

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

NORTON CESAR SPANIOL

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
ALVENARIA CONVENCIONAL E *WOOD FRAME* PARA HABITAÇÃO  
DE INTERESSE SOCIAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2018

NORTON CESAR SPANIOL

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
ALVENARIA CONVENCIONAL E *WOOD FRAME* PARA HABITAÇÃO  
DE INTERESSE SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, como requisito parcial a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Profº Msc. Normelio Vitor Fracaro.

PATO BRANCO

2018

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

**NORTON CESAR SPANIOL**

No dia 25 de junho de 2018, às 08h00min, na SALA DE TREINAMENTO da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº29-TCC/2018.

Orientador: PROF. MSC. NORMELIO VITOR FRACARO (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ELIZÂNGELA MARCELO SILIPRANDI (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Dr. GUSTAVO LACERDA DIAS (DACOC/UTFPR-PB)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde e forças para superar as dificuldades.

A minha família, em especial aos meus pais Cesar e Maria que acreditaram em mim, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha irmã Maluza, que sempre esteve comigo, por todos os momentos de ajuda e companheirismo.

A minha namorada Leticia, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, sempre me ajudando, acreditando e apoiando.

Ao meu orientador Prof. Normélio, pelo aprendizado e incentivo no desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos e colegas da faculdade, pelo companheirismo e amizade durante todo o curso.

E a todos que direta ou indiretamente me ajudaram de alguma forma.

## RESUMO

SPANIOL, Norton, C. **Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e *wood frame* para habitação de interesse social.** 2018, 96f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

A utilização de sistemas construtivos que juntam durabilidade, rapidez, preocupação com o meio ambiente e custo competitivo com a alvenaria, vem ganhando cada vez mais espaço no Brasil. Para isso, se busca métodos construtivos eficazes que atendam todos estes requisitos, sem aumentar os custos e que mantenham a qualidade que os sistemas empregados atualmente oferecem. A possibilidade de utilizar novos materiais e métodos construtivos alternativos incentivou o desenvolvimento deste trabalho. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho consiste em comparar os métodos construtivos *wood frame* e alvenaria convencional quanto ao custo, impacto ambiental, e conforto térmico e acústico, no âmbito da construção civil de interesse social, apresentando esses sistemas, seus materiais e etapas construtivas com ênfase na construção de moradias de baixa renda. Como resultados, este trabalho traz valores de custos, necessidade de mão de obra e tempo de construção de unidade habitacional com base nos dois sistemas estudados. Além disso, também apresenta o conforto térmico e acústico que os sistemas proporcionam, assim como os impactos ambientais gerados por estes. As análises comparativas evidenciam que o sistema *wood frame* é significativamente mais econômico e mais viável, e traz menos danos ao meio ambiente, se comparado ao sistema de alvenaria, o qual é mais empregado nas construções do Brasil.

**Palavras-chave:** *Wood frame*, Alvenaria, Habitação de interesse social, Custo, Conforto Térmico, Conforto Acústico;

## ABSTRACT

SPANIOL, Norton C. **Comparative analysis of conventional masonry construction systems and wood frame for housing of social interest.** 2018, 96f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

The use of construction systems that combine durability, rapidity, concern with the environment and competitive cost with masonry, has been gaining more and more space in Brazil. To do this, one searches for effective construction methods that meet all these requirements, without increasing costs and maintaining the quality that the systems currently employed offer. The possibility of using new materials and alternative construction methods encouraged the development of this work. Therefore, the main objective of this work is to compare the construction methods of wood frame and conventional masonry in terms of cost, environmental impact, and thermal and acoustic comfort, in the civil construction of social interest, presenting these systems, their materials and construction stages with emphasis on the construction of low-income housing. As results, this work brings values of costs, labor necessity and time of construction of housing unit based on the two systems studied. In addition, it also presents the thermal and acoustic comfort that the systems provide, as well as the environmental impacts generated by them. The comparative analysis shows that the wood frame system is significantly more economical and more feasible, and brings less damage to the environment compared to the masonry system, which is more used in Brazilian constructions.

