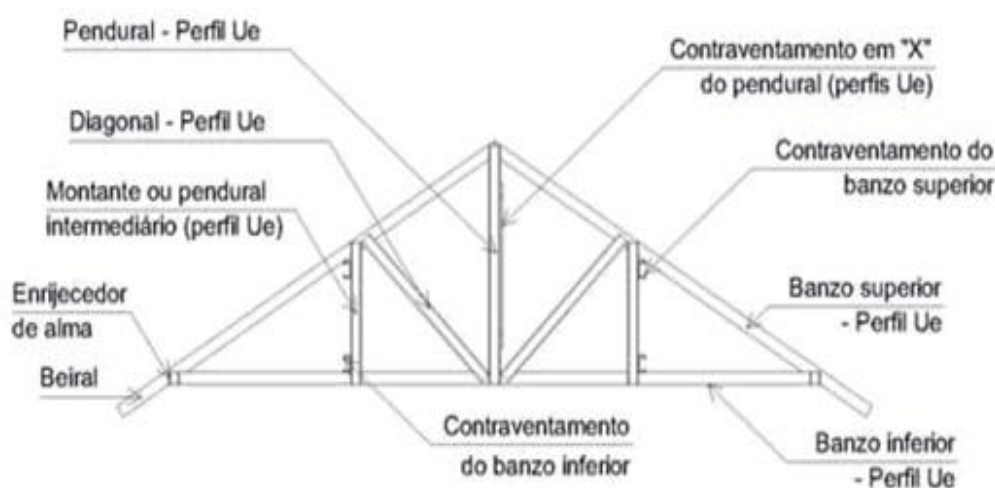
Segundo Santiago (2008, p.25):

Na construção modular as unidades são completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com os acabamentos internos como revestimentos, louças, mobiliário fixo, instalações elétricas e hidráulicas, etc. As unidades podem ser montadas lado a lado ou uma sobre as outras, formando a construção final.

### b) Estrutura das Coberturas

A cobertura de edificações em *steel frame* segue os mesmos princípios das construções convencionais, possibilitando assim a execução de modelos diversificados. Na execução de telhados inclinados, as tesouras em *steel frame* têm as mesmas características das convencionais em madeira, o que torna os projetos de ambas bastante semelhantes (CASTRO; FREITAS, 2006).

A Figura 8 mostra os elementos de um tipo de tesoura em *steel frame*.



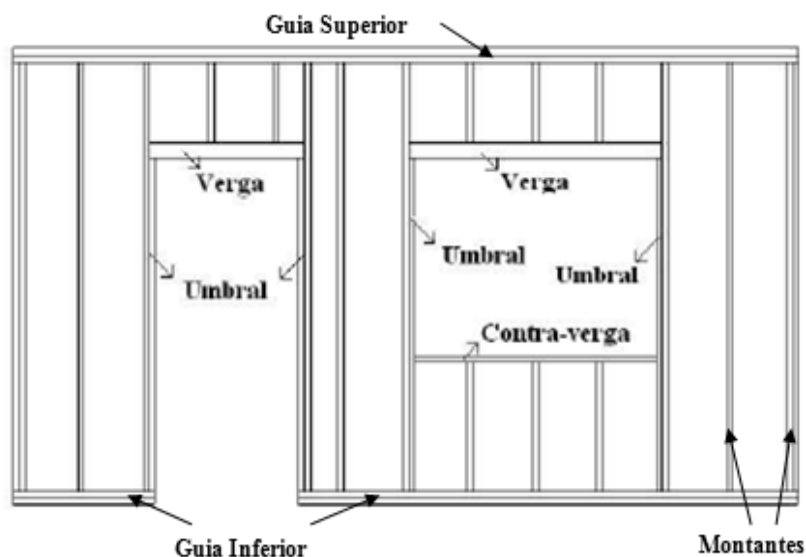
**Figura 8 – Elementos de uma tesoura em *steel frame***  
 Fonte: Castro e Freitas (2006, p.70).

### 2.6.3.2 Wood Frame

#### a) Estrutura dos Painéis

De acordo com a diretriz nº 005 do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (2011, p.3), os quadros estruturais são “formados por peças de madeira maciça serrada, denominadas montantes, travessas, bloqueadores, umbrais, vigas, caibros, ripas e sarrafos, com alta resistência natural ao ataque de organismos xilófagos ou tratadas quimicamente sob pressão.” O contraventamento pode se feito com peças de madeira (montantes, travessas ou diagonais) ou chapas de madeira e derivados (OSB ou madeira compensada), entre outros materiais. A Figura 9 mostra os componentes do quadro estrutural do painel.

Os sistemas de fixação podem ser constituídos de mecanismos de encaixe, parafusos, pregos anelados, grampos, ganchos de ancoragem, chumbadores, conectores, pinos, chapas com dentes estampados e/ou cola (SISTEMA..., 2011, p.3).



**Figura 9 – Quadro estrutural com aberturas de porta e janela**  
Fonte: Adaptado de Dias (2005, p.22).

Os painéis podem ser fabricados com diferentes níveis de industrialização, descritos a seguir:

i. Kits pré-cortados (*Pre-cut homes*):

Consiste em kits compostos de peças de madeira pré-cortadas nas seções transversais definidas em projeto, e o quadro estrutural é montado no canteiro de obras (VELLOSO, 2010).

ii. Casas Panelizadas (*Panelized Homes*):

São produzidas na forma de painéis de parede e treliças de cobertura pré-fabricadas, buscando reduzir o tempo de execução no canteiro de obras. Uma das vantagens é o controle de qualidade, que garante a confiabilidade dimensional dos elementos e componentes produzidos no ambiente de fábrica, reduzindo assim as necessidades de ajustes ou retrabalhos (VELLOSO, 2010).

iii. Casas Modulares (*Modular Homes*):

Seus componentes apresentam um maior grau de industrialização que as casas panelizadas, pois, na indústria, são fabricados módulos tridimensionais que vão compor a edificação montada no canteiro de obras, tendo a possibilidade das esquadrias e instalações virem embutidas nas paredes (VELLOSO, 2010).

iv. Casas Industrializadas (*Manufactured Homes*):

De acordo com Velloso (2010, p.33) “a casa industrializada (manufactured home) é transportada inteiramente pronta ao canteiro de obras, com as instalações elétricas e hidráulicas, e inclusive o acabamento das paredes, já finalizados.”

b) Estrutura das Coberturas

Campos (2006, p.53) menciona que “a cobertura é formada por elementos leves em madeira, podendo ser executados em diferentes formatos, utilizando-se diversos tipos e formatos de telhas.”

Segundo a Tecverde, podem ser utilizados telhados contidos, lajes impermeabilizadas com cobertura verde, telhados aparentes convencionais e não há restrições quanto ao tipo de telha a ser utilizada.

Os componentes da cobertura em madeira tradicional estão apresentados na Figura 10. No entanto, no sistema *wood frame*, as tesouras são pouco espaçadas, dispensando a utilização de terças e caibros.



**Figura 10 – Elementos que compõem a estrutura da cobertura**  
**Fonte: Meirelles e Pala (2010, p. 34).**

A Figura 11 apresenta alguns tipos de tesouras.



TESOURA HOWE



TESOURA PRATT



TESOURA FINK

**Figura 11 – Tipos de tesouras**  
**Fonte: Adaptado de Moliterno (2003) apud Saint-Gobain (2011, p.136).**

#### 2.6.4 Impermeabilização

De acordo com a diretriz nº003 (2012) e nº005 (2011) do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* devem ter estanqueidade:



- à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas);
- de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água de uso;
- de juntas (encontros) entre paredes e entre paredes e lajes;
- de pisos em contato com o solo;
- do sistema de cobertura

Ainda segundo essas duas diretrizes, as barreiras impermeáveis devem ser de não-tecidos impermeáveis à água e permeáveis ao vapor d'água e os produtos para impermeabilização podem ser mantas pré-fabricadas ou membranas moldadas no local.

Segundo a Tecverde, a membrana hidrófuga e a barreira de vapor são películas que tem a função de evitar que a água da chuva e a umidade interna penetrem na parede, protegendo e aumentando a durabilidade da estrutura. Para a cobertura, utiliza-se a manta de subcobertura. A Figura 12 mostra a membrana hidrófuga instalada na envoltória da edificação.

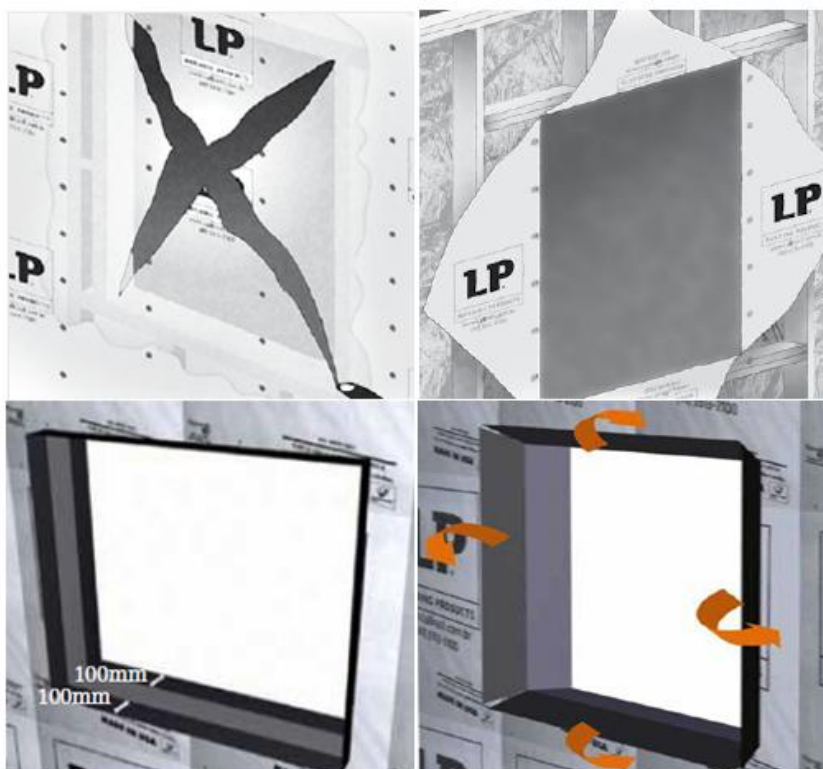


**Figura 12 – Membrana hidrófuga**  
Fonte: LP *Building Products* (2011, p.10).

De acordo com Calil Junior e Molina (2010), a membrana hidrófuga tem a função de proteger o sistema das intempéries, como, por exemplo, a umidade. Nas

áreas expostas a água, como banheiro e cozinha, podem ser utilizadas placas cimentícias com selador acrílico anti-fungo e pintura de resina acrílica pura, ou ainda placas de gesso acartonado resistente à umidade, revestidas com azulejo. Para garantir a estanqueidade da cobertura, deve-se utilizar manta de subcobertura.

Para a impermeabilização nas aberturas, a *LP Building Products* (2012) recomenda que, após o término do “envelopamento” da edificação, seja feito um corte em X, de vértice a vértice, com o auxílio de um estilete. Depois, dobrar para o interior da edificação as quatro abas formadas. Se as placas de OSB forem utilizadas internamente como reforço, deve-se dobrar essas abas, sobrepondo o OSB. A LP (2012) ainda recomenda vedar todas as aberturas de esquadrias com uma fita adesiva asfáltica impermeável, que deve ser aplicada na abertura de maneira uniforme, evitando emendas e recorte, visando garantir a estanqueidade total da abertura. Essa fita deve ser aplicada na parte interna da abertura de tal maneira que fiquem abas de no mínimo 10cm, tanto no lado interno quanto externo da parede, para depois serem dobradas e coladas na face da parede. Esse processo pode ser observado na Figura 13.



**Figura 13 – Impermeabilização das esquadrias**  
Fonte: Adaptado de *LP Building Products* (2012, p. 5).

### 2.6.5 Isolamento Termoacústico

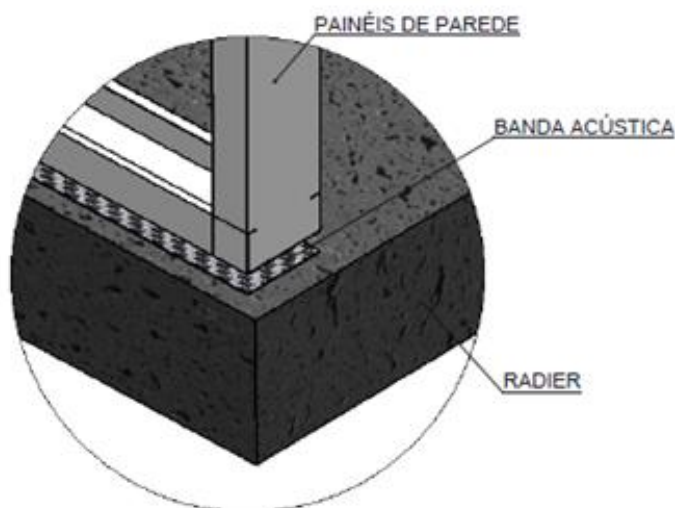
Segundo a diretriz nº003 (2012) e nº005 (2011) do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, os isolantes térmicos podem ser placas de lã de rocha ou lã de vidro, poliestireno expandido ou outro material com condutividade térmica menor que  $0,06\text{W/m}^\circ\text{C}$  e resistência térmica  $\geq 0,5\text{m}^2\text{K/W}$ . Já os materiais absorventes acústicos, de baixa densidade, podem ser as placas de lã de rocha ou lã de vidro e fibras cerâmicas, ou ainda poliuretano, fibras de madeira, vermiculita, cortiça, tecidos, tapetes, entre outros.

De acordo com Campos (2006), o desempenho térmico depende das características dos materiais utilizados e dos componentes de vedação. E essa é uma das vantagens dos sistemas *steel frame* e *wood frame*, pois, devido ao colchão de ar existente entre as placas, existe uma flexibilidade em tratamentos térmicos e acústicos. Isso pode ser observado na Figura 14, onde os isolantes termoacústico preenchem esse colchão de ar.



**Figura 14 – Isolamento termoacústico em painéis**  
Fonte: LP *Building Products* (2011, p.31).

Também é colocada uma banda acústica entre a fundação e os painéis para melhorar o desempenho acústico, como indicado na Figura 15.



**Figura 15 – Banda acústica entre painel e fundação**  
**Fonte: Smart Sistemas Construtivos Inteligentes.**

#### 2.6.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Calil Junior e Molina (2010) afirmam que o sistema elétrico e hidráulico dos sistemas *steel frame* e *wood frame* podem ser idênticos ao de uma construção convencional e que, em comparação com as construções com alvenaria, agrega praticidade e agilidade à construção.

As tubulações de água são embutidas e previstas nas paredes hidráulicas, sendo que estas não possuem função estrutural. São fixadas à estrutura interna da parede através de braçadeiras e/ou fitas metálicas aparafusadas. Não é permitida a passagem interna de tubulação de gás (GLP), pois as paredes podem servir como câmara para o acúmulo de gases. As instalações elétricas e de telefone ocorrem internamente às paredes e forros e são realizadas por meio de conduítes plásticos corrugados fixados na estrutura com auxílio de braçadeiras e/ou fitas metálicas (SISTEMA..., 2013).

De acordo com a Tecverde, não é possível embutir tubulações de esgoto nas paredes, pois possuem diâmetro maior que os montantes, sendo necessário o uso de shafts.

Campos (2006) menciona que as tubulações, de preferência, devem seguir paralelamente aos montantes. Quando houver a necessidade de furar o montante, recomenda-se que a abertura, no caso da madeira, seja menor que 40% da seção transversal disponibilizada para a transferência dos esforços atuantes, ou então que se utilizem peças auxiliares de reforços. Outra observação que ele faz é a utilização

de chapas metálicas junto aos pontos recortados, evitando assim que os parafusos ou pregos de fixação das placas atinjam as tubulações.

A Figura 16 mostra um exemplo de instalação hidrossanitária no sistema *wood frame*, sendo que nesse caso, para a passagem da tubulação, foram feitos recortes nas peças de madeira.



**Figura 16 – Instalação hidrossanitária no sistema *wood frame***  
Fonte: Tecverde.

Na Figura 17 pode ser observado um exemplo de instalação elétrica no sistema *steel frame*, onde os perfis metálicos são pré-furados para a passagem da tubulação.



**Figura 17 – Instalação elétrica no sistema *steel frame***  
Fonte: Usiminas apud Penna (2009, p.53).

### 2.6.7 Fechamentos

Segundo Campos (2006), as placas de fechamento estão entre os elementos que mais evoluíram tecnologicamente no Brasil. Dentre essas placas, ele destaca: as chapas de OSB (Oriented Strand Board), gesso acartonado e as placas cimentícias. Essas placas podem ser utilizadas tanto no sistema *steel frame* quanto no *wood frame*.

Campos (2006, p.13) ainda lembra que:

As chapas de OSB anticupim, amplamente utilizadas nas residências norte-americanas, começaram a ser produzidas no Brasil em 2002. O gesso acartonado chegou ao Brasil na década de 1970, mas somente nos anos 1990 começou a ser largamente utilizado. As placas cimentícias foram desenvolvidas como componente complementar ao gesso acartonado por permitir fechamento de áreas expostas à água.

O OSB tem como função contraventar e vedar a estrutura de paredes, entrespisos e telhados, fazendo com que a estrutura atue de forma monolítica, proporcionando rigidez à edificação. Pode ser utilizado tanto para fechamento interno quanto externo (LP..., 2011).

De acordo com a LP *Building Products* (2011), o gesso acartonado, também chamado de *drywall*, é utilizado no fechamento interno da edificação e proporciona uma superfície lisa e pronta para receber o acabamento. Nas áreas molhadas, o gesso deve ser resistente à umidade.

As placas cimentícias podem ser utilizadas como fechamento externo e interno e também em áreas molháveis, e para melhor desempenho é fundamental que seja feito um tratamento de juntas entre as placas (SAINT-GOBAIN, 2011).

Existem ainda outros tipos de fechamento externo, como *siding* vinílico, *smartside panel*, entre outros.

A Figura 18 mostra o fechamento feito com placas de OSB.



**Figura 18 – Fechamento com OSB**  
Fonte: LP *Building Products* (2011, p.7).

Na Figura 19 pode ser observado o fechamento com placas cimentícias.



**Figura 19 – Fechamento com placa cimentícia**  
Fonte: LP *Building Products* (2011, p.9).

### 2.6.8 Esquadrias

Salgado (2009) menciona que as esquadrias têm inúmeras funções, e destaca como as mais importantes: iluminação, ventilação, isolamento e acesso. Podem ser de madeira, ferro, alumínio, PVC, vidro, entre outros materiais.

Nos sistemas *steel frame* e *wood frame*, as instalações de portas e janelas podem ser executadas de maneira similar aos sistemas convencionais, onde se utiliza espuma de poliuretano ou parafusos (LP..., 2011).

### 2.6.9 Revestimentos

Salgado (2009, p. 264) define revestimento como “elemento que dá proteção à construção, além de estanqueidade às edificações.”

O revestimento deve ser compatível com os componentes de fechamento. Podem ser: argamassas, pastas, pinturas, *sidings*, cerâmicas e outros materiais com função estética, sem função estrutural. O revestimento é determinante para a durabilidade do sistema construtivo (SISTEMA..., 2011).

### 2.6.10 Limpeza Final da Obra

De acordo com Salgado (2009), a limpeza não se restringe apenas ao que foi executado, mas também a área externa a edificação, como a remoção de terra em excesso e entulhos. Ele aconselha também a ter muito cuidado com produtos de limpeza que podem ocasionar manchas que não podem ser removidas, como produtos cuja formulação contém ácido muriático.

## 2.7 PLANEJAMENTO

De acordo com Limmer (1997), gerenciar um projeto é assegurar que o mesmo seja planejado em todas as suas fases, permitindo um controle contínuo e possibilitando antecipar decisões gerenciais que garantam a execução do projeto no caminho desejado.

Kerzner (2002, p. 112) define o planejamento como “[...] uma função racional ordenada logicamente.” Yazigi (2000, p.102) declara que “[...] planejar tornou-se a essência da função gerencial.” Para tanto, como lembra Limmer (1997), é necessário planejar e controlar o projeto, pois essas atividades são mutuamente exclusivas, isto é, uma não existe sem a outra.

O planejamento torna possível: definir a organização para executar a obra, tomar decisões e alocar recursos, integrar e coordenar esforços de todos os envolvidos, assegurar boa comunicação entre os participantes da obra, suscitar a conscientização dos envolvidos para prazos, qualidade e custos, além de estabelecer um referencial para controle e definir uma diretriz para o empreendimento (LIMMER, 1997).



### 2.7.1 Orçamento

Segundo Limmer (1997), orçar é determinar os gastos necessários para realizar um projeto com base em um plano de execução já estabelecido, sendo esses gastos traduzidos em termos quantitativos.

Qualquer que seja o tipo de empreitada, de mão-de-obra, preços unitários, global ou integral, o orçamento deve partir da discriminação minuciosa dos serviços a serem realizados, levantamento dos quantitativos de cada um desses serviços, definição dos custos unitários obtidos através da composição dos consumos dos insumos, mais os gastos com a infraestrutura necessária para execução (TISAKA, 2006, p. 37).

O orçamento para a execução de obras e serviços na Construção Civil, segundo Tisaka (2006), é composto pelo cálculo do custo direto, das despesas indiretas e do benefício.

#### 2.7.1.1 Custos Diretos

Tisaka (2006) descreve o custo direto de uma obra como a somatória de todos os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra que são aplicados diretamente em cada um dos serviços na execução da edificação, incluindo-se também todas as despesas necessárias de infraestrutura.

A qualidade da informação depende do grau de detalhamento do projeto e, em função dessa qualidade, podem ser estabelecidos dois métodos de orçamentação: o de correlação, que tem como base a estimativa de custo pela relação deste com uma ou mais variáveis; e o de quantificação que abrange dois processos: o da quantificação de insumos e o da composição do custo unitário (LIMMER, 1997).

A quantificação de insumos consiste no levantamento das quantidades de todos os insumos básicos necessários para executar a obra, e podem ser reduzidos em três grupos: mão-de-obra, materiais, e equipamentos (LIMMER, 1997).

Já os custos unitários, como afirmam Gehbauer et al (2002, p. 328), “estão diretamente relacionados com a produção ou execução de um determinado serviço.”

De acordo com Tisaka (2006), os custos diretos de uma obra são a somatória dos custos unitários de todos os serviços específicos, multiplicados pelas suas respectivas quantidades. Para o cálculo dos custos unitários, faz-se necessário o

conhecimento de sua composição, ou seja, quanto de material vai ser utilizado, número de horas de pessoal qualificado e não qualificado e o número de horas de equipamento a ser utilizado, por unidade desses serviços.

#### 2.7.1.2 Benefícios e Custos Indiretos

Segundo Limmer (1997), o lucro e as despesas indiretas da empresa e do projeto são considerados como uma taxa percentual que incide sobre os custos diretos de produção. Para essa taxa, dá-se o nome de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) ou ARL (Administração, Riscos e Lucro).

BDI, Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas, é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão-de-obra utilizada no custo direto (CONSELHO..., 2008, p.8).

Tisaka (2006) considera que o BDI é composto dos seguintes elementos: despesas ou custos indiretos, taxa de risco do empreendimento, custo financeiro do capital de giro, tributos, taxa de comercialização e o benefício ou lucro.

De acordo com Nocus (2009), os custos indiretos são os custos necessários para completar o trabalho, mas que não estão diretamente incorporados no projeto. Os custos indiretos são comumente aplicados como uma porcentagem do total custo e pode variar dependendo da empresa.

Já o benefício, segundo Limmer (1997, p. 39), é a “previsão de benefício ou lucro esperado pelo construtor mais uma taxa de despesas comerciais e reserva de contingência.”

#### 2.7.2 Cronogramas

Limmer (1997, p. 68) define cronograma como “[...] uma representação gráfica da execução de um projeto, indicando os prazos em que deverão ser executadas as atividades necessárias, mostradas de forma lógica, para que o projeto termine dentro de condições previamente estabelecidas.” Pode ser apresentado como rede (gráficos PERT/COM ou Roy) ou como gráficos de barras (gráfico de Gantt).

Segundo Gehbauer et al (2002), para elaborar um cronograma são necessárias diversas informações. No entanto, na fase inicial do planejamento, não se pode avaliar completamente as condições de trabalhos previstas para a execução da obra, e com o avanço do planejamento pode-se verificar que os dados iniciais são imprecisos. Por isso, é importante elaborar um cronograma e controlá-lo durante a execução, para poder adaptá-lo quando ocorrerem desvios.

### 3 METODOLOGIA DE TRABALHO

Segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 31), “a pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos.”

A pesquisa é a atividade nuclear da Ciência. Ela possibilita uma aproximação e um entendimento da realidade a investigar. A pesquisa é um processo permanentemente inacabado. Processa-se por meio de aproximações sucessivas da realidade, fornecendo-nos subsídios para uma intervenção no real (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p.31).

De acordo com Gil (2002), este trabalho pode ser classificado, com base em seus objetivos, como uma pesquisa exploratória, pois proporciona maior familiaridade com o problema e o torna mais explícito, tendo como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

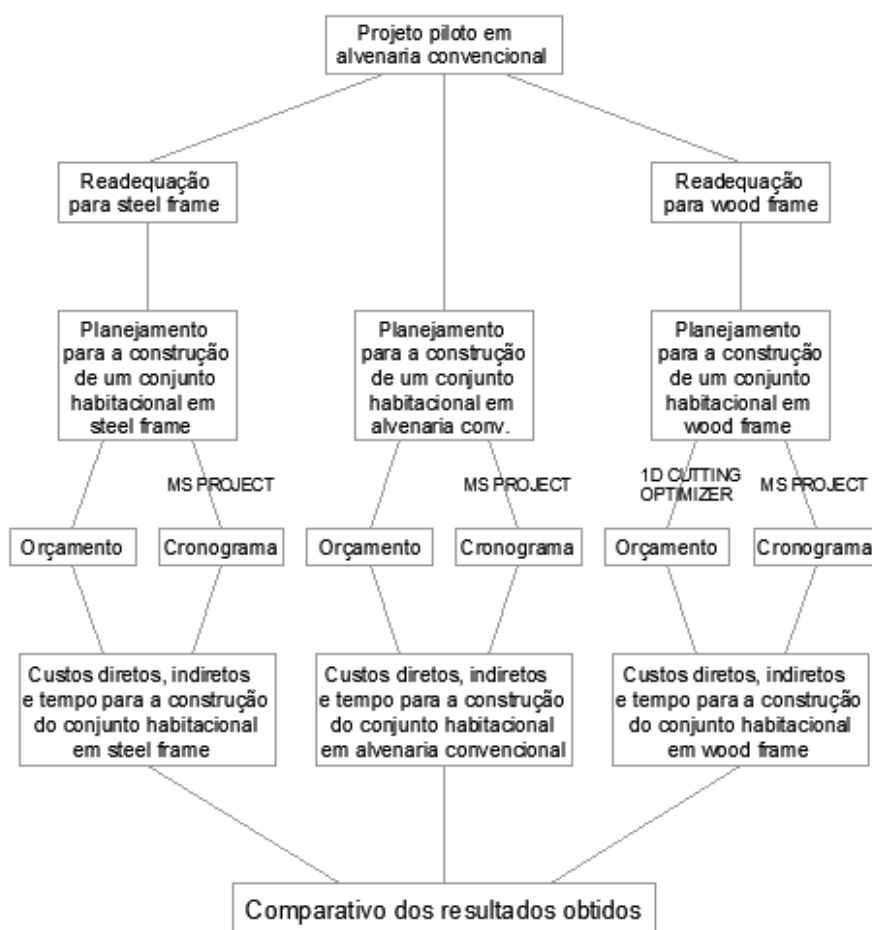
Com base nos procedimentos técnicos utilizados para seu desenvolvimento, a pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, uma vez que “[...] é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” (GIL, 2002, p. 48).

Ainda quanto os procedimentos técnicos, a pesquisa também é classificada como um levantamento, porque provém da solicitação de dados a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, depois da análise quantitativa, obter as conclusões correspondentes às informações coletadas; e como um estudo de caso, pois resulta de um estudo profundo de um ou de poucos objetivos, permitindo um conhecimento amplo e detalhado (GIL, 2002).

É uma pesquisa tanto qualitativa quanto quantitativa. Qualitativa porque preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, e quantitativa porque enfatiza a objetividade e analisa os dados numéricos coletados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

#### 4 COMPARATIVO DOS SISTEMAS *STEEL FRAME* E *WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

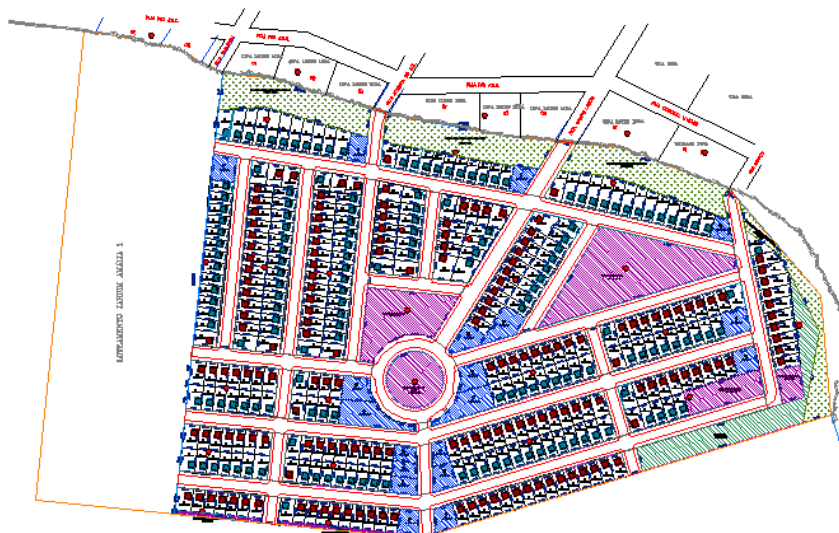
Para a realização desse trabalho foi necessário, primeiramente, obter um projeto de uma casa popular, para depois adaptá-lo aos sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame*. Em seguida, foram feitos o planejamento e o orçamento de cada residência, para posteriormente aplicar esses dados em um conjunto habitacional, possibilitando assim a criação de gráficos para a realização do comparativo dos sistemas e análise dos resultados. Na Figura 20 pode-se observar um fluxograma, que visa facilitar a compreensão do trabalho realizado.



**Figura 20 – Fluxograma**  
Fonte: Autoria Própria (2014).

Adotou-se um conjunto habitacional da cidade de Ponta Grossa, chamado de “Amália II”, com 339 residências de padrão similar à utilizada como projeto piloto

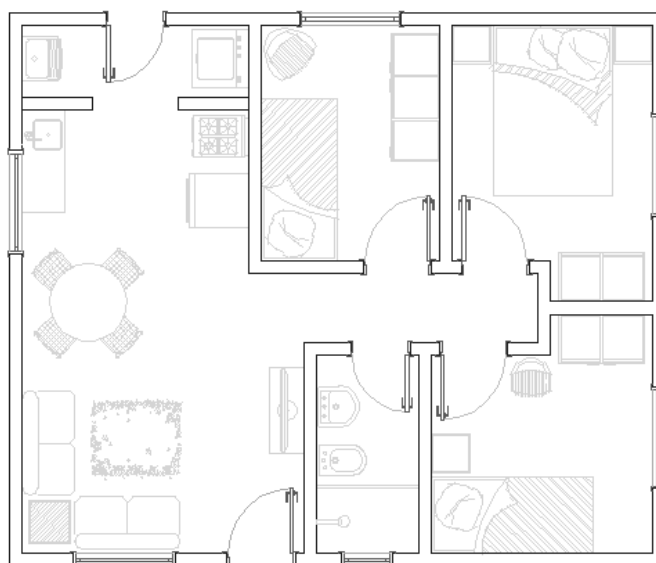
para este trabalho, sendo que 41 delas foram construídas no sistema *steel frame*. O conjunto habitacional pode ser observado na Figura 21.



**Figura 21 – Conjunto habitacional Amália II**  
**Fonte: Prefeitura de Ponta Grossa (2014).**

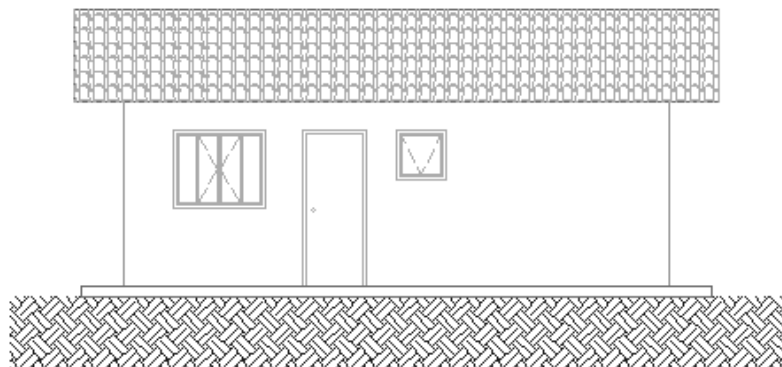
#### 4.1 PROJETO PILOTO

O projeto piloto, obtido de uma empresa da cidade de Pato Branco, consiste em uma casa de alvenaria de 50m<sup>2</sup>, com três quartos, um banheiro, uma sala e uma cozinha com área de serviço, como mostrado na Figura 22.

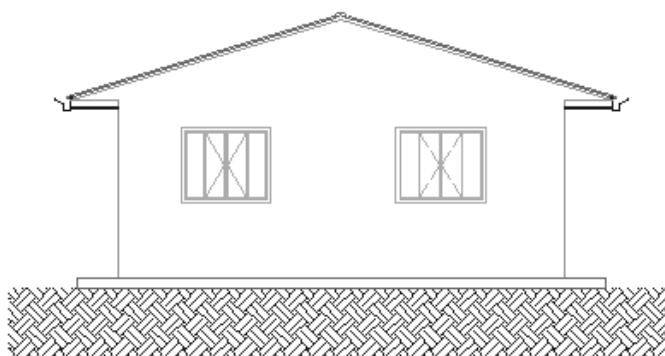


**Figura 22 – Layout do projeto piloto**  
**Fonte: Empresa de Pato Branco (2014).**

As elevações frontal e lateral podem ser observadas nas Figuras 23 e 24. A planta baixa e os cortes encontram-se no Anexo A.



**Figura 23 – Elevação frontal**  
Fonte: Empresa de Pato Branco (2014).



**Figura 24 – Elevação lateral**  
Fonte: Empresa de Pato Branco (2014).

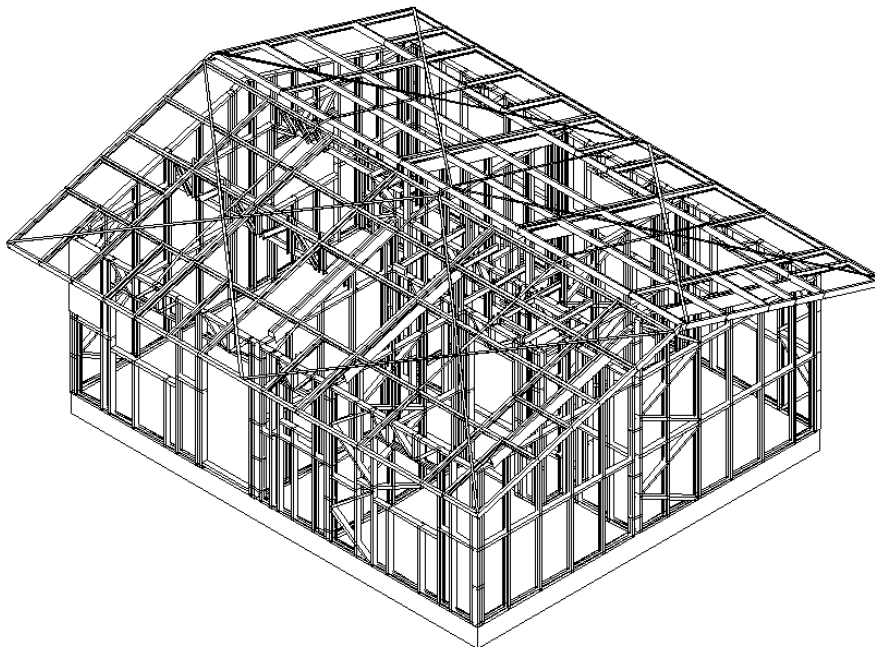
#### 4.2 READEQUAÇÃO DO PROJETO PARA *STEEL FRAME* E *WOOD FRAME*

O projeto piloto foi readequado para os sistemas *steel frame* e *wood frame*, para que fosse possível identificar os serviços e materiais necessários para a construção da casa.

##### 4.2.1 Projeto em *Steel Frame*

O projeto em *steel frame* foi readequado por uma empresa da cidade de Ponta Grossa, especializada nesse tipo de projeto, e teve uma alteração apenas na posição das janelas dos quartos. A estrutura é de aço galvanizado, sendo o perfil U

utilizado para as guias e o perfil U enrijecido para os montantes. A Figura 25 mostra um esquema isométrico da estrutura em *steel frame*.



**Figura 25 – Esquema isométrico da estrutura em *steel frame***  
Fonte: Empresa de Ponta Grossa (2014).

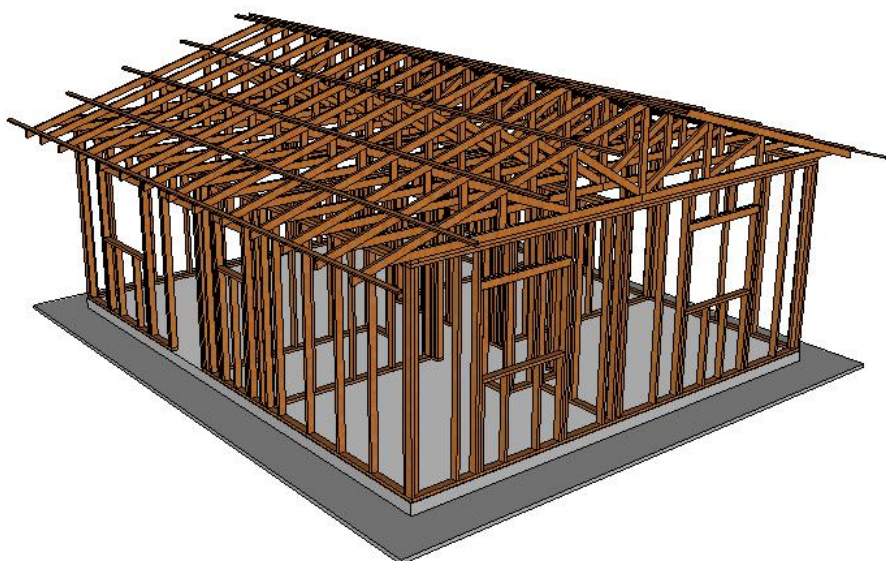
O projeto encontra-se no Anexo B, onde pode ser observada a planta baixa e os painéis da estrutura, com alguns detalhes construtivos, bem como um esquema isométrico da mesma.

#### 4.2.2 Projeto em *Wood Frame*

O projeto em *wood frame* foi realizado com base em informações obtidas em livros, teses, dissertações, manuais e também no Encontro Nacional para Inovação na Construção Civil (ENINC), realizado em junho de 2014, na cidade de Curitiba, no Paraná.

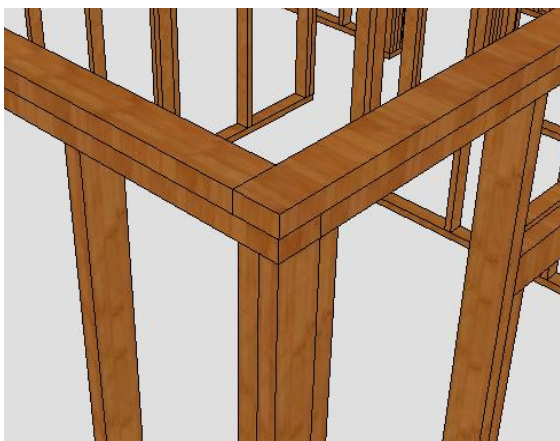
Para a concepção do projeto, a madeira adotada foi o pinus, de seção 38x89mm (referente ao padrão americano 2"x4") para os painéis e treliças da cobertura e seção 25x50mm para as ripas. Os montantes, assim como as tesouras, foram espaçados a cada 60cm. A Figura 26 mostra um esquema isométrico da casa em *wood frame*.





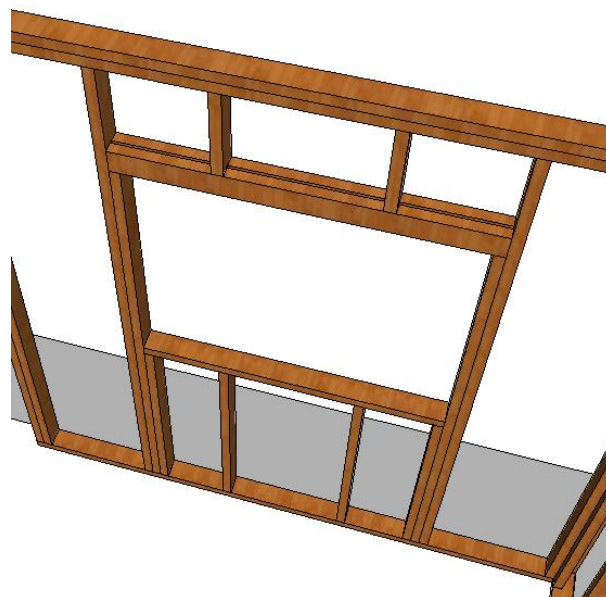
**Figura 26 – Esquema isométrico da estrutura em *wood frame***  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**

Optou-se por fazer a guia inferior simples, e a superior dupla, sendo que nesta as peças ficaram intercaladas, visando maior travamento na estrutura, como mostra a Figura 27.



**Figura 27 – Detalhe da guia superior**  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**

As vergas foram feitas com duas peças paralelas, posicionadas no maior momento de inércia e apoiadas sobre os umbrais, como pode ser observado na Figura 28.



**Figura 28 – Detalhe da verga**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

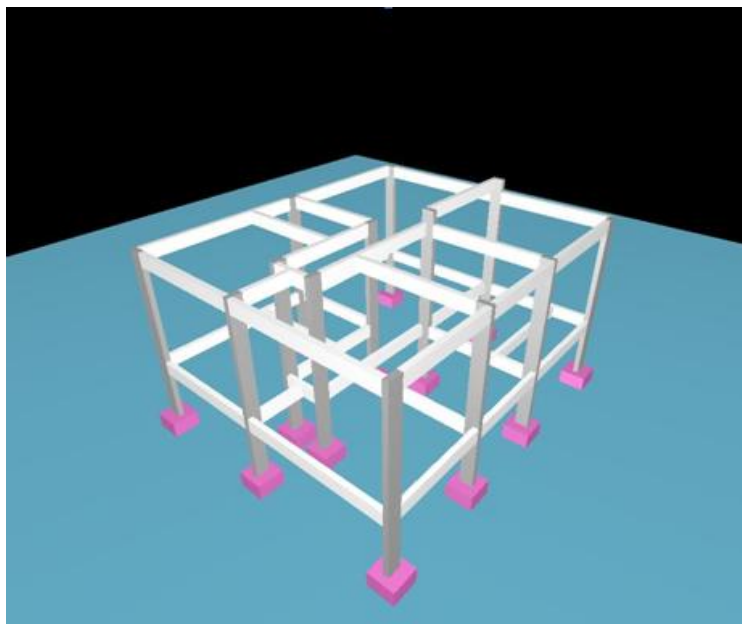
Para o contraventamento da estrutura optou-se pela utilização de placas de OSB com espessura de 11,1mm na face interna das paredes da envoltória da casa, para que, além da função de contraventar, pudesse também servir como apoio para a fixação de móveis e objetos.

O projeto encontra-se no Apêndice A, onde pode ser observada a planta baixa, os painéis e um esquema isométrico da estrutura, bem como a tesoura da cobertura.

#### 4.2.3 Projeto em Alvenaria Convencional

Com o intuito de tornar mais claro o comparativo dos sistemas *steel frame* e *wood frame*, optou-se por realizar o planejamento e orçamento dessa residência em alvenaria, apenas para se ter um parâmetro, já que esse é um dos sistemas mais empregados no Brasil historicamente.

Para isso, foi feito o projeto estrutural pelo programa TQS de onde foi retirado o quantitativo de materiais para a estrutura. Considerou-se uma estrutura composta de vigas e pilares, apoiados sobre sapatas, com fechamento em blocos cerâmicos revestidos por argamassa e cobertura de tesouras em madeira com telhamento em fibrocimento. Na Figura 29 pode ser observado um esquema isométrico da estrutura gerada pelo TQS.



**Figura 29 – Esquema isométrico da estrutura em alvenaria convencional**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Os demais itens do quantitativo para elaboração do orçamento foram retirados diretamente do projeto arquitetônico.

### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

Uma vez que o projeto piloto em alvenaria convencional foi readequado para os sistemas *steel frame* e *wood frame*, fez-se necessária a identificação dos serviços, com o intuito de obter informações para a realização dos orçamentos e cronogramas.

#### 4.3.1 Serviços Preliminares

Primeiramente, foram considerados os serviços preliminares, como vistoria da área da obra, limpeza do terreno e locação da obra. Para o orçamento, considerou-se um terreno plano, sem necessidades de movimentação de terra como cortes e aterros.

A Figura 30 exemplifica a locação de uma obra feita com tábua corrida.



**Figura 30 – Locação de obra**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

#### 4.3.2 Fundação

Por se tratarem de sistemas leves e seus esforços não exigirem muito da fundação, adotou-se a fundação do tipo radier, que tem como uma de suas vantagens servir de piso para a edificação.

Na Figura 31 pode-se observar o espalhamento uma camada de brita, que serve como base para o concreto.



**Figura 31 – Camada de brita**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

A Figura 32 mostra a colocação da lona, que protege o radier da umidade vinda do solo, a armadura e as esperas das tubulações elétricas e hidrossanitárias.



**Figura 32 – Armadura do radier**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

A Figura 33 mostra o radier após a realização da concretagem.



**Figura 33 – Radier**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

#### 4.3.3 Estrutura

Após a execução da fundação, começa a etapa de montagem da estrutura. Consideraram-se as estruturas dos painéis e cobertura montadas fora do canteiro de obras e depois transportadas até o local, para serem devidamente posicionadas e fixadas sobre a fundação. Com isso, tem-se uma otimização de tempo, pois enquanto as fundações são executadas, a estrutura dos painéis e da cobertura podem ser montadas.

A Figura 34 mostra a estrutura de uma casa em *steel frame*, onde podem ser observados os painéis e a cobertura, bem como o contraventamento feito com perfis metálicos na diagonal.



**Figura 34 – Estrutura de uma casa em *steel frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

Na Figura 35 podem ser vistos os painéis posicionados e fixados na fundação.



**Figura 35 – Estrutura dos painéis de *steel frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

A Figura 36 mostra a estrutura dos painéis no sistema *wood frame* e, na Figura 37, pode ser observada a ossatura em madeira de uma parede interna da casa fixada na fundação por meio de parafusos autoatarrachantes, também conhecidos como *parabolts*.



**Figura 36 – Estrutura dos painéis de wood frame**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**



**Figura 37 – Ossatura de madeira**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

#### 4.3.4 Impermeabilização

A etapa seguinte consiste no serviço de impermeabilização, então considerou-se para os dois sistemas a colocação de uma membrana hidrófuga em toda envoltória da edificação, como pode ser observado na Figura 38.



**Figura 38 – Envolvimento da edificação pela membrana hidrófuga**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

Para proteção de eventual percolação de água proveniente da chuva através do telhado, foi considerada a instalação da manta de subcobertura, que pode ser observada na Figura 39.



**Figura 39 – Manta de subcobertura**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

#### 4.3.5 Isolamento Termoacústico

Tanto para o sistema construtivo *steel frame* quanto para o *wood frame*, optou-se pela utilização de lã de vidro para isolamento termoacústico, mostrado na Figura 40, e também na colocação da banda acústica entre o painel e a fundação, como pode ser observado na Figura 41.





**Figura 40 – Isolamento termoacústico com lã de vidro**  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**



**Figura 41 – Banda acústica**  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**

#### 4.3.6 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Os serviços de instalações elétricas e hidrossanitárias para os sistemas *steel frame* e *wood frame* seguem o mesmo padrão que as do sistema convencional, sendo que para a passagem das tubulações são feitas aberturas na peças dos painéis.

Na Figura 42 pode ser observada a passagem da tubulação pelos furos feitos nos perfis metálicos para a realização da instalação elétrica da casa no sistema *steel frame*.



**Figura 42 – Instalações elétricas no sistema *steel frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

Na Figura 43 pode ser observada a instalação elétrica para o sistema *wood frame* no painel com isolamento termoacústico já instalado.



**Figura 43 – Instalações elétricas no sistema *wood frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

A Figura 44 mostra a utilização de um perfil metálico entre os montantes para melhor fixação do registro no painel.



**Figura 44 – Instalação hidrossanitária no sistema *steel frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

Na Figura 45 podem ser observados os furos nos montantes da ossatura em madeira para passagem da tubulação do sistema hidrossanitário.



**Figura 45 – Instalações hidrossanitárias no sistema *wood frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

#### 4.3.7 Fechamentos

Foi considerado, em ambos sistemas, a utilização de placa cimentícia e gesso acartonado para o fechamento externo e interno, respectivamente.

Na Figura 46 pode ser observada a colocação das placas cimentícias.



**Figura 46 – Placa cimentícia**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Na Figura 47 observa-se o fechamento realizado com placas cimentícias e o tratamento de juntas das mesmas.



**Figura 47 – Fechamento externo com placa cimentícia**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Na Figura 48 têm-se as placas de gesso acartonado utilizadas para o fechamento interno.



**Figura 48 – Fechamento com gesso acartonado**  
Fonte: Aatoria Própria (2014).

No caso da residência em *wood frame*, admitiu-se a utilização de placas de OSB que, além de servir como fechamento, auxiliam também no contraventamento da estrutura. Para a residência em *steel frame* considerou-se que essa função se dá por meio de perfis metálicos colocados nas diagonais.