**Key-words:** Wood frame, Masonry, Social housing, Cost, Thermal comfort, Acoustic Comfort.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de furos nos blocos .....	24
Figura 2 – Tipos de blocos de concreto.....	25
Figura 3 – Piso pavimento superior.....	30
Figura 4 – Fixação entre painéis .....	31
Figura 5 – Instalação hidráulica .....	32
Figura 6 – Instalação elétrica .....	32
Figura 7 – Revestimento externo, Membrana hidrófuga abaixo do revestimento siding vinílico.....	33
Figura 8 – Revestimento <i>siding</i> .....	33
Figura 9 – Estrutura do telhado <i>Wood frame</i> . .....	33
Figura 10 – Zoneamento bioclimático brasileiro .....	38
Figura 11 – Fluxograma .....	43
Figura 12 - Projeto padrão.....	44
Figura 13 - Fachada.....	44
Figura 14 - Locação de obra.....	46
Figura 15 - Fundação radier .....	46
Figura 16 - Blocos cerâmicos estruturais .....	47
Figura 17 - Espaçamento dos montantes.....	47
Figura 18 - Impermeabilização da estrutura <i>wood frame</i> com membrana hidrófuga.....	48
Figura 19 - Isolamento termoacústico no sistema <i>wood frame</i> .....	49
Figura 20 - Passagem das tubulações na alvenaria.....	49
Figura 21 - Passagem das tubulações no <i>wood frame</i> .....	50
Figura 22 - Fechamento dos painéis no sistema <i>wood frame</i> .....	50
Figura 23 - Contraventamento dos oitões.....	51

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no estado de São Paulo, em 2001.</b> .....	21
Tabela 2 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação.....	24
Tabela 3 – Características dos blocos cerâmicos de vedação.....	25
Tabela 4 - Insumos necessários para a composição da alvenaria.....	27
Tabela 5 – Assentamento de tijolos para 1m <sup>2</sup> .....	27
Tabela 6 – Argamassa de revestimento e= 2,5 cm para 1m <sup>2</sup> .....	27
Tabela 7 – Insumos para composição da argamassa de assentamento 1:4 (cimento/areia) para 1m <sup>3</sup> ...	27
Tabela 8 – Insumos para composição da argamassa 1:2:8 (cimento/cal/areia) para 1m <sup>3</sup> .....	27
Tabela 9 – Produtividade em horas homem por metro quadrado.....	28
Tabela 10 – Etapas do processo produtivo de tijolos, blocos e telhas cerâmicas e seus aspectos e impactos ambientais considerados. ....	28
<b>Tabela 11 – Custos dos insumos para a composição de um painel em <i>Wood frame</i>.</b> .....	34
Tabela 12 – Nível de aceitação segundo a NBR 10152/1987. ....	37
Tabela 13 – Nível critério de aceitação para ambientes externos segundo NBR 10151/2000. ....	37
Tabela 14 – Valores máximos de temperatura permitidos no verão. ....	38
Tabela 15 – Valores mínimos de temperatura permitidos no inverno.....	38
Tabela 16 - Resumo do orçamento dos sistemas avaliados.....	53
Tabela 17 - Necessidade de pedreiro e servente para o levantamento da parede no sistema de alvenaria .....	54
Tabela 18 - Necessidade de pedreiro e servente para realizar o chapisco no sistema de alvenaria.....	54
Tabela 19 - Necessidade de pedreiro e servente para realizar a massa única no sistema de alvenaria .	54
Tabela 20 - Necessidade de pedreiro e servente para a parede pronta .....	54
Tabela 21 - Necessidade de montador e ajudante no sistema steel frame .....	55
Tabela 22 - Necessidade de montador e ajudante para a construção de um painel em <i>wood frame</i> ....	55
Tabela 23 - Condutividade térmica e resistência térmica do objeto levado em consideração para construção em alvenaria .....	56
Tabela 24 - CTSA dos blocos cerâmicos considerados no estudo .....	56
Tabela 25 - Condutividade térmica e resistência térmica da lâ de vidro .....	57
Tabela 26 - Valores de CTSA para um painel no sistema <i>wood frame</i> .....	57
Tabela 27 - Níveis de ruídos aceitáveis.....	66



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Impacto ambiental da construção pelo sistema de alvenaria .....	58
Quadro 2 - Impacto ambiental da construção pelo sistema de <i>wood frame</i> .....	59
Quadro 3 - Comparativo dos impactos ambientais gerados pelos dois sistemas (Continua...) .....	67

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Custo total para a construção de uma unidade habitacional para os dois sistemas avaliados .....	60
Gráfico 2 - Produtividade em horas de todos os serviços para construção de uma unidade habitacional .....	61
Gráfico 3 - Custos com serviços necessários para a conclusão de uma unidade habitacional .....	62
Gráfico 4 - Horas necessárias para o levantamento da parede pelos dois sistemas.....	62
Gráfico 5 - Custo da mão de obra para o serviço de levantamento das paredes .....	63
Gráfico 6 - Condutibilidade térmica dos sistemas.....	64
Gráfico 7 - Resistência térmica dos dois sistemas .....	64
Gráfico 8 - Isolamento acústico para os dois sistemas .....	65