As Figuras 49 e 50 mostram o fechamento realizado com placas de OSB.



**Figura 49 – Fechamento externo com OSB**  
Fonte: Aatoria Própria (2014).



**Figura 50 – Contraventamento da ossatura de madeira**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

#### 4.3.8 Esquadrias

As esquadrias seguem o mesmo padrão que as do sistema convencional, por isso são muito semelhantes, como pode ser visto na Figura 51.



**Figura 51 – Esquadrias**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

#### 4.3.9 Revestimentos

Para o revestimento externo, optou-se pela utilização de pintura nas paredes e telhas de fibrocimento na cobertura, como mostra a Figura 52.



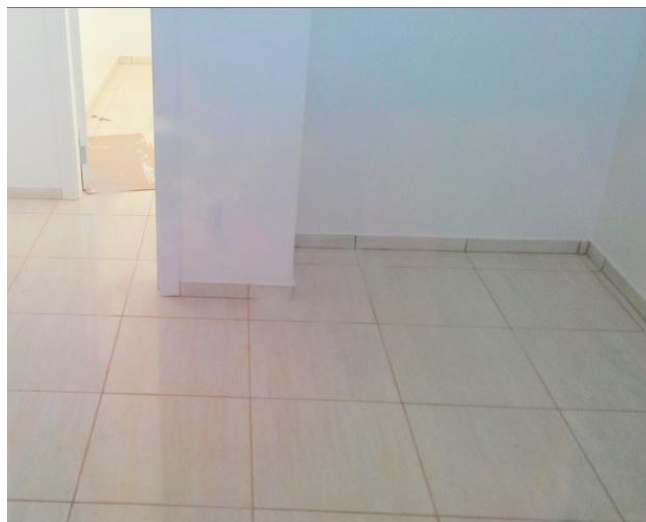
**Figura 52 – Revestimento externo**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Já para o revestimento interno, foi considerado azulejo nas paredes do banheiro (Figura 53), na área de serviço e em uma parede da cozinha, sendo que nestes dois últimos cômodos adotou-se azulejo até a altura de 1,5m. Admitiu-se a aplicação de tinta PVA para o restante das paredes e para o forro de gesso acartonado.



**Figura 53 – Colocação de azulejo**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Para o piso, considerou-se a colocação de cerâmica em toda a residência, como pode ser visto na Figura 54.



**Figura 54 – Piso cerâmico**  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**

#### 4.3.10 Limpeza Final da Obra

Por fim, identificou-se como último serviço de ambos os sistemas construtivos a limpeza final da edificação e a entrega do imóvel, como pode ser observado nas Figuras 55 e 56.



**Figura 55 – Limpeza final da obra**  
**Fonte: Autorial Própria (2014).**





**Figura 56 – Casa em *steel frame* finalizada**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

#### 4.4 PLANEJAMENTO

Com os projetos prontos e os serviços identificados, parte-se para o planejamento da obra. Para isso, adotaram-se as planilhas do Paraná Edificações, que servem de base para licitações de obras públicas no estado do Paraná, a fim de se estimar os custos e o tempo de cada serviço e, através de um planejamento, realizar os orçamentos e cronogramas para a construção do conjunto habitacional adotado.

A seguir será explicado o procedimento adotado para a realização dos orçamentos e cronogramas.

##### 4.4.1 Orçamentos

Os orçamentos foram feitos com base nas planilhas do Paraná Edificações, como já citado anteriormente, sendo que para alguns custos utilizaram-se os valores de mercado, pois não estavam contidos na planilha.

Fez-se o levantamento de custos diretos de uma residência para os sistemas construtivos *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional. Estes custos levam em conta o material e a mão de obra necessários para a construção de cada casa.

Para o custo direto do conjunto habitacional, multiplicou-se o custo direto de cada residência pelo número de casas do conjunto, no caso, 339 unidades.

Os orçamentos da residência em *steel frame*, *wood frame* e alvenaria encontram-se no Apêndice B.

#### 4.4.1.1 Plano de Corte

Como o projeto de *steel frame* foi obtido de uma empresa especializada onde se realiza a otimização de serviços e materiais, admitiu-se a necessidade de uma otimização no corte das peças de madeira. Para isso, utilizou-se o programa 1D *Cutting Optimizer*, que é empregado para obter layouts de cortes de peças lineares.

Fez-se a otimização de corte da ossatura dos painéis com peças de 4 e 5m e das tesouras da cobertura com peças de 5m e uma combinação das peças de 4 e 5m. Os resultados obtidos pela otimização dos cortes podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Resultados do plano de corte para peças de 4 e 5m**

Descrição	Seção (mm)	Comprimento (m)	Preço por metro (R\$/m)	Preço por peça (R\$)	Quantidade (peças)	Consumo Total (m)	Perda (%)	Custo Total (R\$)
Painéis	38x89	4	7,15	28,60	187	748	31,9	5348,00
		5	7,80	39,00	115	575	1,4	4485,00
Tesouras	38x89	4	7,15	28,60	50	340	6,4	2522,00
		5	7,80	39,00	28			
		5	7,80	39,00	67	335	4,9	2613,00

Fonte: Autoria Própria (2014).

Adotou-se para os painéis as peças de 5m, pois tem-se um custo menor, além de uma elevada diferença no percentual de perda, quando comparada com a peça de 4m. O plano de corte para as peças dos painéis encontra-se no Apêndice C.

Por questões de custo, adotou-se para as tesouras uma combinação das peças de 4 e 5m, pois, apesar de ter 1,5% a mais de perda, seu custo é 3,5% menor que o das peças de 5m. O plano de corte para as tesouras está no Apêndice D.

#### 4.4.2 Cronogramas

Para a realização dos cronogramas adotou-se os índices das composições unitárias das planilhas do Paraná Edificações e dados dos fabricantes para

determinar a quantidade de horas necessárias para executar uma casa em cada sistema construtivo abordado neste trabalho, para em seguida multiplicar esse valor pelas 339 residências do conjunto habitacional.

Assim, chegou-se à quantas horas precisariam ser trabalhadas para a realização do conjunto habitacional em questão. Então, foram estipuladas equipes para realização das diferentes etapas construtivas. Com a finalidade de comparação, procurou-se adotar equipes similares para a realização dos serviços dos três sistemas construtivos.

Considerando que foram trabalhados 22 dias por mês, com turnos de 8 horas diárias, determinou-se quantos meses cada etapa construtiva levaria para ser finalizada.

Com esses dados, foi possível fazer o planejamento da obra para cada sistema construtivo. Para isso, utilizou-se o programa *MS Project 2013*, no qual foram lançadas as durações de cada serviço, respeitando-se a ordem de execução das atividades, através da determinação das suas predecessoras e outras condições necessárias para a liberação das atividades subsequentes.

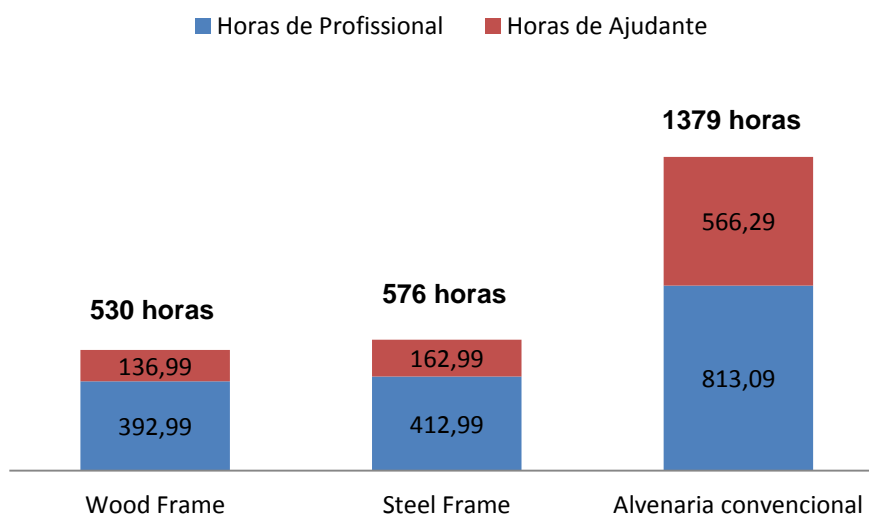
A partir disso, foram gerados cronogramas que estimaram o tempo necessário para construção do conjunto habitacional nos sistemas *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional. No Apêndice E são apresentados alguns dos relatórios gerados pelo programa *MS Project 2013*.

#### 4.5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com os orçamentos e cronogramas finalizados, foi possível comparar os resultados através de gráficos que serão apresentados na sequência.

Primeiramente, fez-se o comparativo de quantas horas trabalhadas seriam necessárias para construir uma residência em cada um dos três métodos. As horas trabalhadas foram divididas em horas de profissionais e de ajudantes, como pode ser observado no Gráfico 2.

Pode-se observar pelo gráfico que o percentual de profissionais em relação a ajudantes é maior nos sistemas *steel frame* e *wood frame*, o que resulta em uma produção de maior qualidade, por ter mais funcionários especializados.



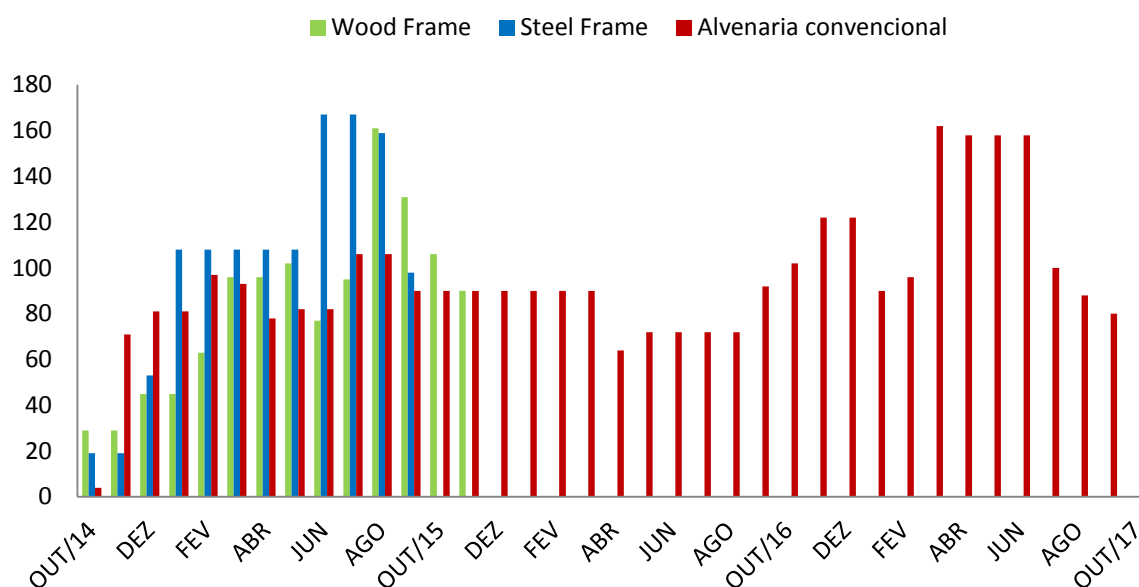
**Gráfico 2 – Horas trabalhadas para a produção de uma residência**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

Com os cronogramas, foi possível comparar também o tempo gasto para a construção do conjunto habitacional para os três sistemas construtivos. O Gráfico 3 permite perceber que para a construção do conjunto habitacional nos sistemas *steel frame* e *wood frame* existe uma diferença pequena de tempo. Já quando comparados com a alvenaria convencional esse tempo praticamente triplica.



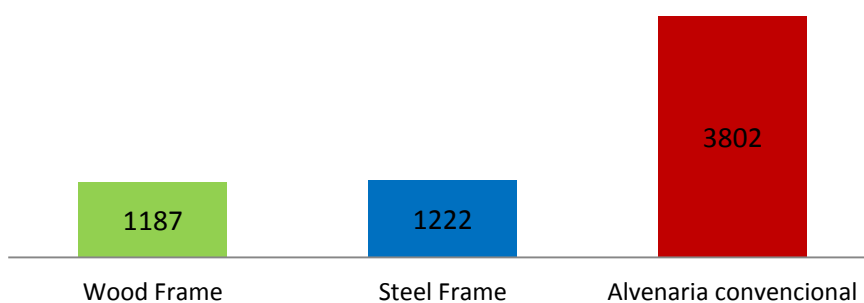
**Gráfico 3 – Meses gastos para a construção de 339 residências**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

Criou-se também um histograma com a distribuição dos funcionários ao longo do tempo, onde pode-se perceber os meses que exigirão maior quantidade de funcionários na obra. Esse histograma está representado no Gráfico 4.



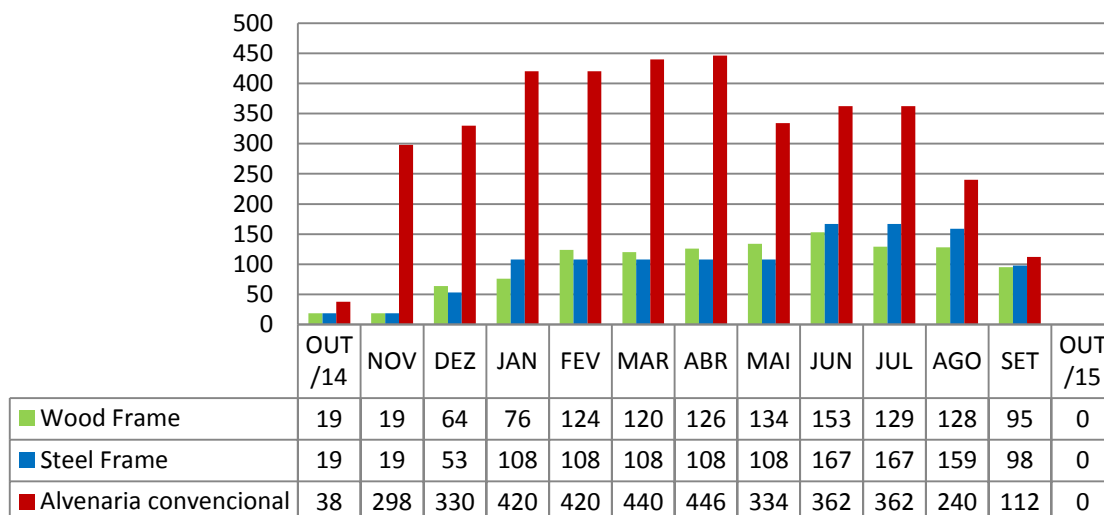
**Gráfico 4 – Histograma da distribuição dos funcionários ao longo da construção do conjunto habitacional**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Fez-se também uma simulação para comparar a quantidade de funcionários necessários para a construção do conjunto habitacional no período de 12 meses para os três sistemas construtivos. Como no sistema *steel frame* o tempo de construção já é de 12 meses, fez-se, através do *MS Project*, um planejamento de um ano para os sistemas de *wood frame* e alvenaria convencional. Os cronogramas gerados pelo programa encontram-se no Apêndice F. O Gráfico 5 mostra que para a construção do conjunto habitacional pelo sistema de alvenaria convencional no prazo de um ano, seria necessário uma quantidade maior de funcionários quando comparados com os outros dois sistemas construtivos.



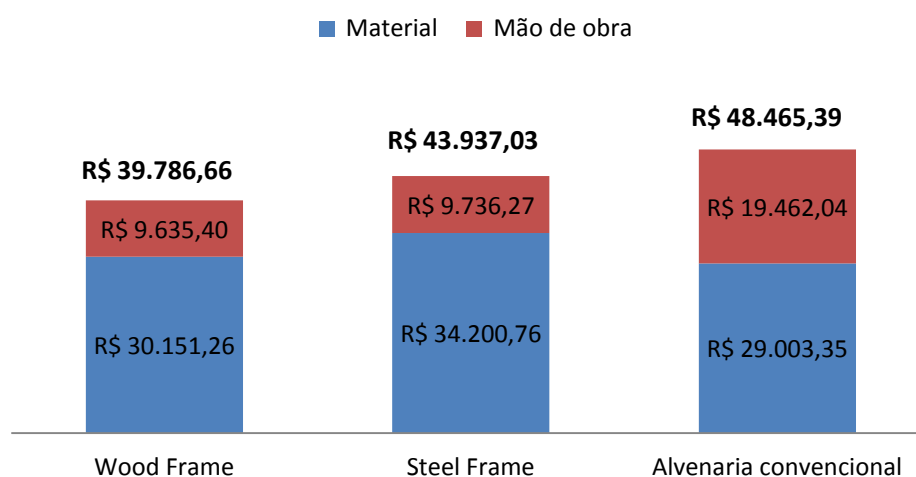
**Gráfico 5 – Quantidade de funcionários necessários para realizar a obra em um ano**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

O Gráfico 6 mostra a distribuição desses funcionários no prazo de um ano para os três sistemas construtivos.



**Gráfico 6 – Distribuição dos funcionários para realizar a obra em 12 meses**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Através da utilização das planilhas do Paraná Edificações e de dados do mercado, foi possível fazer a composição dos custos diretos para construção de uma residência em *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional, conforme o Gráfico 7.

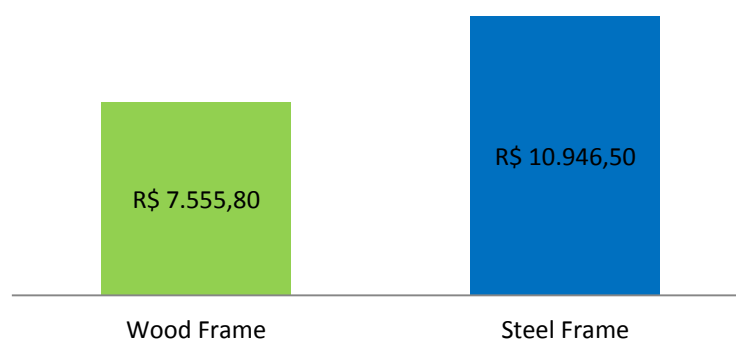


**Gráfico 7 – Despesas diretas para a construção de uma residência**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

Pode-se observar que no caso dos sistemas inovadores, *steel frame* e *wood frame*, as despesas com material ainda são um pouco superiores quando

comparadas às de alvenaria convencional. Isto se dá, provavelmente, pelo fato desses sistemas utilizarem produtos ainda novos no mercado, o que conseqüentemente os torna mais caros pela baixa comercialização. Porém percebe-se que as despesas com mão de obra são bem menores, devido a maior agilidade na construção de residências com estes sistemas.

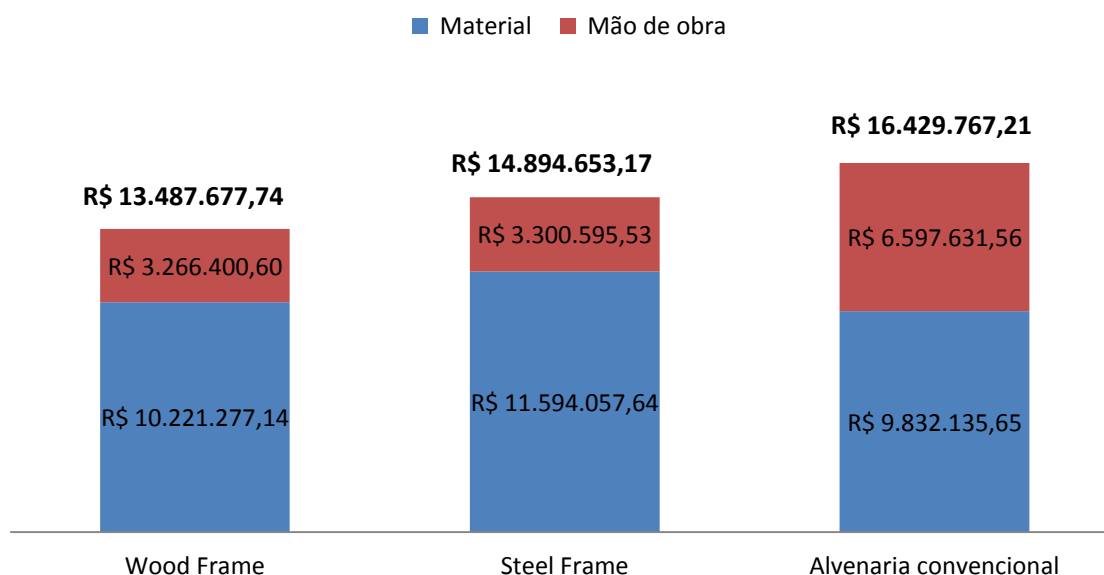
Observa-se também que os sistemas *steel frame* e *wood frame* apresentam custos relativamente próximos, sendo o *steel frame* um pouco mais caro. Um dos motivos para que isto ocorra é o alto custo do aço no Brasil, o que torna a estrutura mais onerosa, como mostra o Gráfico 8.



**Gráfico 8 – Custo da estrutura para os sistemas *wood frame* e *steel frame***  
Fonte: Autoria Própria (2014).

Através do gráfico pode-se constatar que, para o estudo de caso realizado, a estrutura de aço é quase 45% mais cara que a de madeira.

Uma vez calculado os custos diretos para a construção de uma residência, foi possível obter os custos diretos para a construção do conjunto habitacional. O Gráfico 9 mostra o custo com material e mão de obra dos três sistemas construtivos para a construção das 339 residências.



**Gráfico 9 – Despesas diretas para a construção de 339 residências**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

De acordo com informações repassadas pela GIDUR – Gerência de Desenvolvimento Urbano da Caixa Econômica Federal, o valor de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) aceito para obras de conjuntos habitacionais deve ficar entre 18 e 22% sobre os custos diretos. Sendo assim, estipulou-se para o referido estudo de caso o BDI de 22%.

Também buscou-se nas construtoras da região valores de impostos comumente cobrados pelo Governo para obras deste porte, e pode-se perceber que os valores praticados giram em torno de 5,65%, não sendo considerado o ISS (Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza), pois este é isento pelas prefeituras.

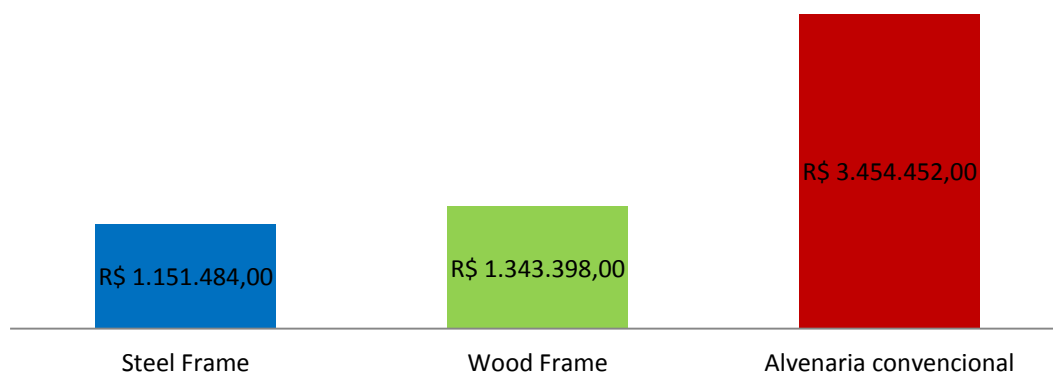
Assim, para calcular as despesas indiretas do conjunto habitacional estudado, subtraiu-se do valor total de BDI (22%), 5,65% referente aos impostos e 6,35% correspondente aos lucros esperados para realização da obra, chegando assim à conclusão de que as despesas indiretas deverão representar 10% sobre os custos diretos.

Para se estimar as despesas indiretas, foi adotado 10% do custo direto do sistema *wood frame*. Este valor foi dividido pelo tempo de duração da obra, no caso 14 meses para a realização do conjunto no sistema *wood frame*, chegando-se assim a um custo de despesas indiretas fixo por mês. Adotou-se esse valor para os três sistemas. Sendo assim, as despesas indiretas se tornam proporcionais à duração da obra, isto é, quanto mais tempo de construção, mais gastos indiretos terão. São



alguns exemplos de despesas indiretas em uma obra de engenharia: salários de engenheiros e mestre de obras, alimentação, combustível, entre outras.

Com isso foi possível estimar os custos indiretos para a construção do conjunto habitacional em cada sistema construtivo, como pode ser observado no Gráfico 10.



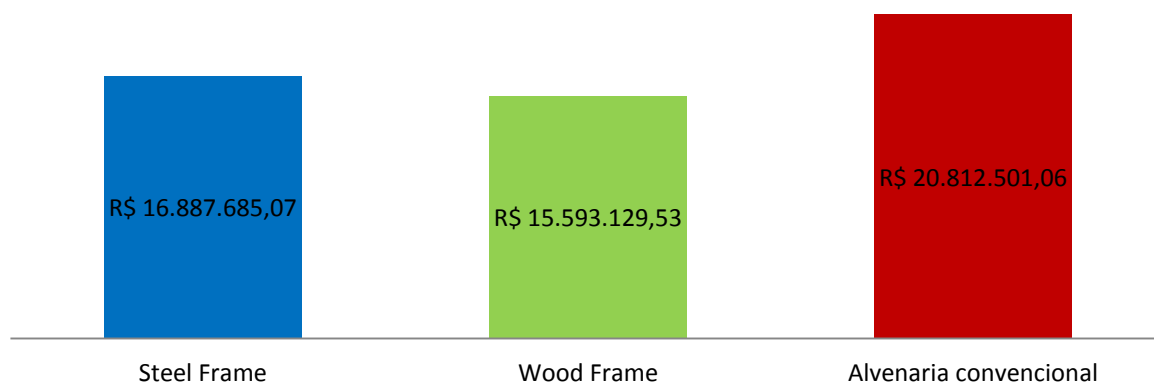
**Gráfico 10 – Despesas indiretas para a construção de 339 residências**  
**Fonte: Aatoria Própria (2014).**

Por fim, determinou-se o custo total para a construção das 339 residências nos sistemas construtivos *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional, através da soma dos custos diretos, custos indiretos e impostos, sendo este último considerado 5,65% do valor das despesas diretas. Esses valores podem ser observados na Tabela 4. O custo total do conjunto habitacional adotado para esse estudo está representado no Gráfico 11. O lucro, ou benefício, não foi considerado para a estimativa do custo total.

**Tabela 4 – Custos para a construção de 339 residências nos sistemas construtivos *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional**

	Despesas Diretas	Impostos (5,65%)	Despesas Indiretas	TOTAL
<b>Wood Frame</b>	R\$ 13.487.677,74	R\$ 762.053,79	R\$ 1.343.398,00	<b>R\$ 15.593.129,53</b>
<b>Steel Frame</b>	R\$ 14.894.653,17	R\$ 841.547,90	R\$ 1.151.484,00	<b>R\$ 16.887.685,07</b>
<b>Alvenaria convencional</b>	R\$ 16.429.767,21	R\$ 928.281,85	R\$ 3.454.452,00	<b>R\$ 20.812.501,06</b>

**Fonte: Aatoria Própria (2014).**



**Gráfico 11 – Custo total para a construção de 339 residências**  
**Fonte: Autoria Própria (2014).**

## 5 CONCLUSÃO

A evolução tecnológica traz a necessidade de mudanças para diversos setores, e com a construção civil não é diferente. Com toda a demanda habitacional existente no país, essa mudança se torna ainda mais necessária.

Após inúmeras tentativas de reduzir o *deficit* habitacional, tentativas essas que vem desde o período do Império, o Brasil passa por uma fase de grande incentivo financeiro para a construção de moradias, principalmente para as classes mais baixas.

Com isso, torna-se primordial a busca por métodos construtivos que aliem rapidez e baixo custo, com qualidade igual ou superior aos métodos empregados atualmente.

Surgem então como alternativa os sistemas construtivo *steel frame* e *wood frame*, que mostram resultados satisfatórios em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá e Alemanha.

Esses sistemas apresentam inúmeras vantagens, entre elas pode-se destacar o bom desempenho termoacústico, pois permitem a utilização de uma grande variedade de isolantes devido ao espaço vazio existente no interior de suas paredes, e, por serem sistemas leves, não exigem tanto da fundação, podendo-se adotar soluções mais simples como o radier e sapatas corridas, quando o terreno permitir.

Além disso, esses sistemas podem ser parcialmente ou totalmente pré-fabricados, o que aumenta a qualidade do produto devido ao maior controle na montagem dos painéis e coberturas e também à utilização de mão de obra especializada.

A sustentabilidade proporcionada pelos sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* também merece destaque, pois tratam-se de sistemas que possibilitam uma construção a seco, além de gerarem menos resíduos que as construções convencionais. O *steel frame* apresenta como matéria-prima o aço, que é um material reciclável, e o *wood frame* a madeira, que, além de ser um recurso renovável, reduz consideravelmente a emissão de gás carbônico no meio ambiente.

No entanto, deve-se ressaltar que, para que esses sistemas cumpram com os requisitos para os quais foram projetados, os materiais empregados devem ser adequados e a mão de obra especializada, realizando todas as etapas construtivas necessárias, para que a qualidade do sistema não seja afetada.

Com o comparativo realizado neste trabalho, foi possível perceber que, para a construção das 339 residências do conjunto habitacional adotado, nos sistemas construtivos *steel frame*, *wood frame* e alvenaria convencional, houve diferenças consideráveis.

O tempo de construção desse conjunto no sistema de alvenaria convencional, por exemplo, é quase três vezes maior quando comparado com os outros dois sistemas.

Além disso, os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* promovem uma redução na quantidade de mão de obra, reduzindo assim as despesas diretas. O custo total também foi influenciado pelas despesas indiretas, como alimentação, combustível, salários de engenheiros e mestres de obra, que fez com que o sistema construtivo em alvenaria convencional tivesse um custo total consideravelmente maior que os outros sistemas.

Portanto, pode-se concluir que com a adoção dos métodos construtivos *steel frame* e *wood frame*, as pessoas poderiam ter acesso as moradias de forma mais rápida, o que, conseqüentemente, contribuiria para o atendimento da demanda habitacional do país com mais rapidez. A adoção desses métodos também iria gerar uma modernização no setor da construção civil no Brasil, além de proporcionar maior sustentabilidade. Percebe-se então que os sistemas construtivos *steel frame* e *wood frame* se mostram viáveis para serem empregados como sistemas construtivos de habitações de interesse social no país.

## REFERÊNCIAS

- ABIKO, Alex K. **Introdução à Gestão Habitacional**. Texto técnico – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1995.
- ANDRADE, Luís A. G.; AZEVEDO, Sérgio. **Habitação e poder**, Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
- APA – THE ENGINEERED WOOD ASSOCIATION. **Wood: Sustainable Building Solutions**. Washington: APA, 2012.
- ARAGÃO, José M. **Sistema financeiro da habitação: uma análise sociojurídica da gênese, desenvolvimento e crise do sistema**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. 2ed. Rio de Janeiro, 2010.
- BATEMAN, Bruce W. **Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction**. Department of construction science of A&M University. College Station. Texas, 1998.
- BONDUKI, Nabil. **Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula**. Revista eletrônica de Arquitetura e Urbanismo ISSN 1984-5766, Nº1, 2008.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda Habitacional no País**. Brasília/DF: Caixa, 2011.
- CALIL JUNIOR, Carlito; MOLINA, Julio C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. Londrina, 2010.
- CAMPOS, Rubens J. A. **Diretrizes de Projeto para produção de habitações térreas com estrutura tipo plataforma e fechamento com placas cimentícias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Edificação e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.
- CANADA MORTGAGE AND HOUSING CORPORATION. **Wood Frame Envelopes**. Canadá: CMHC, 1999.
- \_\_\_\_\_. **Canadian Wood-frame House Construction**. Canadá: CMHC, 1967.
- CASTRO, Renata C. M. de; FREITAS, Arlene M. S.; SANTIAGO Alexandre K. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da construção em aço. 2 ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.
- CASTRO, Renata C. M. de; FREITAS, Arlene M. S. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESPÍRITO SANTO - CREA-ES. **Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas**. Vitória: CREA-ES, 2008.

DIAS, Gustavo L. **Estudo experimental de paredes estruturais de Sistema Leve em Madeira (Sistema Plataforma) submetidas a força horizontal no seu plano**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook – Wood as an engineering material**. Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory. Estados Unidos, 2010.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Nota Técnica 1 – Déficit Habitacional no Brasil 2011 – 2012: Resultados preliminares**. Centro de Estatística e Informação. Belo Horizonte, 2014.

GEHBAUER, Fritz et al. **Planejamento e Gestão de Obras**. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Estimativas do Déficit Habitacional Brasileiro (PNAD 2007 – 2012)**. Brasília, 2013.

KERMANI, Abdy; PORTEOUS, Jack. **Structural Timber Design to Eurocode 5**. Editora: Blackwell Science, 2007.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

LAROCA, Christine. **Habitação Social em Madeira: uma alternativa viável**. 2002. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LP BUILDING PRODUCTS. **Manual CES – Construção Energética Sustentável**. Curitiba, 2011.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARICATO, Erminia. **Habitação e cidade**. 5. ed. São Paulo/SP: Atual, 1999.

MARTINSON, Karen L.; POWELL, Kelvin L.; TILOTTA; Davi C. **Assessment of Research and Technology Transfer Needs for Wood-Frame Housing.** Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory. Estados Unidos, 2008.

MEIRELLES, Célia R.; PALA, Adhemar. **Processo Construtivo em Madeira.** Apostila Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2010.

MICHAELIS. **Dicionário prático inglês-português / português-inglês.** São Paulo: Melhoramentos, 1987.

MORIKAWA, Devanir C. L. **Métodos Construtivos Para Edificações Utilizando Componentes Derivados Da Madeira De Reflorestamento.** 2006. 115f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

NOCUS, Shane F. **How to estimate the cost of: load bearing wood framed walls.** 2009.

PENNA, Fernando C.F. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática.** 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RICHTER, Klaus; WERNER, Frank. **Wooden Building Products in Comparative LCA.** A Literature Review. 2007.

RODRIGUES, Francisco C. **Steel Framing: Engenharia.** Instituto Brasileiro de siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

SAINT-GOBAIN. **Guia de sistema para produtos planos.** Brasilit. 2011.

SALGADO, Julio C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificações.** 2ed. São Paulo: Érica, 2009.

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

SHERWOOD, Gerald E.; STROH, Robert C. **Wood-Frame House Construction.** Department of Agriculture. Forest Service. Estados Unidos, 1989.

SILVA, Iranise A. da. **A crise da moradia: a política habitacional para as classes de baixa renda de Campina Grande-PB.** Rio de Janeiro: Agir, 1987.

SILVA, Anderson. **Comportamento Diafragma de Paredes de Madeira no Sistema Leve Plataforma**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

SMART – Sistemas Construtivos Inteligentes. Disponível em: <<http://www.smartsistemasconstrutivos.com.br>>. Acesso em: 15 out. 2014.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”)**. Diretriz n° 005. MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação. Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos - Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”)**. Diretriz n° 003. MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação. Brasília, 2012.

\_\_\_\_\_. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos - Sistemas construtivos TECVERDE: “Sistema leve em madeira”**. DATec n° 20. Instituto Falcão Bauer da Qualidade. São Paulo, 2013.

SOUZA, Sérgio I. N. de. **Direito à moradia e de habitação: análise comparativa e suas implicações teóricas e práticas com os direitos da personalidade**. 3. ed. São Paulo/SP: Revista dos Tribunais, 2013.

TECVERDE. **Como Projetar em Wood Frame**. Curitiba, [20--].

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Pini, 2006.

TORRES, João T. C. **Sistemas Construtivos Modernos Em Madeira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Portugal, 2010.

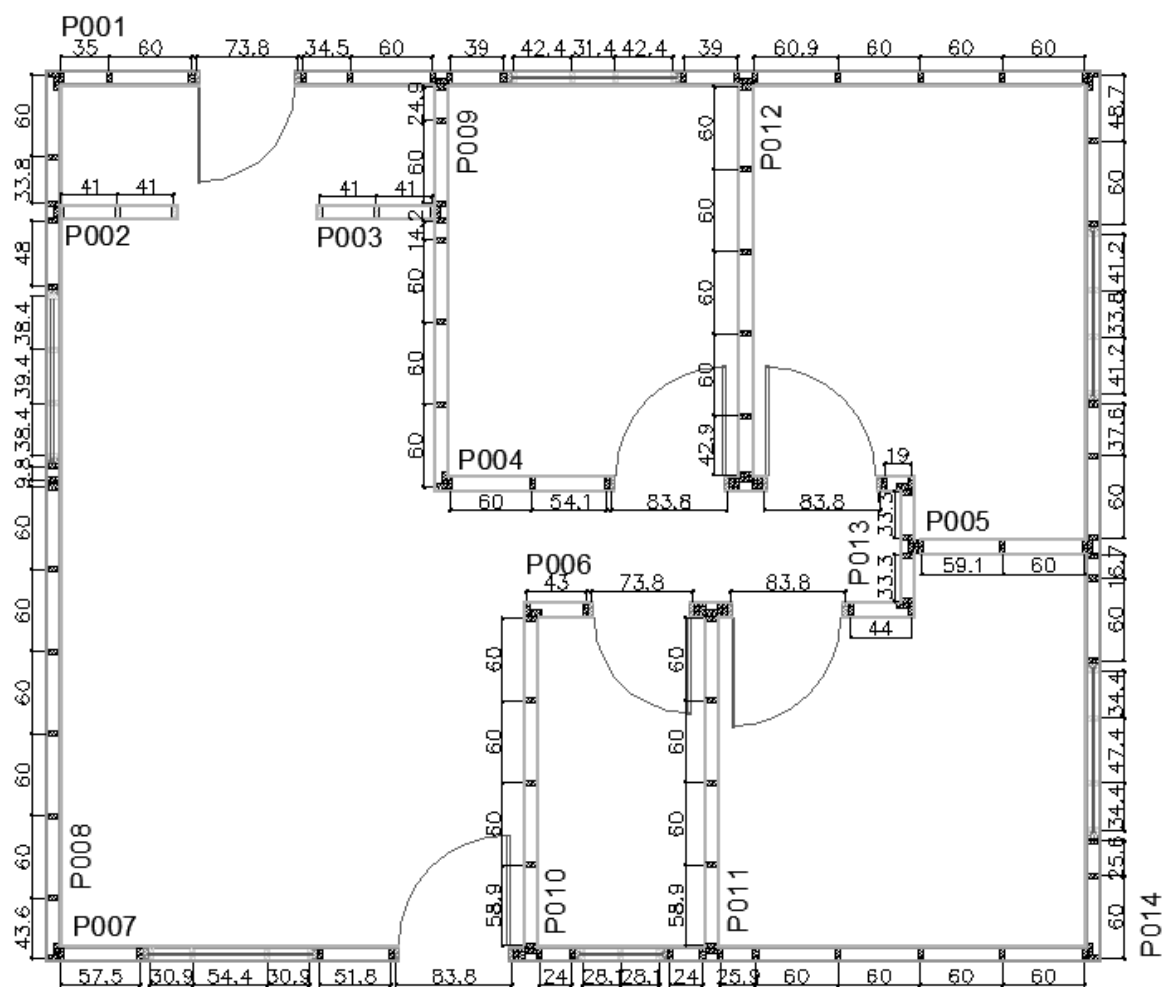
VELLOSO, Joana G. **Diretrizes Para Construções Em Madeira No Sistema Plataforma**. 2010, 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 3ed. São Paulo: Pini, 2000.