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS .....	15
1.1.1 Objetivo geral .....	15
1.2 JUSTIFICATIVA .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 HISTÓRICO HABITAÇÃO NO BRASIL .....	17
2.2 POLITICA NACIONAL DE HABITAÇÃO NO BRASIL .....	17
2.3 PARCERIAS COM PROGRAMAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....	18
2.3.1 Programa minha casa minha vida (PMCMV) .....	18
<b>3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 MADEIRA .....	20
3.1.1 Propriedades da madeira.....	21
3.1.2 Madeira como material de construção.....	22
3.2 ALVENARIAS.....	23
3.2.1 Componentes da Alvenaria.....	23
3.2.2 Custos e produtividade .....	26
3.2.3 Impacto ambiental da alvenaria.....	28
3.3 SISTEMA <i>WOOD FRAME</i> .....	29
3.3.1 Componentes usados no sistema <i>Wood frame</i> .....	29
3.3.1.1 Fundações .....	30
3.3.1.2 Piso .....	30
3.3.1.3 Paredes.....	31
3.3.1.4 Instalações Elétricas e Hidráulicas .....	31
3.3.1.5 Revestimentos.....	32
3.3.1.6 Telhado .....	33
3.3.1.7 Madeira utilizada .....	34
3.3.2 Custo e produtividade do sistema <i>Wood frame</i> .....	34
3.3.3 Impactos ambientais do sistema <i>Wood frame</i> .....	35
3.4 CONFORTO TÉRMICO E ACÚSTICO .....	36
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
4.1 MÉTODO DE ABORDAGEM .....	40
4.2 TIPOS DE PESQUISA.....	40
4.2.1 Quanto aos fins .....	40

4.2.2 Quanto aos meios .....	40
4.3 TÉCNICAS DE PESQUISA .....	41
4.3.1 Técnicas de coleta de dados .....	41
4.3.2 Técnica de tratamento dos dados.....	41
4.3.3 Técnicas de análise dos dados .....	41
4.3.4 Instrumentos de pesquisa.....	42
<b>5 COMPARATIVO DOS SISTEMAS ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL.....</b>	<b>43</b>
5.1 PROJETO PADRÃO.....	43
5.2 READEQUAÇÃO DO PROJETO PADRÃO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME .....	44
5.2.1 Projeto em alvenaria convencional.....	45
5.2.2 Projeto em <i>Wood frame</i> .....	45
5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS .....	45
5.3.1 Serviços Preliminares .....	45
5.3.2 Fundação.....	46
5.3.3 Estrutura .....	46
5.3.4 Impermeabilização.....	48
5.3.5 Isolamento termoacústico .....	48
5.3.6 Instalações elétricas e hidrossanitárias .....	49
5.3.7 Fechamento.....	50
5.3.8 Esquadrias.....	51
5.3.9 Revestimentos.....	51
5.3.10 Cobertura .....	51
5.3.11 Limpeza final da obra.....	52
5.4 PLANEJAMENTO.....	52
5.4.1 Orçamentos.....	52
5.4.2 Produtividade dos sistemas.....	53
5.4.3 Conforto térmico e acústico.....	55
5.4.3.1 Alvenaria .....	55
5.4.3.2 <i>Wood frame</i> .....	56
5.4.4 Impactos ambientais .....	58
<b>6 ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>69</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A – PROJETO ALVENARIA CONVENCIONAL .....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE B – PROJETO <i>WOOD FRAME</i> .....</b>	<b>75</b>
<b>APÊNDICE C – PAINÉIS SISTEMA <i>WOOD FRAME</i>.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE D – PLANO DE CORTE MONTANTES DOS PAINÉIS <i>WOOD FRAME</i></b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE E – PLANO DE CORTE TESOURA.....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE F – ORÇAMENTO ALVENARIA CONVENCIONAL .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE G – ORÇAMENTO <i>WOOD FRAME</i> .....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de moradias no Brasil, ou déficit habitacional, é um problema que existe no país desde o início do século XX e vem se agravando até os dias atuais. O governo brasileiro identificou este problema tardiamente e as soluções propostas não conseguiram diminuí-lo, e ele continua a aumentar a cada ano. Nos últimos anos, desde a criação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) em 2009, a produção de unidades habitacionais de interesse social e de baixo custo está em crescimento, diversos tipos de sistemas construtivos já foram empregados visando à melhor eficiência do sistema e a construção de um produto final de melhor qualidade (MOTTA, 2010).

A construção civil é marcada pelos sistemas construtivos convencionais, entretanto, diante de várias possibilidades, novas técnicas e materiais, o setor tem procurado assimilar novas soluções industriais, para atender demandas crescentes e características, tais como: mão-de-obra qualificada, produção padronizada, racionalização dos processos, insumos e possibilidade de controle rígido dos processos e cronograma da obra e conseqüentemente redução do tempo de execução (SANTIAGO, 2008).