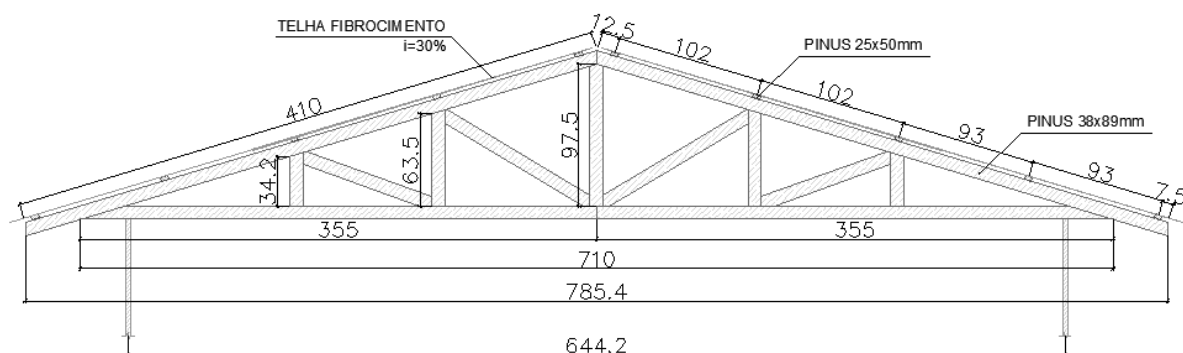


## APÊNDICES

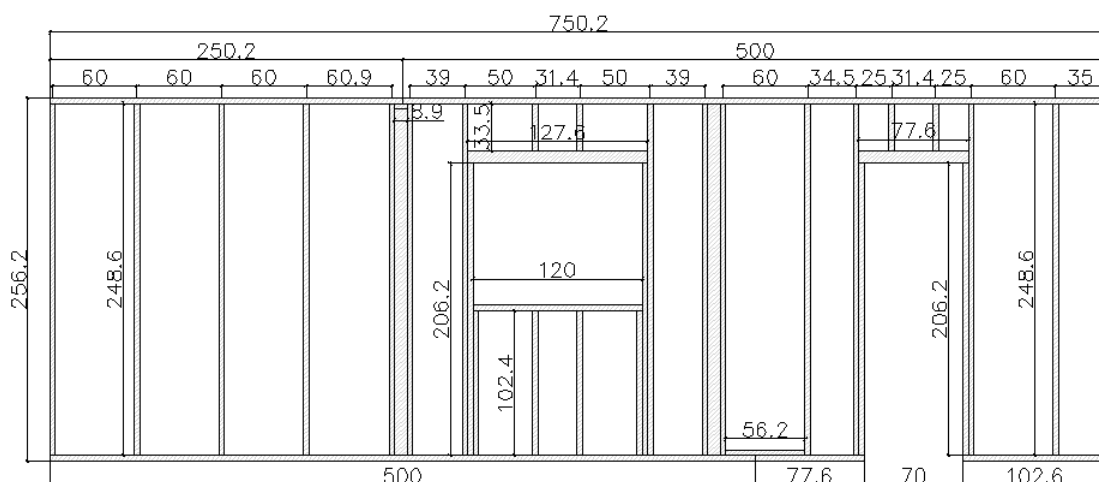
APÊNDICE A – Projeto *Wood Frame*



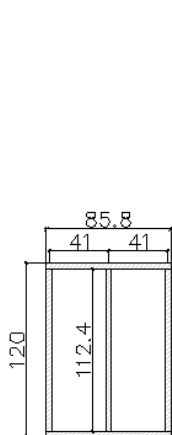
1 PLANTA BAIXA  
sem escala



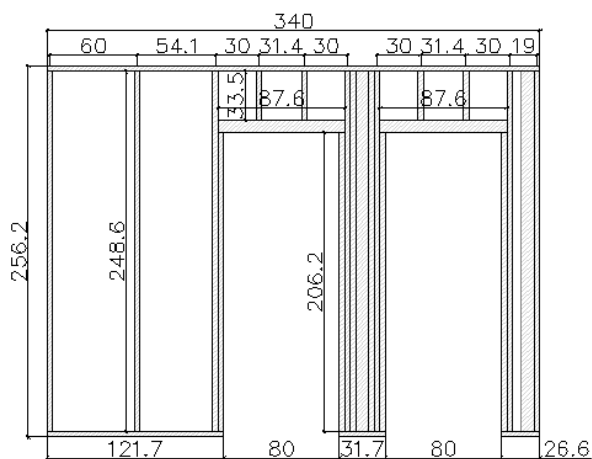
2 TESOURA  
sem escala



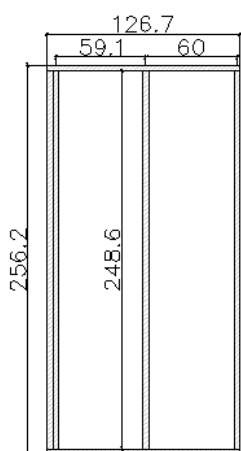
① PAINEL P001  
sem escala



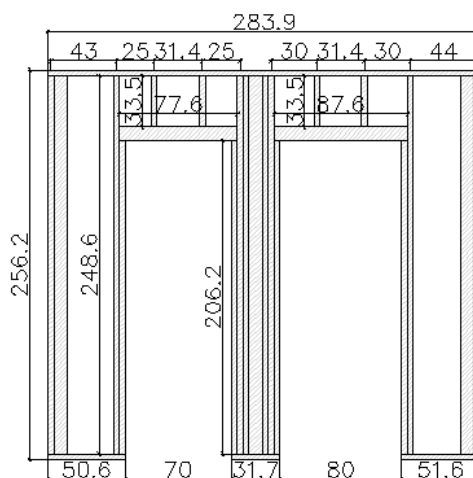
② PAINEL P002=P003  
sem escala



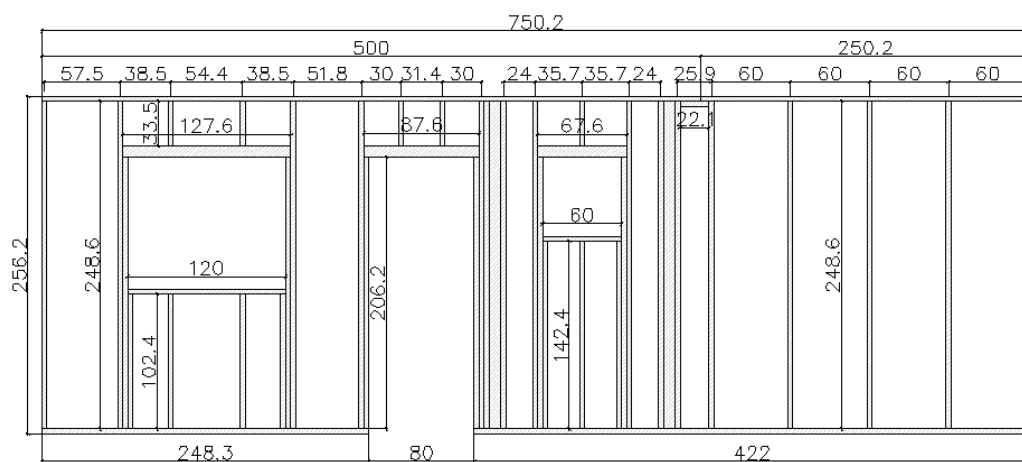
③ PAINEL P004  
sem escala



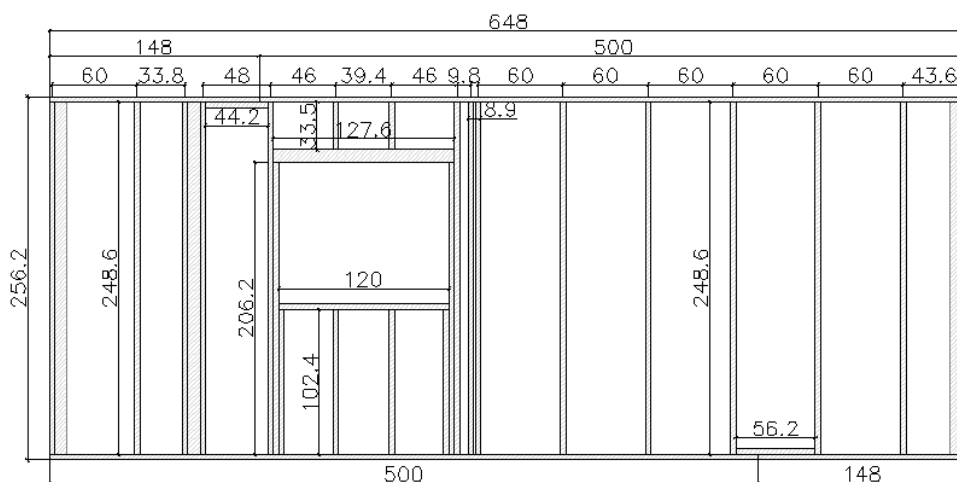
④ PAINEL P005  
sem escala



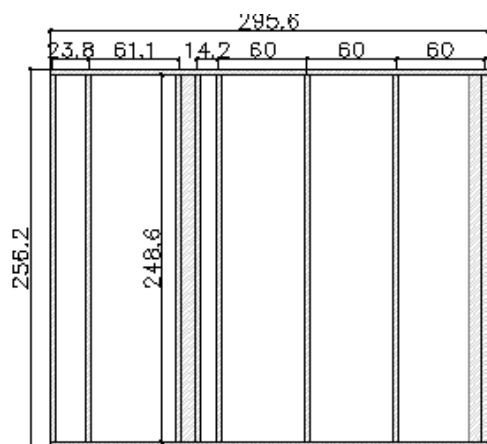
⑤ PAINEL P006  
sem escala



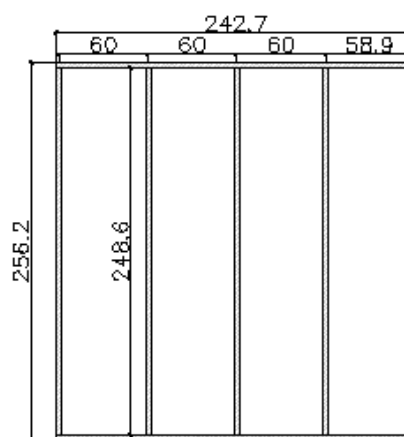
① PAINEL P007  
sem escala



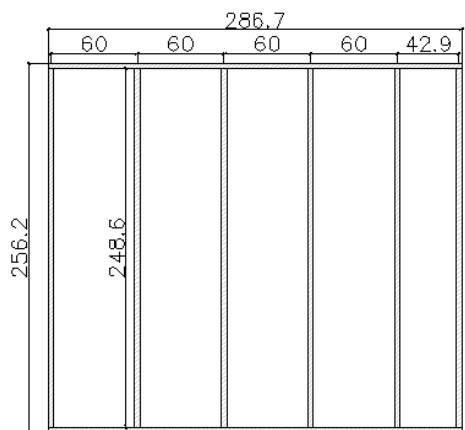
② PAINEL P008  
sem escala



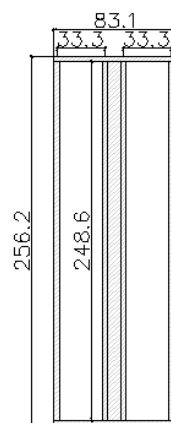
③ PAINEL P009  
sem escala



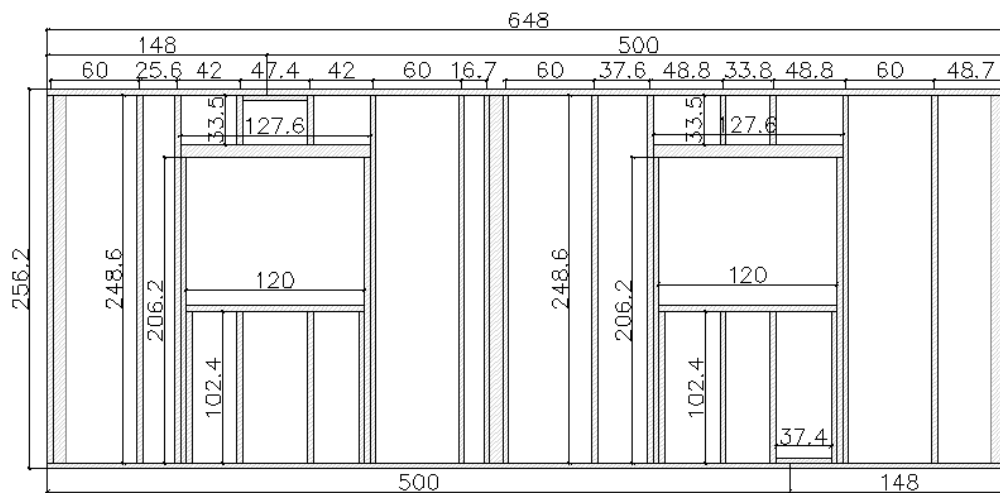
④ PAINEL P010=P011  
sem escala



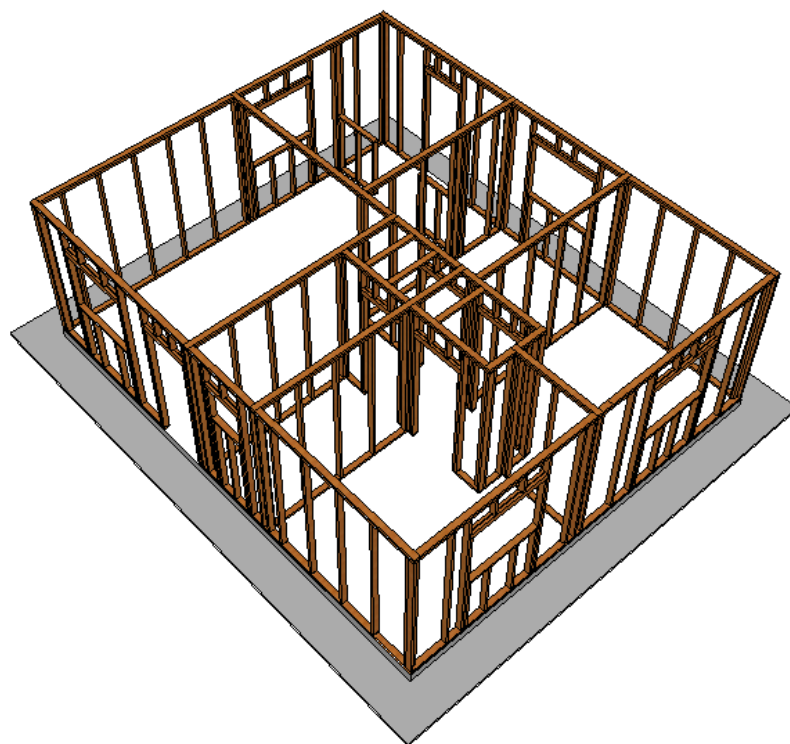
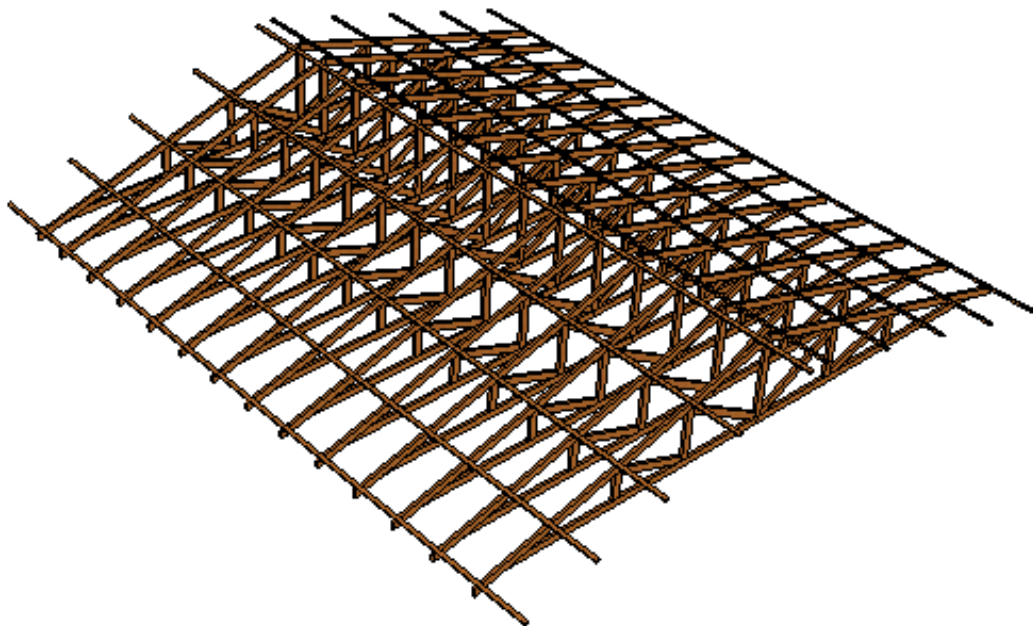
① PAINEL P012  
sem escala



② PAINEL P013  
sem escala



③ PAINEL P014  
sem escala



① VISTA ISOMÉTRICA  
sem escala

## APÊNDICE B – Orçamentos



**PLANILHA DE SERVIÇOS  
SINTÉTICA COM  
DESONERAÇÃO  
STEEL FRAME**



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA  
E LOGÍSTICA**

**PARANÁ EDIFICAÇÕES**

**PRÓPRIO:**

**TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED (JANEIRO/2014)  
E SINAPI/PR (JANEIRO/2014) VERSÃO 1.0**

DATA: 25/09/2014

ENDEREÇO:

MUNICÍPIO: **PATO BRANCO - PR**

LEVANTAMENTO Nº:

RESPONSÁVEL  
TÉCNICO:

PROTOCO  
LO Nº:

ORGÃO:  
COORDENADORAS:  
NADAS:

ART Nº:

REG.  
CREA:



ITEM	CÓDIGO DO SERVIÇO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL (R\$)	
<b>0</b>		<b>ENCARGOS SOCIAIS COMPLEMENTARES</b>									
<b>1</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>									
	74077/3	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m2	49,90	1,15	2,02	3,17	57,39	100,80	158,18	
											158,18
<b>2</b>		<b>FUNDAÇÕES (RADIÉR h=12cm)</b>									
2.1	74138/2	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	M3	8,22	257,51	34,71	292,22	2116,73	285,32	2402,05	
2.2	73942/2	ARMAÇÃO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	99,00	4,74	2,02	6,76	469,26	199,98	669,24	
2.3	74164/4	LASTRO DE BRITA	M3	2,06	51,45	16,76	68,21	105,99	34,53	140,51	

2.4	74106/1	IMPERMEABILIZACAO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFALTICA,DUAS DEMAOS.	m2	72,51	2,32	3,35	5,67	168,22	242,91	411,13	
2.5	68053	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 150 MICRAS.	m2	68,53	1,49	2,37	3,86	102,11	162,42	264,53	
2.6	74076/2	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X.	m2	7,40	7,24	12,41	19,65	53,58	91,83	145,41	
											4.032,87
<b>3</b>		<b>PAINÉIS</b>									
<b>3.1</b>		<b>ESTRUTURA</b>									
3.1.1	Mercado	Estrutura em perfis de aço formados a frio, Light Steel Framing	kg	875,85	9,62	0,00	9,62	8425,68	0,00	8425,68	
3.1.2	Mercado	Chumbadores tipo Parabolt 5/16"X4.1/4"	un	53,00	4,24	0,00	4,24	224,72	0,00	224,72	
3.1.3	Mercado	Banda acustica para proteção dos perfis em contato com o radier	m	50,50	4,12	0,00	4,12	208,06	0,00	208,06	
3.1.4	Mercado	Flashing para proteção dos perfis em contato com o radier	m	50,00	12,12	0,00	12,12	606,00	0,00	606,00	
3.1.5	Mercado	Mão de Obra	h	32,00	0,00	12,61	12,61	0,00	403,52	403,52	
											9.867,98
<b>3.2</b>		<b>REVESTIMENTOS DE PAREDE EXTERNO</b>									
3.2.1	Mercado	Membrana hidrófuga - Typar	m2	65,81	10,04	0,00	10,04	660,73	0,00	660,73	
3.2.2	Mercado	Parafusos para fixação	un	306,00	0,22	0,00	0,22	67,32	0,00	67,32	
3.2.3	Mercado	Placa cimentícia Brasilit - 1200x3000x10mm	un	25,00	73,29	0,00	73,29	1832,25	0,00	1832,25	
3.2.4	Mercado	Parafusos para fixação	un	2103,00	0,11	0,00	0,11	231,33	0,00	231,33	
3.2.5	Mercado	Massa para juntas Brasilit	kg	81,49	10,55	0,00	10,55	859,72	0,00	859,72	
3.2.6	Mercado	Fita 10 cm fibrotape	m	136,81	0,75	0,00	0,75	102,61	0,00	102,61	
3.2.7	Mercado	Fita 5 cm fibrotape	m	136,81	0,55	0,00	0,55	75,25	0,00	75,25	
3.2.8	Mercado	Cordão delimitador de junta - Brasilit	m	85,89	0,10	0,00	0,10	8,59	0,00	8,59	
3.2.9	Mercado	Primer para para junta	kg	7,10	7,76	0,00	7,76	55,10	0,00	55,10	
3.2.10	Mercado	Massa para acabamento de juntas Brasilit	kg	18,16	7,25	0,00	7,25	131,66	0,00	131,66	
3.2.11	Mercado	Cantoneira metálica perfurada para drywall e placa cimentícia	kg	74,50	1,05	0,00	1,05	78,23	0,00	78,23	

3.2.1 2	Mercado	Mão de Obra	h	32,00	0,00	12,61	12,61	0,00	403,52	403,52	
											4.506,31
<b>3.3</b>		<b>REVESTIMENTOS DE PAREDE INTERNO</b>									
3.3.1	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Standard borda rebaixada 1,20X2,60	un	42,00	37,30	0,00	37,30	1566,60	0,00	1566,60	
3.3.2	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Resistente à umidade borda rebaixada 1,20X2,60	un	16,00	49,54	0,00	49,54	792,64	0,00	792,64	
3.3.3	Mercado	Parafusos para fixação TTPF 25	un	4450,00	0,07	0,00	0,07	311,50	0,00	311,50	
3.3.4	Mercado	Parafusos para fixação TRPF 13	un	1314,00	0,02	0,00	0,02	26,28	0,00	26,28	
3.3.5	Mercado	Fita cartão para gesso acartonado	m	297,74	0,08	0,00	0,08	23,82	0,00	23,82	
3.3.6	Mercado	Massa para juntas drywall	kg	93,57	1,19	0,00	1,19	111,35	0,00	111,35	
3.3.7	Mercado	Selante Poliuretano Selamax 400gr	un	2,00	11,00	0,00	11,00	22,00	0,00	22,00	
3.3.8	Mercado	Cantoneira metálica perfurada	m	70,00	1,05	0,00	1,05	73,50	0,00	73,50	
3.3.9	Mercado	Isolamento termoacústico em lã de vidro e=50mm	m2	123,50	4,32	0,00	4,32	533,52	0,00	533,52	
3.3.1 0	Mercado	Mão de Obra	h	48,00	0,00	12,61	12,61	0,00	605,28	605,28	
											4.066,49
<b>4</b>		<b>ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS)</b>									
4.1	Mercado	Flashing para esquadrias - Vedação de membrana em esquadrias	m	40,00	12,12	0,00	12,12	484,80	0,00	484,80	
4.2	Mercado	Mão de Obra	h	8,00	0,00	12,61	12,61	0,00	100,88	100,88	
4.3	Mercado	Janela banheiro maxim ar PVC 60X60 c/ vidro jateado 3mm	un	1,00	110,00	0,00	110,00	110,00	0,00	110,00	
4.4	Mercado	Janela dormitórios e sala correr 2 folhas vidro comum 3mm - 1,20X1,00m	un	5,00	252,00	0,00	252,00	1260,00	0,00	1260,00	
4.5	73910/5	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	UN	3,00	205,94	70,56	276,50	617,82	211,68	829,50	
4.6	73910/3	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 70X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	UN	1,00	204,02	69,27	273,29	204,02	69,27	273,29	
4.7	73934/1	PORTA EM CHAPA DE FIBRA DE EUCALIPTO LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	UN	1,00	218,45	70,56	289,01	218,45	70,56	289,01	
4.8	Mercado	Porta externa metálica cega 0,70X2,10m	un	1,00	140,00	0,00	140,00	140,00	0,00	140,00	

4.9	Mercado	Parafuso inox 4.2X45	un	15,00	0,20	0,00	0,20	3,00	0,00	3,00	
4.10	Mercado	Fechadura em aço inox interna e externa	un	6,00	30,00	0,00	30,00	180,00	0,00	180,00	
4.11	Mercado	Espuma poliuretano expansivel	un	2,00	15,70	0,00	15,70	31,40	0,00	31,40	
4.12	Mercado	Mão de Obra (colocação portas)	h	8,58	0,00	20,99	20,99	0,00	180,09	180,09	
											3.881,97
<b>5</b>		<b>FORRO</b>									
<b>5.1</b>		<b>FORRO INTERNO (DRYWALL)</b>									
5.1.1	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Standard borda rebaixada 1,20X2,40	m2	49,91	11,90	0,00	11,90	593,93	0,00	593,93	
5.1.2	Mercado	Parafusos para fixação TTRS	un	362,00	0,02	0,00	0,02	7,24	0,00	7,24	
5.1.3	Mercado	Parafusos 3,5x25 pt broca	un	1370,00	0,07	0,00	0,07	95,90	0,00	95,90	
5.1.4	Mercado	Tirante - Arame n.10	un	41,00	0,32	0,00	0,32	13,12	0,00	13,12	
5.1.5	Mercado	Presilha f350 com regulador	un	41,00	0,62	0,00	0,62	25,42	0,00	25,42	
5.1.6	Mercado	Cantoneira CR-2	m	69,66	1,07	0,00	1,07	74,54	0,00	74,54	
5.1.7	Mercado	Isolamento termoacústico em lâ de vidro e=50mm	m2	93,38	4,32	0,00	4,32	403,40	0,00	403,40	
5.1.8	Mercado	Manta de subcobertura HD2 - Rolo c/ 25m <sup>2</sup> - L1,20	un	3,00	119,25	0,00	119,25	357,75	0,00	357,75	
5.1.9	Mercado	Mão de Obra	h	48,00	0,00	12,61	12,61	0,00	605,28	605,28	
											2.176,58
<b>5.2</b>		<b>FORRO EXTERNO (PVC)</b>									
5.2.1	Mercado	Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes	m2	17,04	11,55	12,55	24,10	196,81	213,85	410,66	
											410,66
<b>6</b>		<b>COBERTURA</b>									
<b>6.1</b>		<b>ESTRUTURA DA COBERTURA</b>									
6.1.1	Mercado	Estrutura em perfis de aço formados a frio, Light Steel Framing	kg	262,04	9,62	0,00	9,62	2520,82	0,00	2520,82	
6.1.2	Mercado	Mão de Obra	h	16,00	0,00	12,61	12,61	0,00	201,76	201,76	
											2.722,58
<b>6.2</b>		<b>TELHAMENTO</b>									
6.2.1	74088/1	TELHAMENTO COM TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA, ESPESSURA	m2	74,98	18,63	4,44	23,07	1396,88	332,91	1729,79	



10.3	9540	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	un	1,00	641,99	121,26	763,25	641,99	121,26	763,25	
											2.758,00
<b>11</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>									
11.1	Mercado	Ponto água PVC Ømédio 32mm	un	7,00	21,27	39,34	60,61	148,89	275,38	424,27	
11.2	Mercado	Ponto esg p/vaso sanit Ø100mm	un	1,00	47,34	55,59	102,93	47,34	55,59	102,93	
11.3	Mercado	Ponto esg Ømédio 75mm	un	3,00	23,75	63,32	87,07	71,25	189,96	261,21	
11.4	Mercado	Reservatório de agua em fibra 500 L c/ tampa e torneira de bóia	un	1,00	144,11	172,48	316,59	144,11	172,48	316,59	
											1.105,00
<b>12</b>		<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>									
12.1	68061	CHUVEIRO PLASTICO BRANCO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un	1,00	6,33	4,73	11,06	6,33	4,73	11,06	
12.2	86942	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 29,5 X 39CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E TORNEIRA CROMADA DE MESA, PADRÃO POPUL	un	1,00	85,28	13,58	98,86	85,28	13,58	98,86	
12.3	86895	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO PARA LAVATÓRIO 0,50 X 0,60 M - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P	un	1,00	107,67	38,02	145,69	107,67	38,02	145,69	
12.4	74101/1	VASO SANITARIO, ASSENTO PLASTICO, CAIXA DE DESCARGA PVC DE SOBREPOR, ENGATE PLASTICO, TUBO DE DESCIDA E BOLSA DE BORRACHA	un	1,00	149,28	65,36	214,64	149,28	65,36	214,64	
12.5	86874	TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE ç FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P	un	1,00	165,02	12,55	177,57	165,02	12,55	177,57	
12.6	Mercado	Torneira de parede longa cromada para pia	un	2,00	26,50	10,33	36,83	53,00	20,66	73,66	
12.7	Mercado	Saboneteira de louça c/ alça, ass. no cim. colante	un	1,00	9,39	16,87	26,26	9,39	16,87	26,26	
12.8	Mercado	Papeleira de louça, ass. no cim. colante	un	1,00	14,98	16,87	31,85	14,98	16,87	31,85	
12.9	Mercado	Cabide de louça, dois ganchos, ass. no cim.colante	un	1,00	5,52	16,87	22,39	5,52	16,87	22,39	



**PLANILHA DE SERVIÇOS  
SINTÉTICA COM  
DESONERAÇÃO  
WOOD FRAME**



**SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E  
LOGÍSTICA**

**PARANÁ EDIFICAÇÕES**

**PRÓPRIO:**

**TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED (JANEIRO/2014) E  
SINAPI/PR (JANEIRO/2014) VERSÃO 1.0**

DATA: 25/09/2014

ENDEREÇO:

MUNICÍPIO: **PATO BRANCO - PR**

LEVANTAMENTO Nº:

RESPONSÁVEL  
TÉCNICO:

PROTOCOL  
O Nº:

ORGÃO:  
COORDENA  
DAS:

ART Nº:

REG. CREA:



ITEM	CÓDIGO DO SERVIÇO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL (R\$)	
<b>0</b>		<b>ENCARGOS SOCIAIS COMPLEMENTARES</b>									
<b>1</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>									
	74077/3	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m2	49,90	1,15	2,02	3,17	57,39	100,80	158,18	
											158,18
<b>2</b>		<b>FUNDAÇÕES (RADIÉR h=12cm)</b>									
2.1	74138/2	CONCRETO USINADO BOMBEADO FCK=20MPA, INCLUSIVE LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	m3	8,22	257,51	34,71	292,22	2116,73	285,32	2402,05	
2.2	73942/2	ARMAÇÃO DE AÇO CA-60 DIAM. 3,4 A 6,0MM.- FORNECIMENTO / CORTE (C/PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	99,00	4,74	2,02	6,76	469,26	199,98	669,24	
2.3	74164/4	LASTRO DE BRITA	m3	2,06	51,45	16,76	68,21	105,99	34,53	140,51	
2.4	74106/1	IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS ENTERRADAS, COM TINTA ASFÁLTICA, DUAS DEMAS.	m2	72,51	2,32	3,35	5,67	168,22	242,91	411,13	



2.5	68053	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, ESPESSURA 150 MICRAS.	m2	68,53	1,49	2,37	3,86	102,11	162,42	264,53	
2.6	74076/2	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X.	m2	7,40	7,24	12,41	19,65	53,58	91,83	145,41	
											4.032,87
<b>3</b>		<b>PAINÉIS</b>									
<b>3.1</b>		<b>ESTRUTURA</b>									
3.1.1	Mercado	Estrutura em madeira tratada formada por montantes e guias 38x89mm, c=5,00m	pç	115,00	39,00	0,00	39,00	4485,00	0,00	4485,00	
3.1.2	Mercado	Prego 18x36 galvanizado	kg	15,00	7,20		7,20	108,00	0,00	108,00	
3.1.3	Mercado	Chumbadores tipo Parabolt 5/16"X4.1/4"	un	53,00	4,24	0,00	4,24	224,72	0,00	224,72	
3.1.4	Mercado	Banda acustica para proteção das guias em contato com o radier	m	50,50	4,12	0,00	4,12	208,06	0,00	208,06	
3.1.5	Mercado	Membrana hidrófuga - Typar para envelopamento inferior do OSB	m2	19,88	10,04	0,00	10,04	199,60	0,00	199,60	
3.1.6	Mercado	Mão de Obra	h	35,00	0,00	12,61	12,61	0,00	441,35	441,35	
											5.666,73
<b>3.2</b>		<b>REVESTIMENTOS DE PAREDE EXTERNO</b>									
3.2.1	Mercado	Membrana hidrófuga - Typar	m2	65,81	10,04	0,00	10,04	660,73	0,00	660,73	
3.2.2	Mercado	Parafusos para fixação	un	306,00	0,22	0,00	0,22	67,32	0,00	67,32	
3.2.3	Mercado	Placa cimentícia Brasilit - 1200x2400x10mm	un	25,00	73,29	0,00	73,29	1832,25	0,00	1832,25	
3.2.4	Mercado	Parafusos para fixação	un	2103,00	0,11	0,00	0,11	231,33	0,00	231,33	
3.2.5	Mercado	Massa para juntas Brasilit	kg	81,49	10,55	0,00	10,55	859,72	0,00	859,72	
3.2.6	Mercado	Fita 10 cm fibrotape	m	136,81	0,75	0,00	0,75	102,61	0,00	102,61	
3.2.7	Mercado	Fita 5 cm fibrotape	m	136,81	0,55	0,00	0,55	75,25	0,00	75,25	
3.2.8	Mercado	Cordão delimitador de junta - Brasilit	m	85,89	0,10	0,00	0,10	8,59	0,00	8,59	
3.2.9	Mercado	Primer para para junta	kg	7,10	7,76	0,00	7,76	55,10	0,00	55,10	
3.2.1 0	Mercado	Massa para acabamento de juntas Brasilit	kg	18,16	7,25	0,00	7,25	131,66	0,00	131,66	
3.2.1 1	Mercado	Cantoneira metálica perfurada para drywall e placa cimentícia	kg	74,50	1,05	0,00	1,05	78,23	0,00	78,23	
3.2.1 2	Mercado	Mão de Obra	h	32,50	0,00	12,61	12,61	0,00	409,83	409,83	

											4.512,62
<b>3.3</b>		<b>REVESTIMENTOS DE PAREDE INTERNO</b>									
3.3.1	Mercado	LP OSB HOME PLUS MDI 11,1X1200X3000	un	22,00	39,35	0,00	39,35	865,70	0,00	865,70	
3.3.2	Mercado	Parafusos ponta agulha 32mm	cx	1672,00	0,038	0,00	0,038	63,54	0,00	63,54	
3.3.3	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Standard borda rebaixada 1,20X2,60	un	42,00	37,30	0,00	37,30	1566,60	0,00	1566,60	
3.3.4	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Resistente à umidade borda rebaixada 1,20X2,60	un	16,00	49,54	0,00	49,54	792,64	0,00	792,64	
3.3.5	Mercado	Parafusos para fixação TTPF 25	un	4450,00	0,07	0,00	0,07	311,50	0,00	311,50	
3.3.6	Mercado	Parafusos para fixação TRPF 13	un	1314,00	0,02	0,00	0,02	26,28	0,00	26,28	
3.3.7	Mercado	Fita cartão para gesso acartonado	m	297,74	0,08	0,00	0,08	23,82	0,00	23,82	
3.3.8	Mercado	Massa para juntas drywall	kg	93,57	1,19	0,00	1,19	111,35	0,00	111,35	
3.3.9	Mercado	Selante Poliuretano Selamax 400gr	un	2,00	11,00	0,00	11,00	22,00	0,00	22,00	
3.3.10	Mercado	Cantoneira metálica perfurada	m	70,00	1,05	0,00	1,05	73,50	0,00	73,50	
3.3.11	Mercado	Isolamento termoacústico em lã de vidro e=50mm	m2	123,50	4,32	0,00	4,32	533,52	0,00	533,52	
3.3.12	Mercado	Mão de Obra	h	32,50	0,00	12,61	12,61	0,00	409,83	409,83	
											3.871,04
<b>4</b>		<b>ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS)</b>									
4.1	Mercado	Flashing para esquadrias - Vedação de membrana em esquadrias	m	40,00	12,12	0,00	12,12	484,80	0,00	484,80	
4.2	Mercado	Mão de Obra	h	8,00	0,00	12,61	12,61	0,00	100,88	100,88	
4.3	Mercado	Janela banheiro maxim ar PVC 60X60 c/ vidro jateado 3mm	un	1,00	110,00	0,00	110,00	110,00	0,00	110,00	
4.4	Mercado	Janela dormitórios e sala correr 2 folhas vidro comum 3mm - 1,20X1,00m	un	5,00	252,00	0,00	252,00	1260,00	0,00	1260,00	
4.5	73910/5	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	3,00	205,94	70,56	276,50	617,82	211,68	829,50	
4.6	73910/3	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 70X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1,00	204,02	69,27	273,29	204,02	69,27	273,29	
4.7	73934/1	PORTA EM CHAPA DE FIBRA DE EUCALIPTO LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1,00	218,45	70,56	289,01	218,45	70,56	289,01	