Um dos sistemas alternativos para casas populares pode ser o *wood frame*, que consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada podendo essa ser tratada ou não, 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. Nos EUA a tecnologia *wood frame* é utilizada em 95% das casas construídas (MOLINA, 2010).

Observando o cenário mundial atual, tem-se a redução de recursos naturais essenciais a vida humana, um dos grandes motivos é devido ao desperdício em grande escala desses materiais tão importantes. Assim, a sociedade se depara com a necessidade de obter mudanças nos hábitos de consumo e pesquisar soluções inteligentes para que a sustentabilidade faça parte do cotidiano de forma natural e viável. Estima-se que o setor da construção civil seja responsável por aproximadamente 40% dos resíduos gerados em toda economia, por 75% de todo o resíduo sólido, por consumir 2/3 da madeira natural extraída e, por 20% a 50% do consumo dos recursos naturais totais extraídos do planeta (PIOVEZAN JÚNIOR; SILVA, 2007).

Este trabalho busca analisar e comparar os principais métodos construtivos utilizados na produção de habitações de interesse social em grande quantidade pelo programa minha casa

minha vida (alvenaria e *Wood frame*); por meio de parâmetros considerados de grande importância para a adequação ao programa minha casa minha vida, ao contexto atual da construção civil e à norma de desempenho NBR 15.575:2013.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Comparar os sistemas construtivos alvenaria convencional e *Wood frame* para construção de casas de interesse social.

### 1.1.2 Objetivo específico

Para alcançar o objetivo geral, têm-se como objetivos específicos:

- i) Estudar o sistema *Wood frame*;
- ii) Identificar as especificações de um projeto de habitação de interesse social;
- iii) Identificar os serviços necessários para construção de casas em alvenaria e *wood frame*;
- iv) Avaliar as variáveis custo, conforto térmico, conforto acústico, produtividade e impacto ambiental dos dois sistemas; e
- v) Comparar os dois sistemas com base nas variáveis citadas anteriormente.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil, que apresenta um déficit habitacional significativo e contém o programa minha casa minha vida (PMCMV) como principal ferramenta do governo para combater este problema, a possibilidade da utilização de diferentes sistemas construtivos, como o sistema *Wood frame* e alvenaria convencional, merecem atenção. Considerando que trata estas unidades

habitacionais de interesse social são construídas em grande quantidade, a determinação do tipo de processo construtivo pode gerar grandes diferenças, em custos e em tempo de execução, considerando também os parâmetros para o atendimento ao PMCMV e à norma de desempenho NBR 15.575:2013 que tem o foco nas exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos (ABNT, 2013).

Com o crescimento populacional e o desenvolvimento urbano, a matéria prima mundial está se esgotando, fazendo com que se busquem meios sustentáveis para continuar o desenvolvimento. Nos últimos anos, houve uma busca por meios ecológicos para conceber as construções, o que torna necessário uma melhoria contínua dos sistemas de moradia (SANTOS, 2012).

Com esta característica tem-se o sistema *wood frame*, que além disso, possibilita uma velocidade de construção maior em relação a outros sistemas construtivos, pois é um processo de casas pré-fabricadas com um processo que pode ser totalmente ou parcialmente industrializado, tendo um alto controle no processo de produção, qualidade final do produto e maior rendimento de produção (BALEN; PANSERA; ZANARDO, 2016).

Neste contexto, é relevante estudar o sistema *Wood frame*, pois este apresenta em seu processo alta velocidade de construção, conforto e flexibilidade, mão de obra qualificada, sustentabilidade e industrialização com eficiência (BALEN; PANSERA; ZANARDO, 2016).

Para o graduando este trabalho possibilitará a ampliação de seus conhecimentos, uma vez que o trabalho será aplicável. Para o meio acadêmico servirá como auxílio para a realização de novos estudos no mesmo segmento, dando suporte ao desenvolvimento de novas pesquisas. Para a sociedade, este trabalho tem importância, pois tende a possibilitar a construção de casas com mais agilidade, conforto e qualidade.

A viabilidade do trabalho se fundamenta na disponibilidade de edificações construídas com o processo construtivo em estudo, bem como as bibliografias necessárias para a realização do comparativo.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 HISTÓRICO HABITAÇÃO NO BRASIL

A questão habitacional no Brasil tem suas raízes estabelecidas no final do século XIX e devido a Revolução Industrial e o processo de urbanização é que o problema adquiriu contornos significativos. A produção de conjuntos habitacionais foram soluções tomadas pelo poder público e privado para suprir a demanda habitacional (BARON, 2011).

Com a revolução industrial, a população começou a ver possibilidades de melhores condições de vida, através do trabalho remunerado nas indústrias, ocorrendo a migração em massa da população rural para as cidades (PAWLEY, 1977).

Através do processo de urbanização acelerado, surge a necessidade de construir grandes quantidades de habitações, trazendo problemas que exigiam ação do estado para solucioná-los (TRIANA, 2006). A grave carência por moradias causa um inchamento demográfico das cidades e a habitação coletiva, onde várias famílias distintas coabitavam, construindo unidades independentes no mesmo terreno ou sob o mesmo teto (RIBEIRO; PECHMAN, 1983).

Quando as habitações coletivas foram se afastando dos bairros, devido a uma péssima imagem que passavam e não haver saneamento básico, começaram a surgir doenças, que deixou a população preocupada em relação a saúde pública. Com isso os moradores tiveram que procurar outra alternativa para habitação, surgindo assim as favelas, que ficavam em regiões periféricas, locais impróprios para moradia, como beira de rios, locais alagadiços, entre outros (MARICATO, 2001).

### 2.2 POLITICA NACIONAL DE HABITAÇÃO NO BRASIL

No Brasil, milhões de famílias estão excluídas do acesso de moradia digna e a questão da habitação pode ser considerada um dos problemas urbanos sociais mais importantes. O Brasil conta com cerca de 80% da sua população morando em área urbana. O déficit habitacional cresce cada vez mais, principalmente nas grandes cidades, e um dos problemas mais comuns é relacionado a falta de planejamento. (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2012).

De acordo com informações da Política Nacional de Habitação – PNH (2004), a mesma tem como objetivo conceber condições e acesso a moradias dignas para toda a população, principalmente as de baixa renda, colaborando com a inclusão social.

Segundo o Ministério das Cidades (2004), essa política tem componentes principais a integração urbana de assentamentos precários, a urbanização, regularização fundiária e a integração da política de habitação à política de desenvolvimento urbano. Para alcançar esses objetivos precisa ter uma relação entre a política habitacional e da de desenvolvimento urbano.

A qualidade das habitações que já existem é um problema a ser enfrentado. É um grande número de unidades habitacionais com carência de um padrão construtivo, acesso aos serviços e equipamentos urbanos, entre outros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

### 2.3 PARCERIAS COM PROGRAMAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Segundo a pesquisadora Marra (2010), algumas políticas vêm sendo implementadas no Brasil com o intuito de efetivar o alcance do direito à moradia digna e a maioria das iniciativas do poder público no Brasil, as quais são baseadas na garantia da propriedade. Como políticas públicas apresenta-se o programa do Governo Federal, Minha Casa Minha Vida, criado em 2009. No Paraná, existe a Companhia de Habitação do Paraná COHAPAR, que é uma empresa de economia mista que atua na execução dos programas habitacionais do Governo do Paraná. A missão da empresa é atuar de forma ampla no âmbito da habitação, buscando equacionar e resolver o déficit habitacional do Estado, prioritariamente à população de baixa renda, contudo buscando soluções para toda a sociedade.

#### 2.3.1 Programa minha casa minha vida (PMCMV)

Em 2009, o Governo Federal implantou o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) no Brasil, como uma tentativa de política pública para solucionar os problemas habitacionais do país e promover o desenvolvimento econômico. O programa pretendia resolver as principais causas do déficit habitacional brasileiro, para isso escolheu a Caixa Econômica Federal como principal financiador do PMCMV (D'AMICO, 2011).

De acordo com o governo, o foco estava na população de baixa renda, através de subsídios. O programa prometia beneficiar essa faixa da população brasileira, que é responsável por cerca de 90% do déficit habitacional no país, e previa atender famílias de zero a dez salários mínimos. A implementação do programa vai ser possível por meio de parcerias entre união, estados, municípios, empreendedores e movimentos sociais (PEREIRA; CALIARI, 2009).

### 3 MÉTODOS CONSTRUTIVOS

No Brasil temos a predominância da alvenaria convencional como principal método construtivo de habitações. Porém o sistema conta com uma baixa produtividade e um alto desperdício de matérias, gerando uma grande quantidade de resíduos. (SOUZA, 2013).

O *Wood frame* é uma técnica de construção de edifícios pré-fabricados muito usada em diversos países do mundo, especialmente na América do Norte e norte da Europa, e seu principal material estrutural é a madeira. O método consiste em um esqueleto de ripas de madeira, que a partir das inovações nas serrarias e máquinas, permitiram obter seções de madeira finas e com maior rapidez. Como o processo é industrializado, tem-se uma construção mais barata, facilmente montada e desmontada, substituindo o emprego de carpinteiros por mão de obra não especializada (SOUZA, 2013).

O uso de técnicas e materiais alternativos na construção civil pode servir de solução para os casos de déficit habitacional e condições precárias de habitação. Uma análise comparativa mostra que cada técnica construtiva tem seus prós e contras, não só a custos, mas também a trabalhabilidade, disponibilidade de matéria prima, mão-de-obra, execução e durabilidade (SOUZA, 2013).