4.8	Mercado	Porta externa metálica cega 0,70X2,10m	un	1,00	140,00	0,00	140,00	140,00	0,00	140,00	
4.9	Mercado	Parafuso inox 4.2X45	un	15,00	0,20	0,00	0,20	3,00	0,00	3,00	
4.10	Mercado	Fechadura em aço inox interna e externa	un	6,00	30,00	0,00	30,00	180,00	0,00	180,00	
4.11	Mercado	Espuma poliuretano expansível	un	2,00	15,70	0,00	15,70	31,40	0,00	31,40	
4.12	Mercado	Mão de Obra (colocação portas)	h	8,58	0,00	20,99	20,99	0,00	180,09	180,09	
											3.881,97
<b>5</b>		<b>FORRO</b>									
<b>5.1</b>		<b>FORRO INTERNO (DRYWALL)</b>									
5.1.1	Mercado	Gesso acartonado 12.5mm - Standard borda rebaixada 1,20X2,40	m2	49,91	11,90	0,00	11,90	593,93	0,00	593,93	
5.1.2	Mercado	Parafusos para fixação TTRS	un	362,00	0,02	0,00	0,02	7,24	0,00	7,24	
5.1.3	Mercado	Parafusos 3,5x25 pt broca	un	1370,00	0,07	0,00	0,07	95,90	0,00	95,90	
5.1.4	Mercado	Tirante - Arame n.10	un	41,00	0,32	0,00	0,32	13,12	0,00	13,12	
5.1.5	Mercado	Presilha f350 com regulador	un	41,00	0,62	0,00	0,62	25,42	0,00	25,42	
5.1.6	Mercado	Cantoneira CR-2	m	69,66	1,07	0,00	1,07	74,54	0,00	74,54	
5.1.7	Mercado	Isolamento termoacústico em lâ de vidro e=50mm	m2	93,38	4,32	0,00	4,32	403,40	0,00	403,40	
5.1.8	Mercado	Manta de subcobertura HD2 - Rolo c/ 25m <sup>2</sup> - L1,20	un	3,00	119,25	0,00	119,25	357,75	0,00	357,75	
5.1.9	Mercado	Mão de Obra	h	48,00	0,00	12,61	12,61	0,00	605,28	605,28	
											2.176,58
<b>5.2</b>		<b>FORRO EXTERNO (PVC)</b>									
5.2.1	Mercado	Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes	m2	17,04	11,55	12,55	24,10	196,81	213,85	410,66	
											410,66
<b>6</b>		<b>COBERTURA</b>									
<b>6.1</b>		<b>ESTRUTURA DA COBERTURA</b>									
6.1.1	Mercado	Estrutura em madeira para tessouras, tratada c/ seção 38x89mm, c=5,00m	pç	28,00	39,00	0,00	39,00	1092,00	0,00	1092,00	
6.1.2	Mercado	Estrutura em madeira para tessouras, tratada c/ seção 38x89mm, c=4,00m	pç	50,00	28,60	0,00	28,60	1430,00	0,00	1430,00	
6.1.3	Mercado	Ripas para fibrocimento seção 2,5x5cm	m	92,00	1,50	0,00	1,50	138,00	0,00	138,00	
6.1.4	Mercado	Prego 18x36 galvanizado	un	7,00	7,20		7,20	50,40	0,00	50,40	



10.1	Mercado	Pto tomada c/ tom.2P+T/eletroduto 3/4"/cx/conductor	un	20,00	26,92	50,43	77,35	538,40	1008,60	1547,00	
10.2	Mercado	Pto luz teto/n aterr./eletroduto 3/4"/cx/conductor	un	9,00	13,22	36,53	49,75	118,98	328,77	447,75	
10.3	9540	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	un	1,00	641,99	121,26	763,25	641,99	121,26	763,25	
											2.758,00
<b>11</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>									
11.1	Mercado	Ponto água PVC Ømédio 32mm	un	7,00	21,27	39,34	60,61	148,89	275,38	424,27	
11.2	Mercado	Ponto esg p/vaso sanit Ø100mm	un	1,00	47,34	55,59	102,93	47,34	55,59	102,93	
11.3	Mercado	Ponto esg Ømédio 75mm	un	3,00	23,75	63,32	87,07	71,25	189,96	261,21	
11.4	Mercado	Reservatório de agua em fibra 500 L c/ tampa e torneira de bóia	un	1,00	144,11	172,48	316,59	144,11	172,48	316,59	
											1.105,00
<b>12</b>		<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>									
12.1	68061	CHUVEIRO PLASTICO BRANCO SIMPLES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	un	1,00	6,33	4,73	11,06	6,33	4,73	11,06	
12.2	86942	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 29,5 X 39CM OU EQUIVALENTE, PADRÃO POPULAR, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30CM EM PLÁSTICO E TORNEIRA CROMADA DE MESA, PADRÃO POPUL	un	1,00	85,28	13,58	98,86	85,28	13,58	98,86	
12.3	86895	BANCADA DE GRANITO CINZA POLIDO PARA LAVATÓRIO 0,50 X 0,60 M - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P	un	1,00	107,67	38,02	145,69	107,67	38,02	145,69	
12.4	74101/1	VASO SANITARIO, ASSENTO PLASTICO, CAIXA DE DESCARGA PVC DE SOBREPOR, ENGATE PLASTICO, TUBO DE DESCIDA E BOLSA DE BORRACHA	un	1,00	149,28	65,36	214,64	149,28	65,36	214,64	
12.5	86874	TANQUE DE LOUÇA BRANCA SUSPENSO, 18L OU EQUIVALENTE ç FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2013_P	un	1,00	165,02	12,55	177,57	165,02	12,55	177,57	
12.6	Mercado	Torneira de parede longa cromada para pia	un	2,00	26,50	10,33	36,83	53,00	20,66	73,66	
12.7	Mercado	Saboneteira de louça c/ alça, ass. no cim. colante	un	1,00	9,39	16,87	26,26	9,39	16,87	26,26	
12.8	Mercado	Papeleira de louça, ass. no cim. colante	un	1,00	14,98	16,87	31,85	14,98	16,87	31,85	



**PLANILHA DE SERVIÇOS  
SINTÉTICA COM  
DESONERAÇÃO  
ALVENARIA CONVENCIONAL**



**SECRETARIA DE ESTADO DE  
INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA**

**PARANÁ EDIFICAÇÕES**

**PRÓPRIO:**

**TABELAS DE REFERÊNCIA: SEIL/PRED  
(JANEIRO/2014) E SINAPI/PR (JANEIRO/2014) VERSÃO  
1.0**

DATA: 25/09/2014

ENDEREÇO:

MUNICÍPIO: **PATO BRANCO - PR**

LEVANTAMENTO Nº:

RESPONSÁVEL  
TÉCNICO:

PROTOCO  
LO Nº:

ORGÃO:  
COORDENADORAS:

ART Nº:

REG.  
CREA:



ITEM	CÓDIGO DO SERVIÇO	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANTIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL (R\$)	
<b>0</b>		<b>ENCARGOS SOCIAIS COMPLEMENTARES</b>									
<b>1</b>		<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>									
1.1	74077/3	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m2	49,90	1,15	2,02	3,17	57,39	100,80	158,18	
											158,18
<b>2</b>		<b>FUNDAÇÕES (SAPATAS)</b>									
2.1	73481	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS EM TERRA COMPACTA, PROF. DE 0 M < H <= 1 M	m3	3,30	12,57	21,37	33,94	41,48	70,52	112,00	
2.2	73972/2	CONCRETO FCK=20MPA, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO	m3	1,55	271,44	51,42	322,86	420,73	79,70	500,43	
2.3	74157/4	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDAÇÕES	m3	1,55	30,64	60,84	91,48	47,49	94,30	141,79	
2.4	74254/2	ARMAÇÃO ACO CA-50, DIAM. 6,3 (1/4) À 12,5MM(1/2) -FORNECIMENTO/ CORTE(PERDA DE 10%) / DOBRA / COLOCAÇÃO.	kg	123,20	5,19	2,20	7,39	639,41	271,04	910,45	





<b>5</b>											
<b>REVESTIMENTOS DE PAREDE</b>											
5.1	87878	CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIAS DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m2	256,00	1,66	1,35	3,01	424,96	345,60	770,56	
5.2	87534	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m2	256,00	12,83	10,30	26,95	3284,48	2636,80	6899,20	
5.4	73912/1	REVESTIMENTO COM CERAMICA ESMALTADA 20X20CM, 1A LINHA, PADRAO MEDIO, ASSENTADA COM ARGAMASSA PRE-FABRICADA DE CIMENTO COLANTE E REJUNTAMENTO COM CIMENTO BRANCO	m2	30,95	18,42	7,33	25,75	570,10	226,86	796,96	
											8.466,72
<b>6</b>											
<b>ESQUADRIAS (PORTAS E JANELAS)</b>											
6.1	Mercado	Janela banheiro maxim ar PVC 60X60 c/ vidro jateado 3mm	un	1,00	110,00	0,00	110,00	110,00	0,00	110,00	
6.2	Mercado	Janela dormitórios e sala correr 2 folhas vidro comum 3mm - 1,20X1,00m	un	5,00	252,00	0,00	252,00	1260,00	0,00	1260,00	
6.3	73910/5	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	3,00	205,94	70,56	276,50	617,82	211,68	829,50	
6.4	73910/3	PORTA DE MADEIRA COMPENSADA LISA PARA PINTURA, 70X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1,00	204,02	69,27	273,29	204,02	69,27	273,29	
6.5	73934/1	PORTA EM CHAPA DE FIBRA DE EUCALIPTO LISA PARA PINTURA, 80X210X3,5CM, INCLUSO ADUELA 2A, ALIZAR 2A E DOBRADICAS	un	1,00	218,45	70,56	289,01	218,45	70,56	289,01	
6.6	Mercado	Porta externa metálica cega 0,70X2,10m	un	1,00	140,00	0,00	140,00	140,00	0,00	140,00	
6.7	Mercado	Parafuso inox 4.2X45	un	15,00	0,20	0,00	0,20	3,00	0,00	3,00	

6.8	Mercado	Fechadura em aço inox interna e externa	un	6,00	30,00	0,00	30,00	180,00	0,00	180,00	
6.9	Mercado	Espuma poliuretano expansível	un	2,00	15,70	0,00	15,70	31,40	0,00	31,40	
6.10	Mercado	Mão de Obra (colocação portas)	h	8,58	0,00	20,99	20,99	0,00	180,09	180,09	
											3.296,29
<b>7</b>		<b>FORRO PVC</b>									
7.2.1	Mercado	Forro PVC l=10cm, entarugamento fixado nas paredes	m2	66,95	11,55	12,55	24,10	773,27	840,22	1613,50	
7.1.7	Mercado	Isolamento termoacústico em lã de vidro e=50mm	m2	93,38	4,32	0,00	4,32	403,40	0,00	403,40	
											2.016,90
<b>8</b>		<b>COBERTURA</b>									
8.1	72082	ESTRUTURA DE MADEIRA DE LEI PRIMEIRA QUALIDADE, SERRADA, NAO APARELHADA, PARA TELHAS ONDULADAS, VAOS DE 7M ATE 10M	m2	74,98	36,88	22,01	58,89	2765,26	1650,31	4415,57	
8.2	74088/1	TELHAMENTO COM TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA, ESPESSURA 6MM, INCLUSO JUNTAS DE VEDACAO E ACESSORIOS DE FIXACAO, EXCLUINDO MADEIRAMENTO	m2	74,98	18,63	4,44	23,07	1396,88	332,91	1729,79	
											6.145,36
<b>9</b>		<b>PISO E REVESTIMENTOS</b>									
9.1	74164/4	LASTRO DE BRITA	m3	2,22	61,31	17,82	79,13	136,11	39,56	175,67	
9.2	73907/3	CONTRAPISO/LASTRO DE CONCRETO NAO-ESTRUTURAL, E=5CM, PREPARO COMBETONEIRA	m2	45,33	14,13	13,31	27,44	640,51	603,34	1243,86	
9.3	87650	CONTRAPISO EM ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA), PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADO EM ÁREAS SECAS MAIORES QUE 10M2 SOBRE LAJE, ADERIDO, ESPESSURA 2CM,	m2	45,33	15,36	5,62	20,98	696,27	254,75	951,02	
9.4	73946/1	PISO CERAMICO PADRAO POPULAR PEI 4 ASSENTADO SOBRE ARGAMASSA DE CIMENTO COLANTE REJUNTADO COM CIMENTO BRANCO	m2	44,43	17,33	5,62	22,95	769,97	249,70	1019,67	

9.5	84206	RODAPE EM CERAMICA PADRAO MEDIO PEI-4 ALTURA 8CM ASSENTADO SOBREARGAMASSA DE CIMENTO COLANTE REJUNTADO COM CIMENTO BRANCO	m	72,00	1,83	2,81	4,64	131,76	202,32	334,08	
											3.724,30
<b>10</b>		<b>PINTURA</b>									
10.1	74233/1	FUNDO SELADOR ACRILICO, UMA DEMA0	M2	278,86	1,27	2,02	3,29	354,15	563,30	917,45	
10.2	73750/1	PINTURA PVA, DUAS DEMAOS	M2	195,72	2,55	5,23	7,78	499,09	1023,62	1522,70	
10.3	73954/2	PINTURA LATEX ACRILICA, DUAS DEMAOS	M2	83,14	3,14	5,23	8,37	261,06	434,82	695,88	
10.4	74145/1	PINTURA ESMALTE FOSCO, DUAS DEMAOS, SOBRE SUPERFICIE METALICA, INCLUSO UMA DEMA0 DE FUNDO ANTICORROSIVO	M2	30,00	8,74	3,40	12,14	262,20	102,00	364,20	
											3.500,23
<b>11</b>		<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>									
11.1	Mercado	Pto tomada c/ tom.2P+T/eletroduto 3/4"/cx/conductor	un	20,00	26,92	50,43	77,35	538,40	1008,60	1547,00	
11.2	Mercado	Pto luz teto/ñ aterr./eletroduto 3/4"/cx/conductor	un	9,00	13,22	36,53	49,75	118,98	328,77	447,75	
11.3	9540	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	un	1,00	641,99	121,26	763,25	641,99	121,26	763,25	
											2.758,00
<b>12</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>									
12.1	Mercado	Ponto água PVC Ømédio 32mm	un	7,00	21,27	39,34	60,61	148,89	275,38	424,27	
12.2	Mercado	Ponto esg p/vaso sanit Ø100mm	un	1,00	47,34	55,59	102,93	47,34	55,59	102,93	
12.3	Mercado	Ponto esg Ømédio 75mm	un	3,00	23,75	63,32	87,07	71,25	189,96	261,21	
12.4	Mercado	Reservatório de agua em fibra 500 L c/ tampa e torneira de bóia	un	1,00	144,11	172,48	316,59	144,11	172,48	316,59	
											1.105,00
<b>13</b>		<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>									
13.1	68061	CHUVEIRO PLASTICO BRANCO SIMPLES -	un	1,00	6,33	4,73	11,06	6,33	4,73	11,06	



## APÊNDICE C – Plano de Corte Painéis

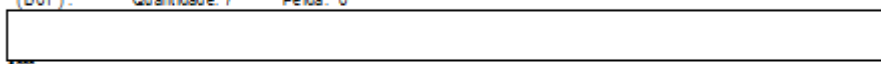
## Gráfico padrões de Cortes

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

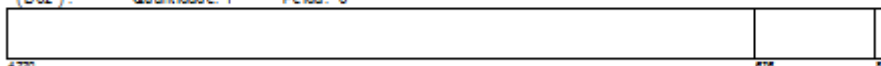
Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B01): Quantidade: 7 Perda: 0



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	7	5000	<input type="checkbox"/>	

(B02): Quantidade: 1 Perda: 0



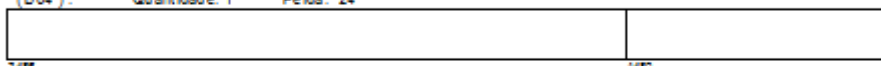
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	4220	<input type="checkbox"/>	
	1	1	676	<input type="checkbox"/>	
	1	1	89	<input type="checkbox"/>	

(B03): Quantidade: 2 Perda: 9



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	2	3525	<input type="checkbox"/>	
	1	2	776	<input type="checkbox"/>	
	2	4	335	<input type="checkbox"/>	

(B04): Quantidade: 1 Perda: 24



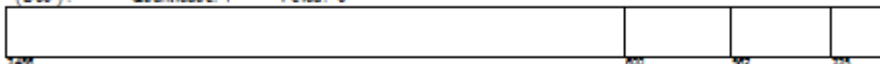
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	3486	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1480	<input type="checkbox"/>	

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

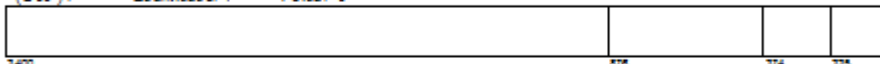
Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B05): Quantidade: 1 Perda: 0



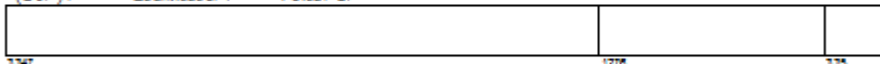
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	3486	<input type="checkbox"/>	
	1	1	600	<input type="checkbox"/>	
	1	1	562	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	

(B06): Quantidade: 1 Perda: 0



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	3400	<input type="checkbox"/>	
	1	1	676	<input type="checkbox"/>	
	1	1	374	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	

(B07): Quantidade: 1 Perda: 27



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	3347	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1276	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	

(B08): Quantidade: 1 Perda: 0



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	3327	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1200	<input type="checkbox"/>	
	1	1	460	<input type="checkbox"/>	

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000			
(B 09): Quantidade: 1 Perda: 12			
2956	1341	676	
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long.</u>
	1	1	2956
	1	1	1341
	1	1	676
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 10): Quantidade: 3 Perda: 0			
2956	1200	831	
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long.</u>
	1	3	2956
	1	3	1200
	1	3	831
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 11): Quantidade: 1 Perda: 12			
2867	1480	335	266
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long.</u>
	1	1	2867
	1	1	1480
	1	1	335
	1	1	266
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 12): Quantidade: 3 Perda: 11			
2867	2112		
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long.</u>
	1	3	2867
	1	3	2112
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
Unidade de Medida : milímetros			
Página 3			
Data e Hora: 20/10/2014 21:18:03			

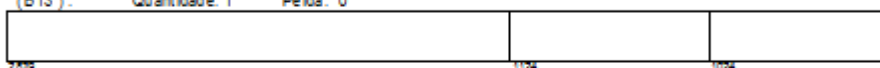


Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

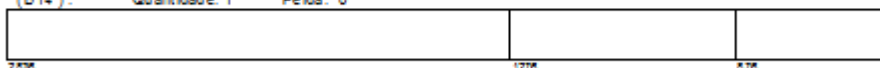
Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B 13): Quantidade: 1 Perda: 0



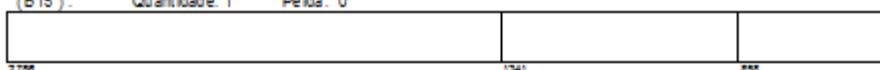
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2839	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1124	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1024	<input type="checkbox"/>	

(B 14): Quantidade: 1 Perda: 0



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2836	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1276	<input type="checkbox"/>	
	1	1	876	<input type="checkbox"/>	

(B 15): Quantidade: 1 Perda: 0



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2786	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1341	<input type="checkbox"/>	
	1	1	858	<input type="checkbox"/>	

(B 16): Quantidade: 1 Perda: 2



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2536	<input type="checkbox"/>	
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000</b>			
(B 17): Quantidade: 2 Perda: 2			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>
	1	2	2502
	1	2	2486
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 18): Quantidade: 59 Perda: 18			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>
	2	118	2486
			<input type="checkbox"/>
(B 19): Quantidade: 2 Perda: 0			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>
	1	2	2486
	1	2	1480
	1	2	1024
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 20): Quantidade: 1 Perda: 1			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>
	1	1	2486
	1	1	1267
	1	1	1231
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
(B 21): Quantidade: 1 Perda: 11			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>
	1	1	2486
	1	1	1124
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>

Unidade de Medida : milímetros      Página5      Data e Hora:20/10/2014 21:18:03

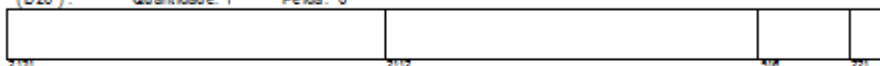
Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0			
<b>Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000</b>					
	1	1	1024	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	
<b>(B22): Quantidade: 1 Perda: 0</b>					
2433	1276	1231			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2433	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1276	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1231	<input type="checkbox"/>	
<b>(B23): Quantidade: 1 Perda: 4</b>					
2427	2112	442			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2427	<input type="checkbox"/>	
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	442	<input type="checkbox"/>	
<b>(B24): Quantidade: 2 Perda: 10</b>					
2427	2112	436			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	2	2427	<input type="checkbox"/>	
	1	2	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	2	436	<input type="checkbox"/>	
<b>(B25): Quantidade: 1 Perda: 6</b>					
2427	1276	1276			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2427	<input type="checkbox"/>	
	2	2	1276	<input type="checkbox"/>	
Unidade de Medida : milímetros		Página6		Data e Hora:20/10/2014 21:15:03	

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B 26): Quantidade: 1 Perda: 0



Ref peça	Quan.	Q.Tot	Long	Revisão	Comentários
	1	1	2131	<input type="checkbox"/>	
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	516	<input type="checkbox"/>	
	1	1	221	<input type="checkbox"/>	

(B 27): Quantidade: 1 Perda: 4



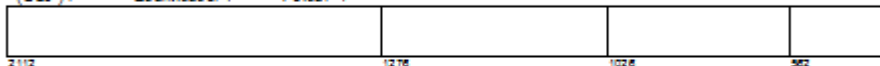
Ref peça	Quan.	Q.Tot	Long	Revisão	Comentários
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1445	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1424	<input type="checkbox"/>	

(B 28): Quantidade: 2 Perda: 0



Ref peça	Quan.	Q.Tot	Long	Revisão	Comentários
	1	2	2112	<input type="checkbox"/>	
	2	4	1276	<input type="checkbox"/>	
	1	2	317	<input type="checkbox"/>	

(B 29): Quantidade: 1 Perda: 4



Ref peça	Quan.	Q.Tot	Long	Revisão	Comentários
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1276	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1026	<input type="checkbox"/>	
	1	1	562	<input type="checkbox"/>	

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0			
<b>Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000</b>					
(B 30): Quantidade: 1 Perda: 730					
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long.</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1267	<input type="checkbox"/>	
	1	1	876	<input type="checkbox"/>	
(B 31): Quantidade: 1 Perda: 7					
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long.</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1231	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1124	<input type="checkbox"/>	
	1	1	506	<input type="checkbox"/>	
(B 32): Quantidade: 1 Perda: 0					
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long.</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1217	<input type="checkbox"/>	
	1	1	876	<input type="checkbox"/>	
	1	1	776	<input type="checkbox"/>	
(B 33): Quantidade: 1 Perda: 16					
<u>Ref. peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long.</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	1	1200	<input type="checkbox"/>	
	1	1	876	<input type="checkbox"/>	
	1	1	776	<input type="checkbox"/>	
Unidade de Medida : milímetros		Página:		Data e Hora: 20/10/2014 21:15:03	

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

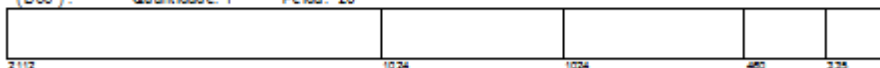
Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B34): Quantidade: 3 Perda: 10



Ref. peça	Quan.	Q.Tot	Long.	Revisão	Comentários
	1	3	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	3	1124	<input type="checkbox"/>	
	1	3	876	<input type="checkbox"/>	
	1	3	888	<input type="checkbox"/>	

(B35): Quantidade: 1 Perda: 20



Ref. peça	Quan.	Q.Tot	Long.	Revisão	Comentários
	1	1	2112	<input type="checkbox"/>	
	2	2	1024	<input type="checkbox"/>	
	1	1	460	<input type="checkbox"/>	
	1	1	335	<input type="checkbox"/>	

(B36): Quantidade: 4 Perda: 0



Ref. peça	Quan.	Q.Tot	Long.	Revisão	Comentários
	1	4	2112	<input type="checkbox"/>	
	1	4	1024	<input type="checkbox"/>	
	1	4	831	<input type="checkbox"/>	
	3	12	335	<input type="checkbox"/>	

(B37): Quantidade: 1 Perda: 4219



Ref. peça	Quan.	Q.Tot	Long.	Revisão	Comentários
	1	1	776	<input type="checkbox"/>	

Bares Total ( L=5000) : 115

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

Cortar sobre Barras: Comprimento:5000

Orden Neto:567,3 Mt

Consumo Total : 575,0 Mt

Perda 7,7 Mt&lt;=&gt;1,349%

Custo total: \$ R\$ 4.485

## APÊNDICE D – Plano de Corte Tesouras



## Gráfico padrões de Cortes

Espessura da serra: 5

Excedente por barra: 0

Cortar sobre Barras: Comprimento: 5000

(B01): Quantidade: 19 Perda: 187



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	19	4140	<input type="checkbox"/>	
	1	19	663	<input type="checkbox"/>	

(B02): Quantidade: 9 Perda: 107

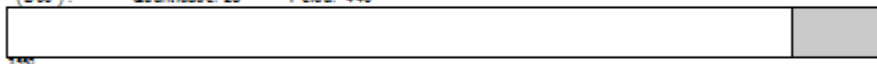


<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	9	4140	<input type="checkbox"/>	
	2	18	369	<input type="checkbox"/>	

Barras Total ( L=5000 ): 28

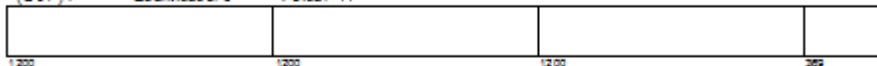
Cortar sobre Barras: Comprimento: 4000

(B03): Quantidade: 28 Perda: 445



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	1	28	3550	<input type="checkbox"/>	

(B04): Quantidade: 9 Perda: 11



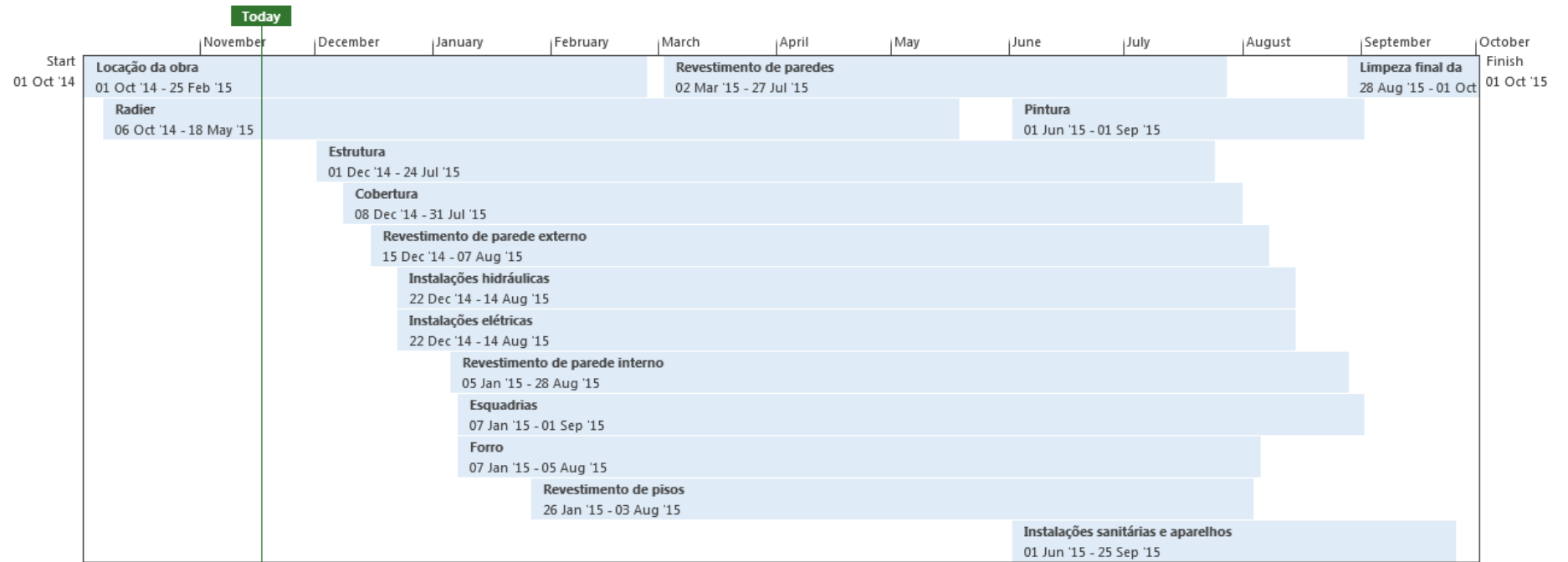
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
	3	27	1200	<input type="checkbox"/>	
	1	9	369	<input type="checkbox"/>	

Espessura da serra: 5	Excedente por barra: 0
<b>Cortar sobre Barras: Comprimento 4.000</b>	
(B05): Quantidade: 1 Perda: 2421	
<b>Ref. peça</b>	<b>Quan. Q.Tot Long. Revisão Comentários</b>
	1 1 1200 <input type="checkbox"/>
	1 1 369 <input type="checkbox"/>
(B06): Quantidade: 7 Perda: 5	
<b>Ref. peça</b>	<b>Quan. Q.Tot Long. Revisão Comentários</b>
	3 21 1000 <input type="checkbox"/>
	1 7 975 <input type="checkbox"/>
(B07): Quantidade: 2 Perda: 30	
<b>Ref. peça</b>	<b>Quan. Q.Tot Long. Revisão Comentários</b>
	2 4 1000 <input type="checkbox"/>
	2 4 975 <input type="checkbox"/>
(B08): Quantidade: 3 Perda: 11	
<b>Ref. peça</b>	<b>Quan. Q.Tot Long. Revisão Comentários</b>
	1 3 1000 <input type="checkbox"/>
	1 3 975 <input type="checkbox"/>
	3 9 663 <input type="checkbox"/>
<b>Barras Total (L=4.000) : 50</b>	
<b>Orden Neto: 319,5 Mt      Consumo Total : 340,0 Mt</b> <b>Perda 20,5 Mt =&gt; 6,428%      Custo total: \$ R\$ 2.522</b>	
Unidade de Medida : milímetros	Página: 2
Data e Hora: 20/10/2014 21:55:30	