#### 3.1 MADEIRA

A madeira pode ser definida como um material orgânico, polímero, sólido, abundante em nosso planeta. Material lenhoso de estrutura complexa, formado principalmente por celulose, hemicelulose, lignina e extrativos. Material anisotrópico, higroscópico, de grande eficiência térmica e acústica. Material para construção e decoração, matéria-prima para fabricação de diversos produtos e importante fonte de energia (DIAS, 2015).

A madeira possui diversas propriedades que a tornam muito boa frente a outros materiais. Dentre os mais importantes, tem-se o baixo consumo de energia para seu processamento, a alta resistência específica, boas características de isolamento térmico e elétrico, além de ser um material fácil de ser trabalhado. O aspecto que distingue a madeira dos outros materiais é a produção sustentável nas florestas nativas, e nas modernas técnicas de silviculturas empregadas nos reflorestamentos, que permitem alterar a qualidade da madeira de acordo com o uso desejado (ZENID, 2007).

Na construção civil, a madeira é utilizada de diversas formas em usos temporários, como: formas para concreto, andaimes e escoramentos, De forma definitiva é utilizada nas estruturas de coberturas, esquadrias (portas e janelas), forros e pisos (SOBRAL *et al.*, 2002).

**Tabela 1 – consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no estado de São Paulo, em 2001.**

USOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	CONSUMO 1000 M <sup>3</sup>	%
Estrutura de cobertura	891	50
Andaimes e formas para concreto	594,4	33
Forros, pisos e esquadrias	233,5	13
Casas pré-fabricadas	63,7	4
<b>Total</b>	<b>1783,3</b>	

Fonte: Sobral *et al* (2002).

### 3.1.1 Propriedades da madeira

Como a madeira é um produto de processo orgânico, é um material heterogêneo e complexo, que pode ser explicado pela quantidade, disposição, orientação e composição química de seus elementos anatômicos, que são responsáveis pelas características da madeira, o que explica como suas propriedades físicas e mecânicas diferem entre espécies, entre árvores da mesma espécie, e dentro de uma mesma árvore (MELLO, 2007).

A determinação das suas propriedades é de grande importância, pois elas podem influenciar o desempenho e resistência da madeira com o uso estrutural (MELLO, 2007).

Segundo Durán (2004 apud CASTRO, 2008) a madeira submetida a um processo de secagem é denominada peça de madeira, e apresenta as propriedades a seguir:

*i) Propriedades básicas:* a madeira é classificada como material biológico, anisotrópico e higroscópico, independentemente de sua espécie. É composto por moléculas orgânicas de celulose e lignina, por isso precisa tomar medidas para garantir sua durabilidade. Devido as suas propriedades anisotrópicas, para ser empregada de forma correta, faz-se necessário ter conhecimento apropriado, já que a mesma apresenta comportamentos desiguais conforme a direção considerada;

*ii) Propriedades físicas:* contenção de umidade, densidade da madeira, contração e expansão, propriedades elétricas, acústicas e térmicas. A madeira absorve ou expele uma grande quantidade de umidade, conforme as condições climáticas do meio onde se encontra. Quando a troca de umidade cessa, consideramos que a madeira atingiu sua umidade de equilíbrio. As

variações dimensionais nos eixos tangencial, radial e longitudinal são consequência da perda ou absorção de água pela madeira. Quando completamente seca, a madeira é considerada um excelente isolante térmico, variando conforme a sua condutividade e calor específico; e

*iii) Propriedades mecânicas:* São responsáveis por determinar a resistência da madeira a forças externas, e são determinadas através da experimentação. Para avaliação do material (madeira) pode ser feitos os seguintes ensaios: compressão normal e paralela às fibras, flexão estática, tenacidade, cisalhamento, tração paralela e normal às fibras, dureza e extração de prego. Outros fatores que afetam as propriedades mecânicas da madeira são os defeitos, densidade, umidade, temperatura, alvura e núcleo, temporada de corte e tratamento da madeira.

### 3.1.2 Madeira como material de construção

A madeira é um dos mais antigos materiais de construção utilizados pelo homem. É um material de grande abundância na natureza, de grande beleza e de larga utilização, mas muitas vezes é mal empregado, de forma intuitiva, sem um estudo prévio da espécie, trazendo uma série de problemas (BUENO, 2000).

A madeira é um material de construção viável e competitivo econômico e ecologicamente, devido as técnicas modernas de reflorestamento, e a produção industrializada, apresentando uma grande economia e o mínimo de perdas (PFEIL; PFEIL, 2003).

Diferentemente de países da América do Norte, Europa e Ásia, que na grande maioria das suas construções utilizam madeiras de reflorestamento, o Brasil ainda utiliza seus recursos florestais naturais na construção civil. No Brasil, ainda existe um preconceito muito grande com o uso da madeira na construção civil, é julgado erroneamente como um material de baixa durabilidade e qualidade duvidosa. Esse preconceito é gerado por falta de conhecimento, má utilização dos produtos, materiais de baixa qualidade e sem os tratamentos corretos, mas isso pode ser mudado com a escolha correta da espécie a ser utilizada em cada tipo de obra, com a manutenção preventiva e um tratamento adequado, prolongando a vida útil das edificações construídas em madeira (NUMAZAWA, 2009).

## 3.2 ALVENARIAS

A alvenaria pode ser descrita como um componente construído em obra, a partir da união entre tijolos ou blocos com juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso (MARTINS, 2009).

A utilização da alvenaria como técnica de construção é empregada à mais de 2000 anos, em edificações que permanecem em pé até hoje. Assim é considerada um material de grande durabilidade e grande aceitação. A simplicidade da colocação de uma pedra sobre a outra, foram aperfeiçoando os materiais e as tecnologias ao longo dos tempos (DUARTE, 1999).

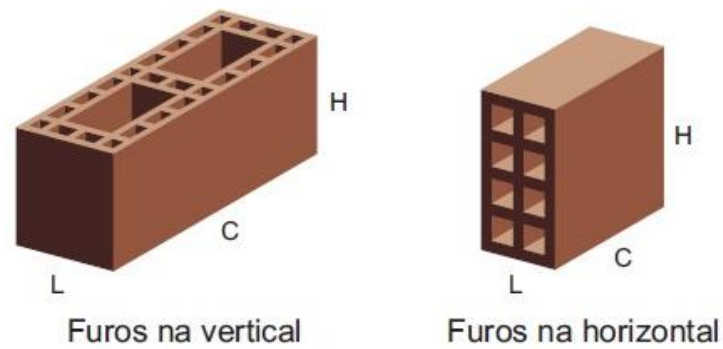
Alvenaria é toda obra construída por meio de tijolos ou blocos de concreto, que tem por objetivo oferecer resistência, durabilidade e impermeabilidade. A utilização de tijolos e blocos garante a resistência e durabilidade da edificação e a impermeabilização é garantida com a utilização de produtos específicos para cada caso. As alvenarias são classificadas como de vedação ou estrutural (AZEVEDO, 1997).

### 3.2.1 Componentes da Alvenaria

Existem três componentes utilizados para a construção em alvenaria, são eles: blocos cerâmicos e concreto, argamassa de assentamento e argamassa de revestimento.

O ingrediente básico dos blocos cerâmicos é a argila, composta de sílica, silicato de alumínio e variadas quantidades de óxidos ferrosos. A argila apropriada para a fabricação de blocos deve ter plasticidade quando misturada com água, para que possa ser moldada, deve ter resistência a tração para manter o formato correto depois de ser moldada e ser capaz de fundir as suas partículas quando queimada a altas temperaturas. Encontram-se blocos com resistências baixas, em torno de 3 MPA, e com resistências elevadas, que podem atingir mais de 100 MPA (RICHTER, 2007).

Os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação devem atender a norma NBR 15270:2005, que determina os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis (THOMAZ *et al*, 2009). Considera-se dois tipos de blocos, quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos, conforme ilustrado na Figura 1 e exposto na Tabela 2.



**Figura 1 – Tipos de furos nos blocos**  
**Fonte: Código de práticas (2009).**

**Tabela 2 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação.**

L x H x C	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)		
			Bloco	½ Bloco	
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9	
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5	
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9	
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5	
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14	
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M				24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M				29	14
(1) M x (2) M x (4) M				39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5	
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9	
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14	
(5/4) M x (2) M x (4) M	14	19	39	19	
(3/2) M x (2) M x (2) M			19	9	
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9	
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5	
(2) M x (2) M x (3) M			29	14	
(2) M x (2) M x (4) M			39	19	
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5	
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14	
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19	

**Fonte: Código de práticas (2009).**

As características que os blocos cerâmicos de vedação devem apresentar, de acordo com a norma NBR 15270-1, são resumidas na Tabela 3.



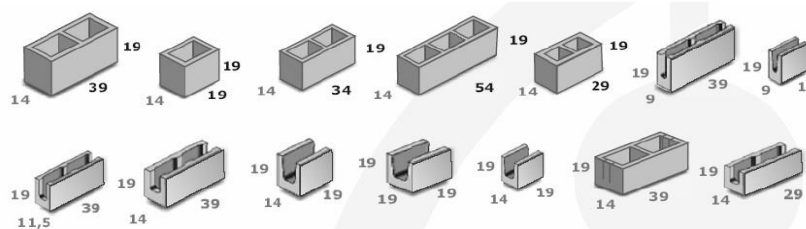
**Tabela 3 – Características dos blocos cerâmicos de vedação**

CARACTERÍSTICAS VISUAIS	NÃO APRESENTAR QUEBRAS, SUPERFÍCIES IRREGULARES OU DEFORMAÇÕES
Forma	Prisma reto
Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva	$\pm 5$ mm (largura, altura ou comprimento)
Tolerância dimensional relacionada à media das dimensões efetivas	$\pm 3$ mm (largura, altura ou comprimento)
Espessura das paredes internas dos blocos	$\geq 6$ mm
Espessura das paredes externas dos blocos	$\geq 7$ mm
Desvio em relação ao esquadro	$\leq 3$ mm
Planeza das faces	Flecha $\leq 3$ mm
Resistência à compressão (área bruta)	$\geq 1,5$ MPa (para furos na horizontal) $\geq 3,0$ MPa (para furos na vertical)
Índice de absorção de água (AA)	$8\% \leq AA \leq 22\%$

Fonte: Código de práticas (2009).

Além dos blocos cerâmicos, as alvenarias podem empregar blocos de concreto que foram utilizados inicialmente logo após o surgimento do cimento Portland, quando se começou a produzir unidades grandes e maciças de concreto. A matéria prima usada na fabricação dos blocos de concreto, são a mistura de cimento, agregados (areia e brita) e água. A mistura é utilizada em uma máquina de moldar, e através da combinação de pressão e vibração, se produz os blocos. A cura dos blocos é produzida através do aquecimento dos blocos, no intuito de acelerá-la. Os processos de fabricação e cura dos blocos devem ter a obtenção de um concreto compacto (*slump*=zero) e homogêneo. (RICHTER, 2007).

Os blocos apresentam resistência a compressão de 4.5 a 12 MPA, chegando a casos especiais com resistências de até 20 MPA. Para uso estrutural os blocos de concreto devem apresentar resistência mínima de 4.5 MPA (RICHTER, 2007).



**Figura 2 – Tipos de blocos de concreto**

Fonte: Richter (2007).

A argamassa de assentamento é um item muito importante, pois tem a responsabilidade de distribuir toda a carga para os blocos que nela estão ligados, assim ela torna-se a emenda entre os componentes, tendo que suportar a carga solicitada e unir os componentes (PASTRO, 2007).

Para o assentamento dos blocos, recomenda-se o uso de argamassas mistas, compostas por cimento e cal hidratada. A argamassa utilizada para o assentamento pode ser industrializada ou preparada em obra e devem atender os requisitos da norma NBR 13281:2005 (THOMAZ *et al*, 2009).

Por fim, a argamassa de revestimento é utilizada para revestir paredes, muros e tetos, os quais geralmente recebem acabamentos como pintura, revestimentos cerâmicos, laminados, etc. De acordo com ISAIA (2007), as camadas de revestimento se dividem em:

*i) Chapisco*: Primeira camada de argamassa aplicada no revestimento e fica diretamente em contato com os tijolos. A finalidade do chapisco é promover a aderência do emboço, evitando que o mesmo se solte;

*ii) Emboço*: Segunda camada, será sobreposta sobre o chapisco e é composto, basicamente de areia, cimento, cal e água. O emboço tem a finalidade de regularização da superfície, não devendo ser superior a 2 cm; e

*iii) Reboco*: Última camada de argamassa no processo de acabamento da obra. É a camada mais fina e leve, cuja função básica é dar um melhor visual, mas também uma superfície mais adequada para receber a pintura.

### 3.2.2 Custos e produtividade

Os principais responsáveis pelo aumento dos custos e baixa produtiva são as atividades de fluxo que não agregam valor e consomem grande quantidade de tempo no processo produtivo (KOSKELA, 1992).

Na construção civil convencional não é realizado um planejamento prévio da execução, resultando em frequentes interrupções do trabalho na obra, assim como a falta de detalhamento e planejamento que condizem com a realidade da obra pode causar uma série de patologias, improdutividade e desperdício de materiais (FARAH, 1996 apud VIVAN, PALIARI e NOVAES, 2010).

Para obter o custo do metro quadrado de alvenaria, utiliza-se a Tabela do Sistema Nacional de Pesquisas e Custos e Índices (SINAPI), que é indicado pelo decreto do governo federal 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração de orçamento de referência de obras e serviços de engenharia (CAIXA, 2017). A partir desta Tabela 4 se obtém os custos de cada insumo necessário para a composição da alvenaria.

**Tabela 4 - Insumos necessários para a composição da alvenaria**

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
7267	Bloco cerâmico de vedação 6 furos – 9x14x19	UM	R\$