## APÊNDICE E – Cronogramas

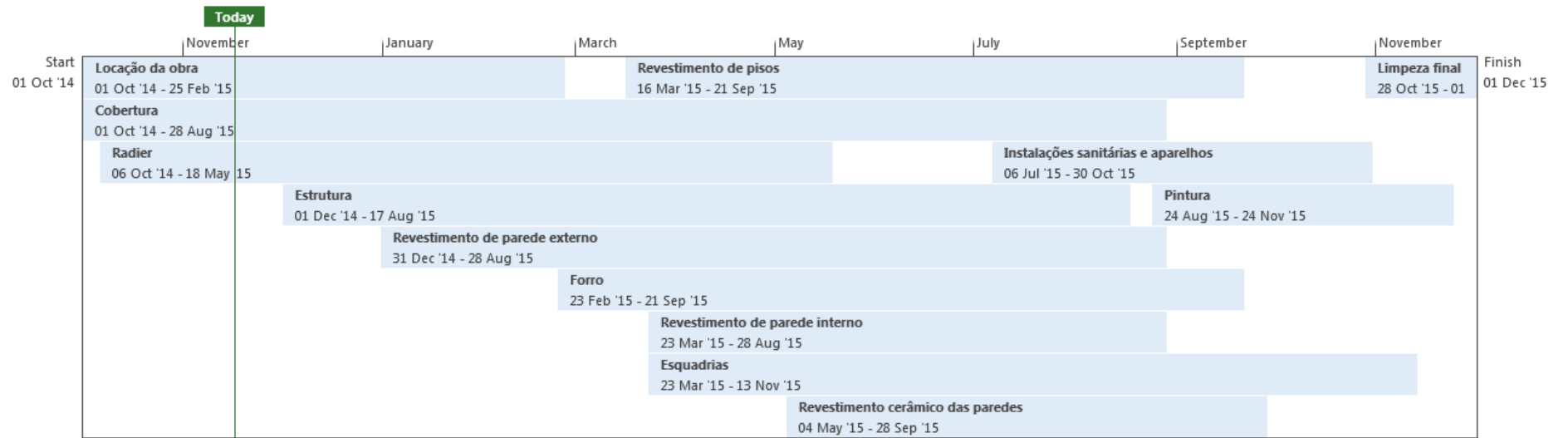


TIMELINE – STEEL FRAME





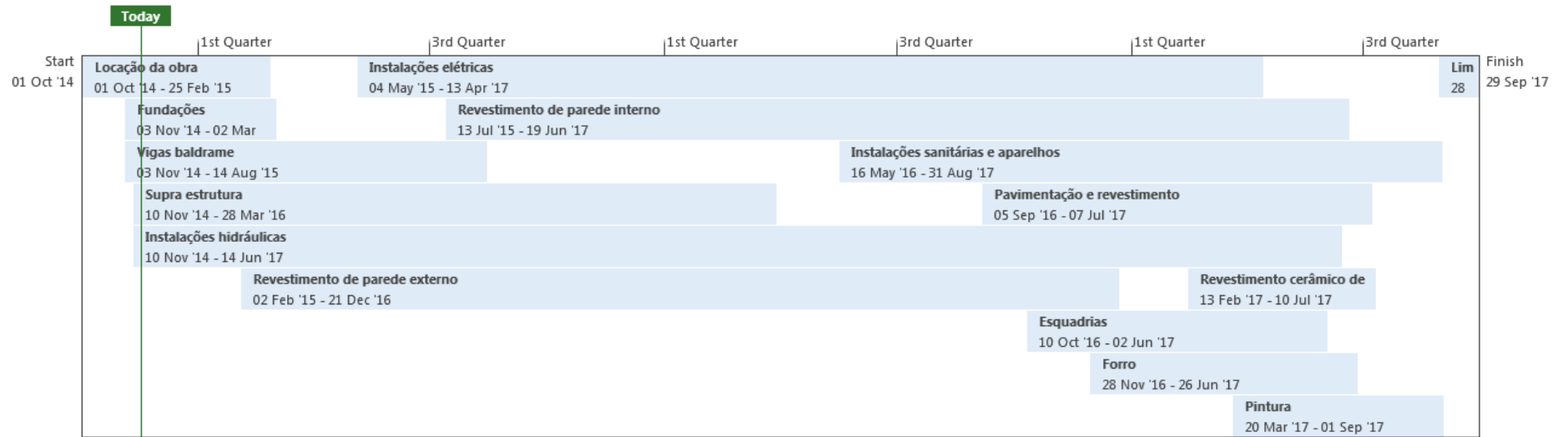
TIMELINE – WOOD FRAME



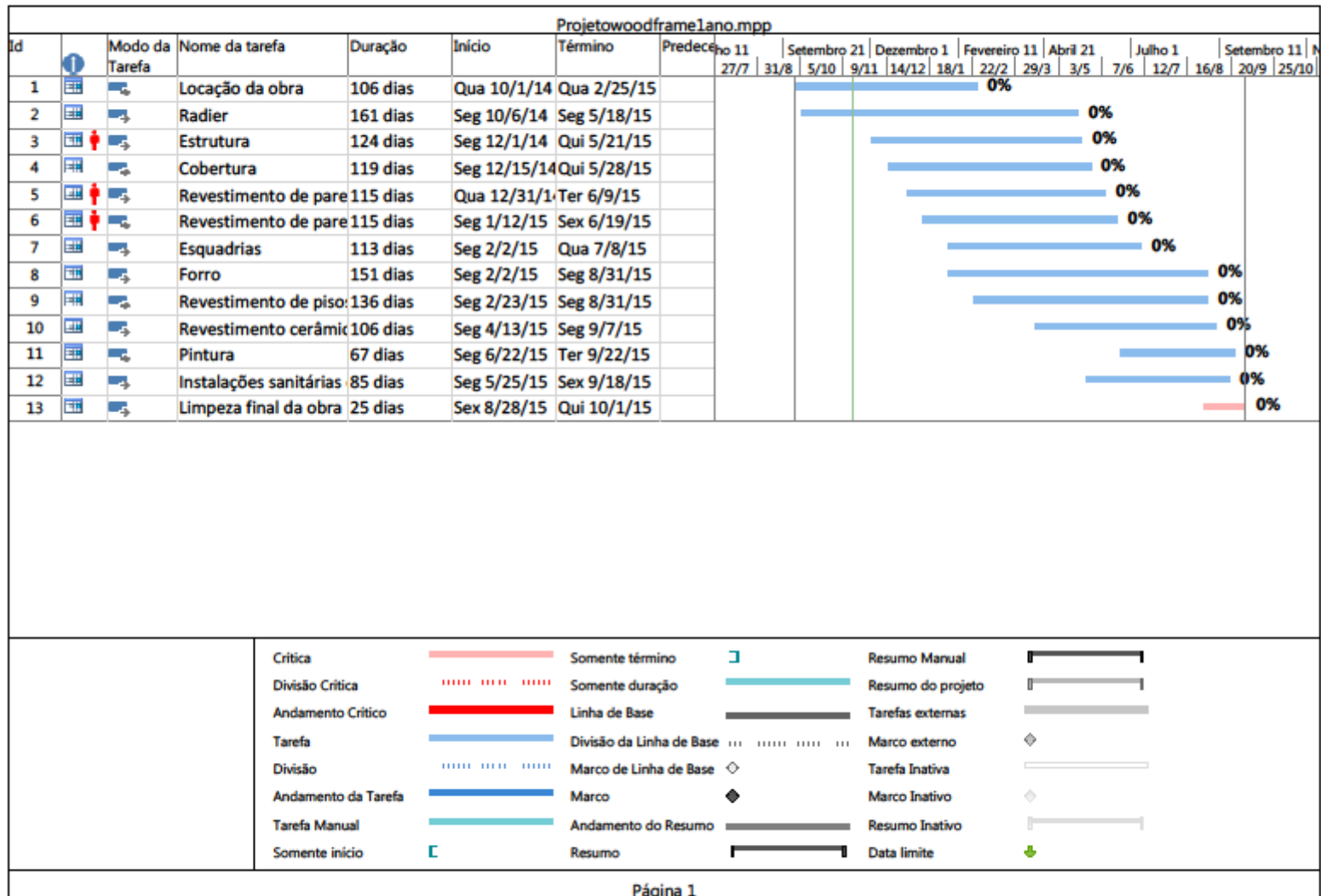




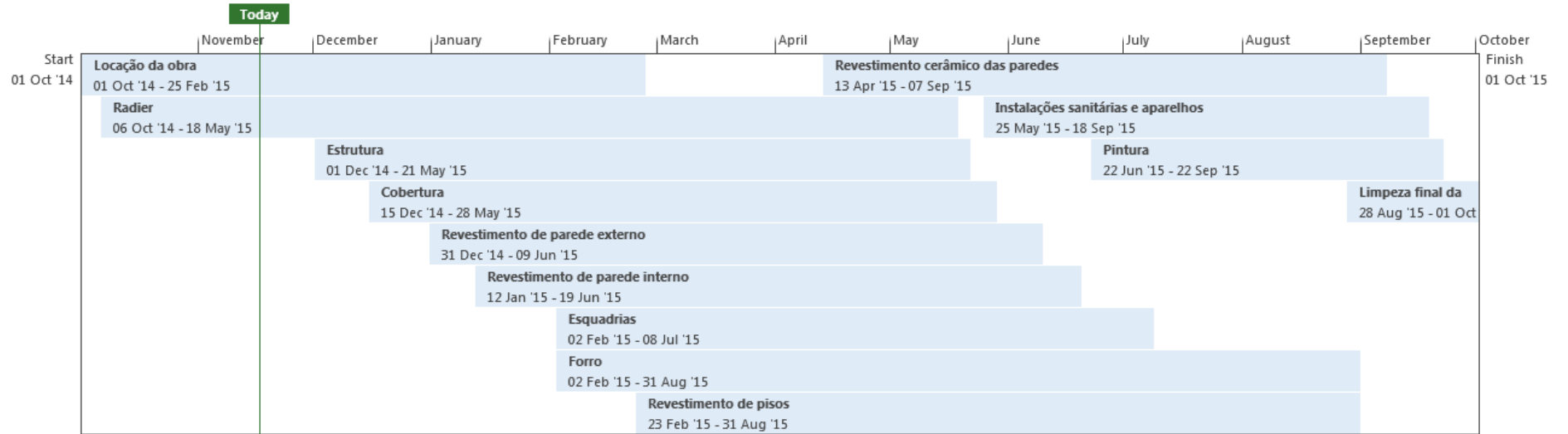
TIMELINE – ALVENARIA CONVENCIONAL



## APÊNDICE F – Cronogramas para um ano

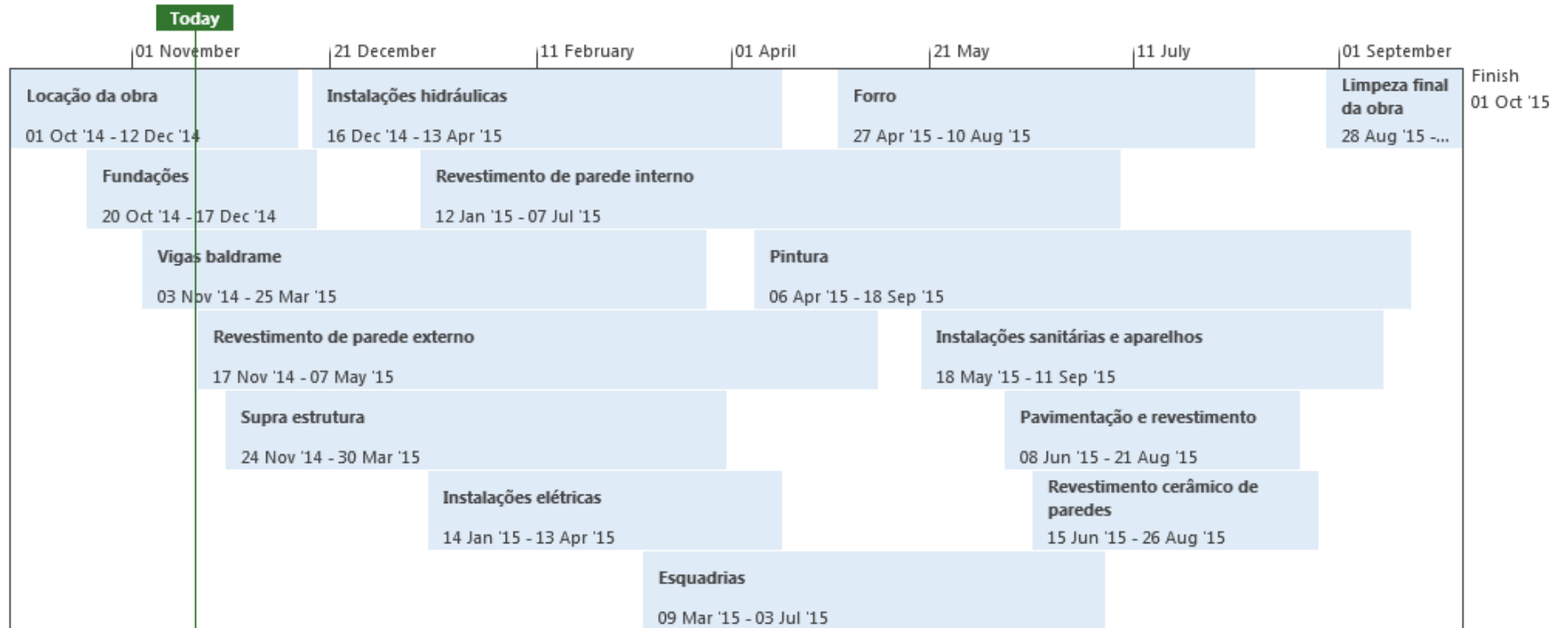


TIMELINE – WOOD FRAME / 1 ANO





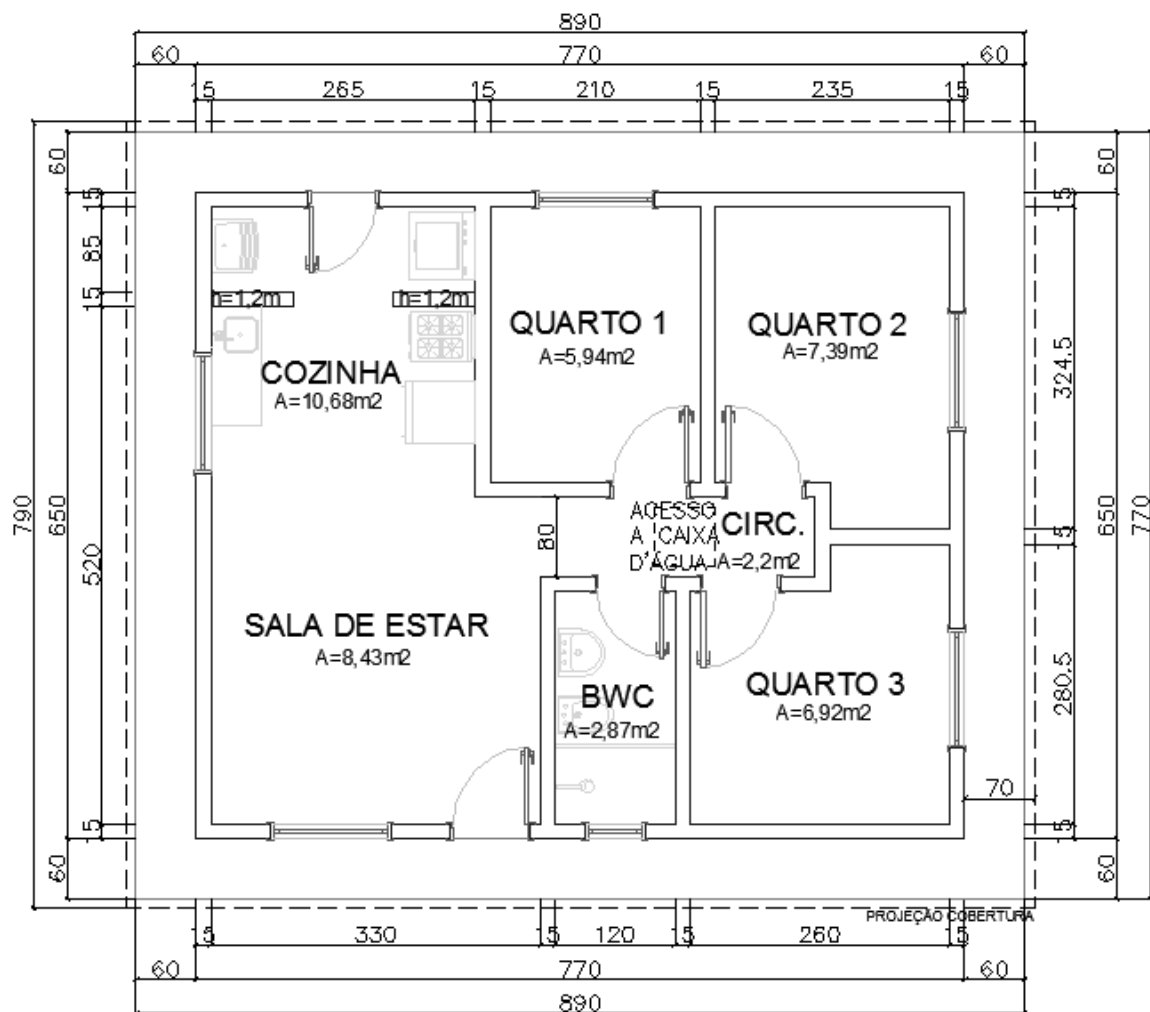
TIMELINE – ALVENARIA CONVENCIONAL / 1 ANO



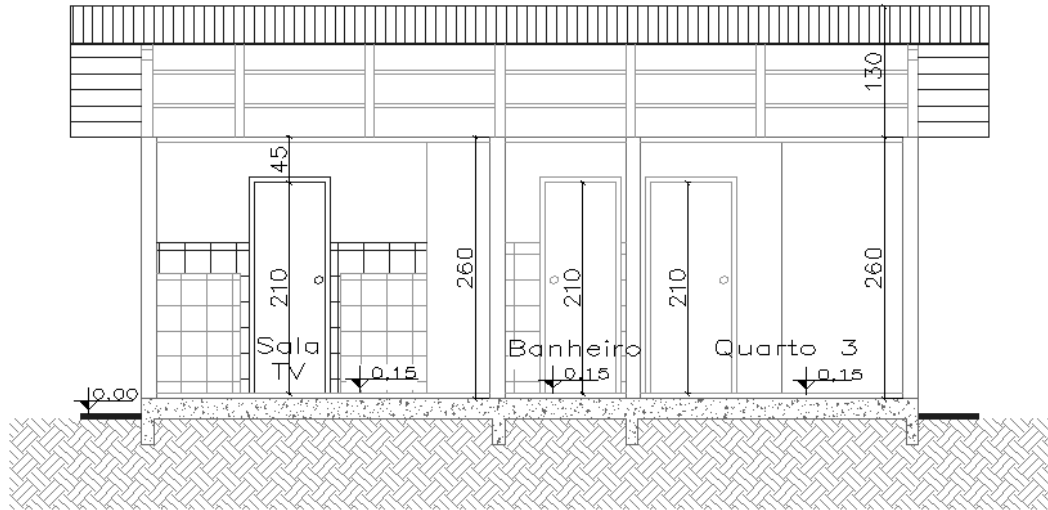
**ANEXOS**

## ANEXO A – Projeto Piloto

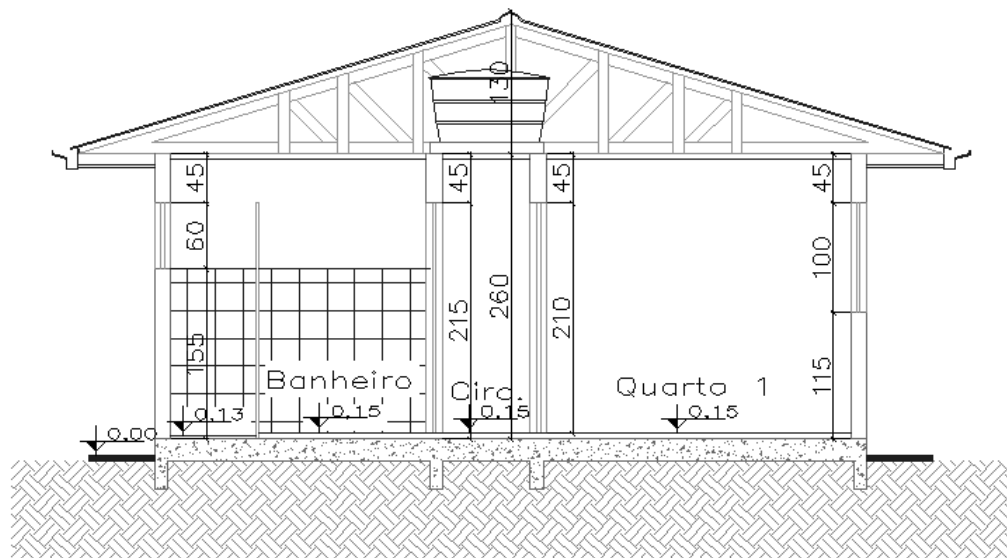




① PLANTA BAIXA  
sem escala

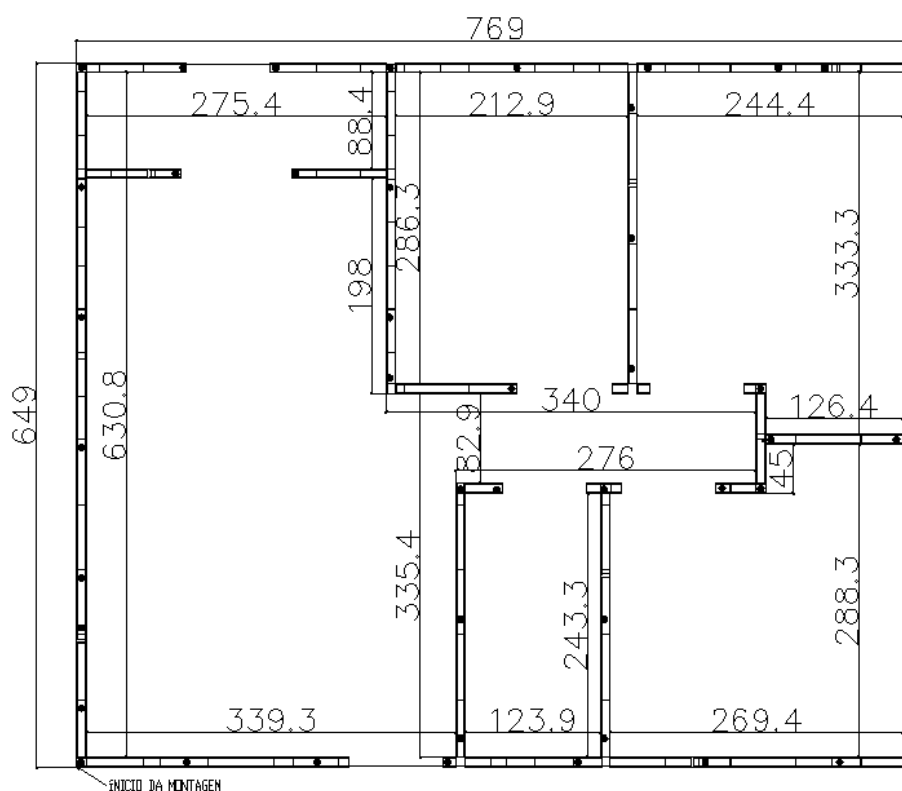


① CORTE 1  
sem escala

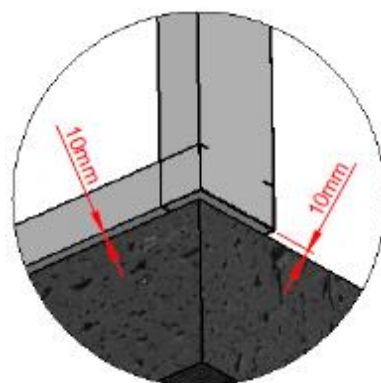


② CORTE 2  
sem escala

ANEXO B – Projeto *Steel Frame*



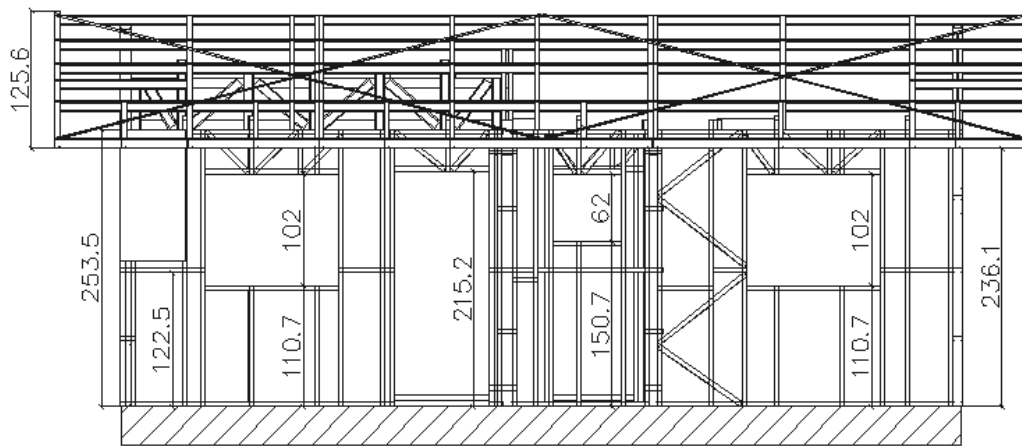
PLANTA BAIXA - ESTRUTURA E ANCORAGEM  
sem escala



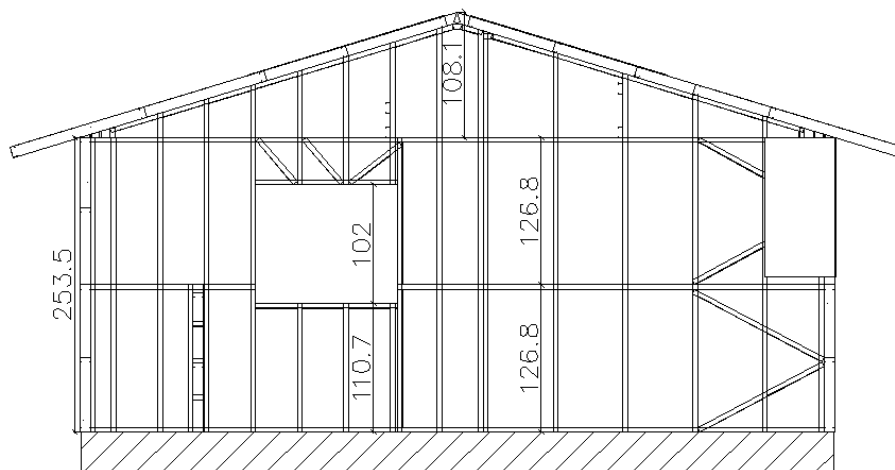
DETALHE 1  
sem escala

**OBSERVAÇÕES:**

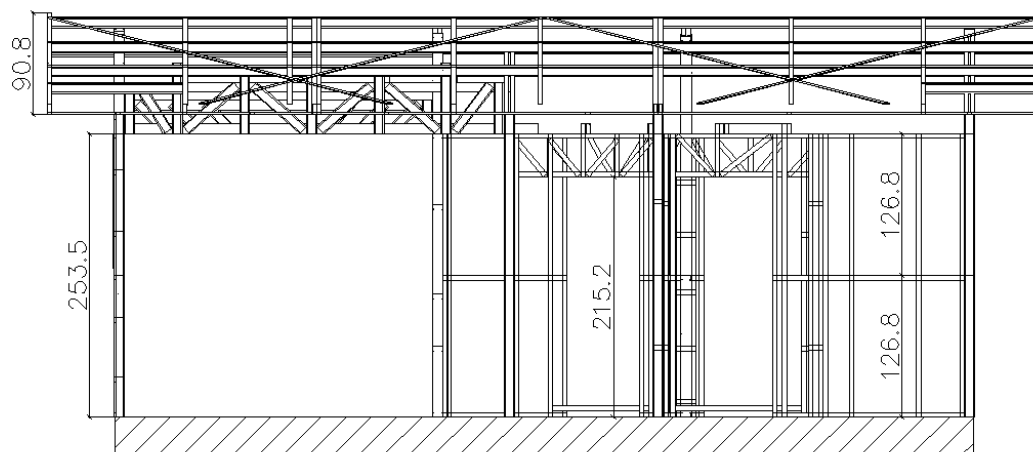
- Colocar os chumbadores nos pilares, chumbando primeiro a guia e depois as colunas;
- Instalar os chumbadores o mais próximo possível dos montantes;
- Colocar banda acústica na interface aço/concreto;
- Ponto de fixação a cada 1200mm e nas extremidades.
- Suporte de ancoragem a 35mm do montante;



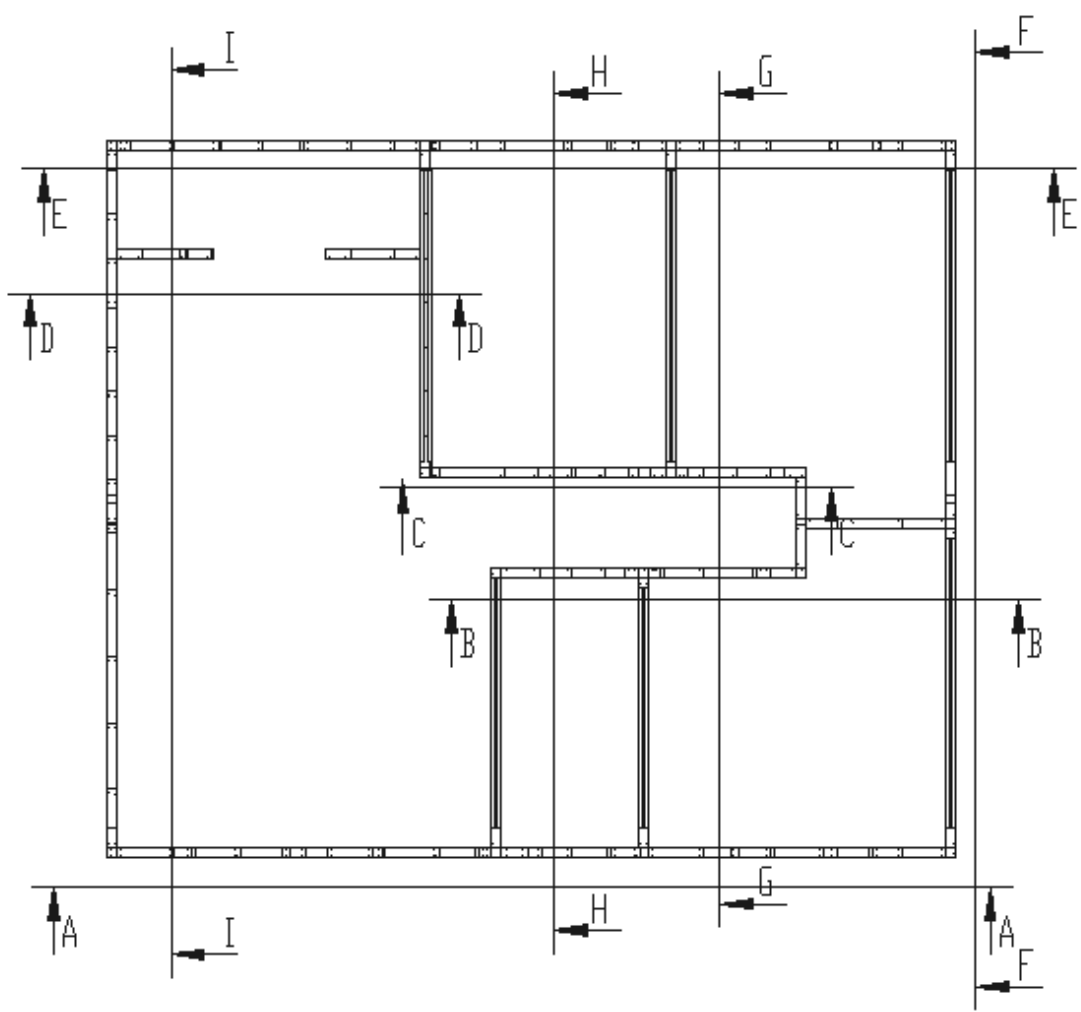
ELEVAÇÃO FRONTAL  
sem escada



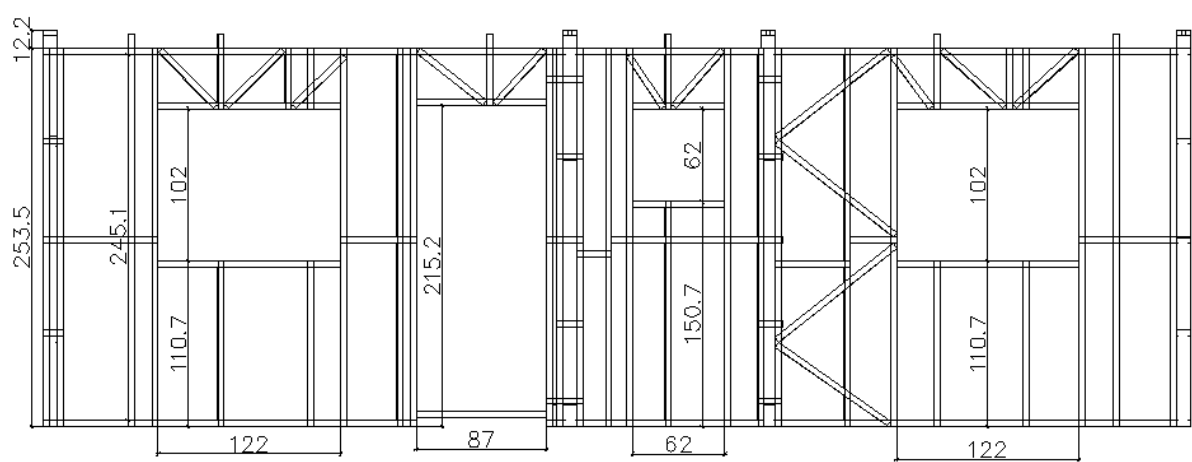
ELEVAÇÃO LATERAL  
sem escada



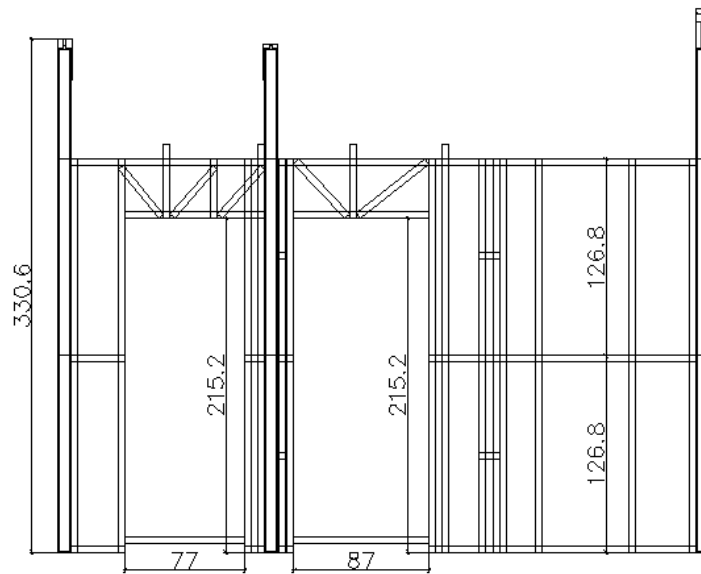
ELEVAÇÃO ESQUEMÁTICA DO INTERIOR DA OBRA  
sem escada



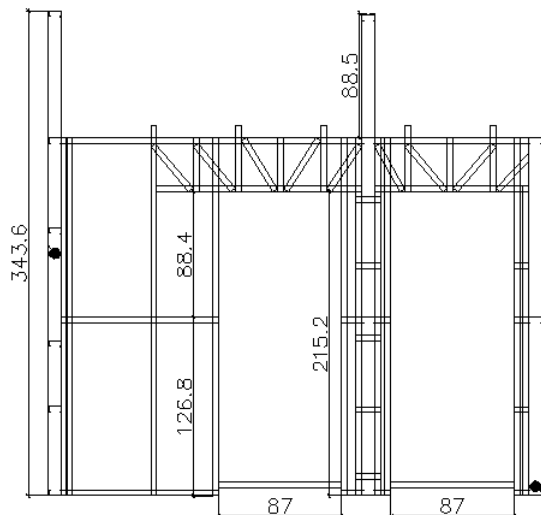
PLANTA BAIXA - SEÇÕES  
sem escala



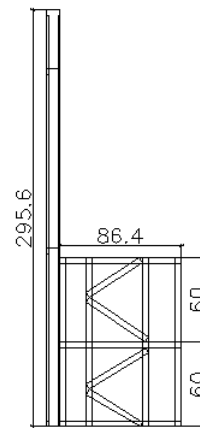
SECÇÃO A-A  
sem escala



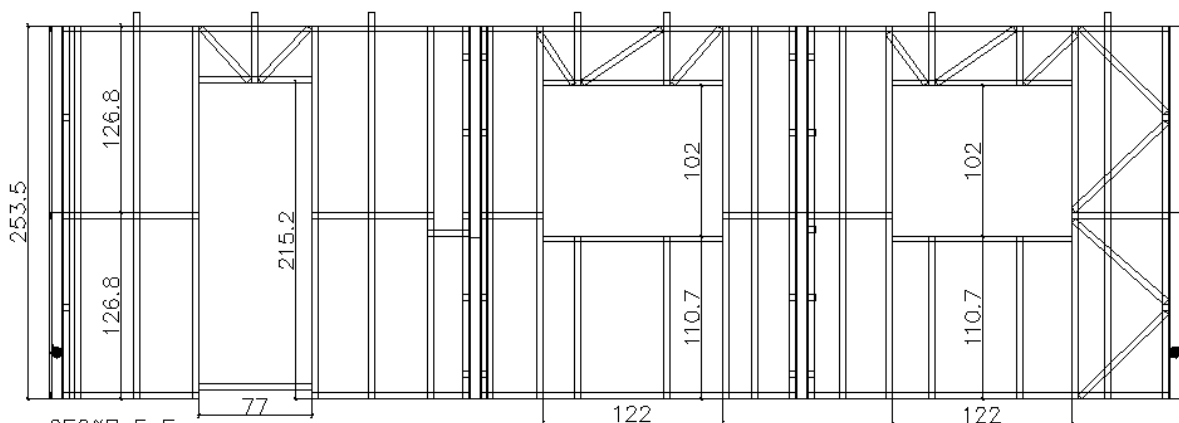
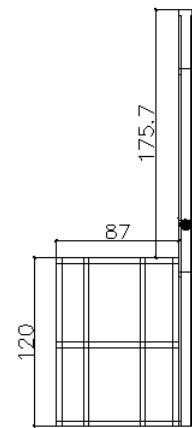
SECÃO B-B  
sem escala



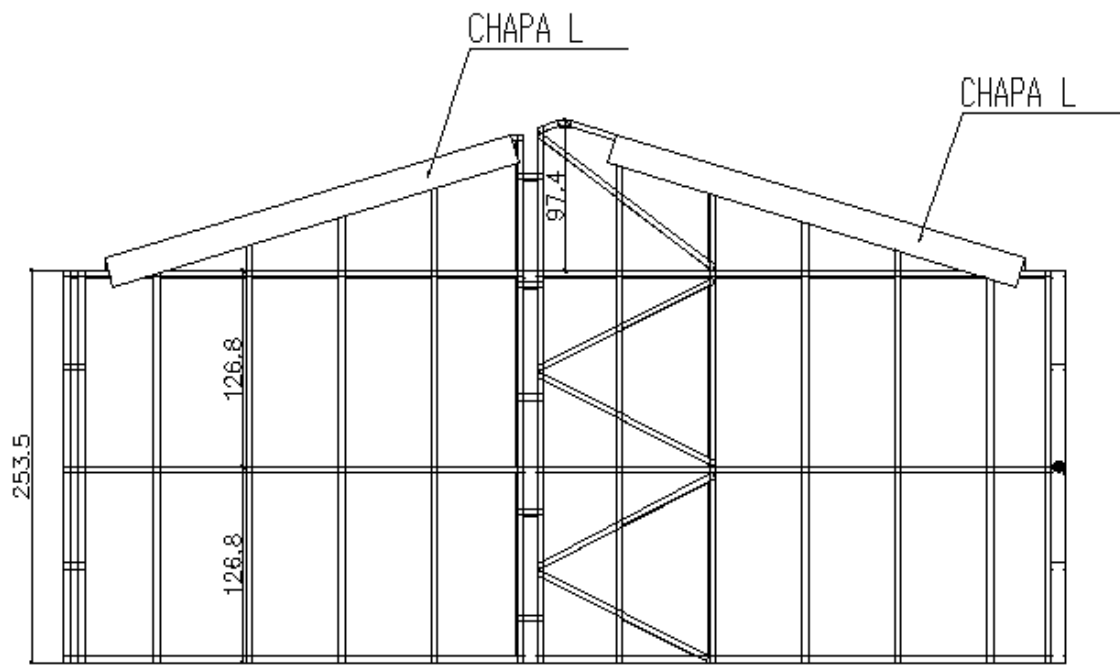
SECÃO C-C  
sem escala



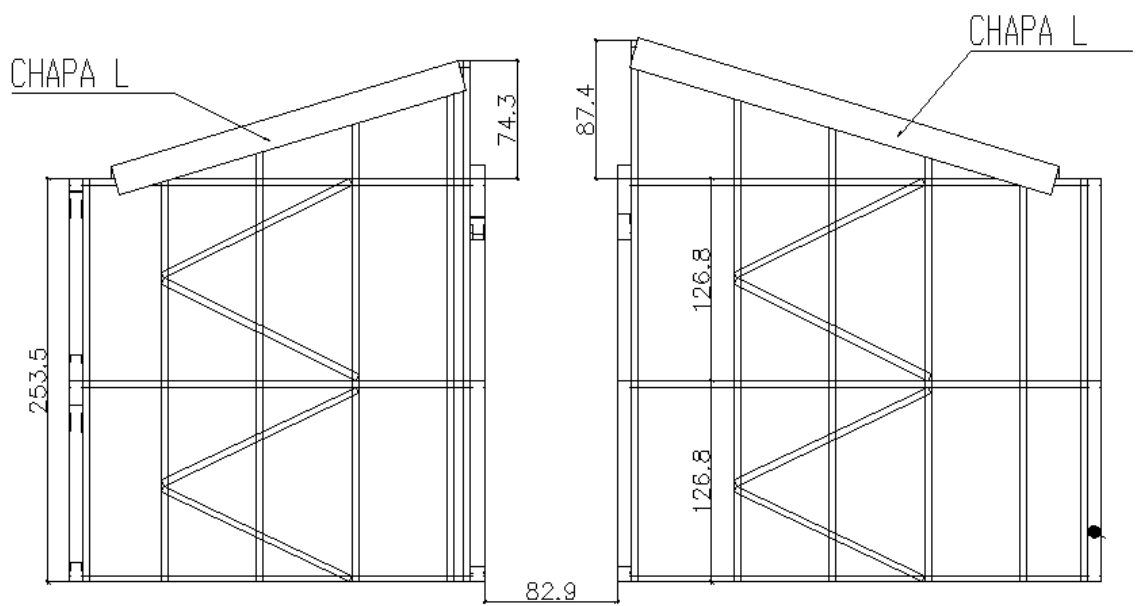
SECÃO D-D  
sem escala



SECÃO E-E  
sem escala



SECÃO F-F  
sem escala



SECÃO G-G  
sem escala



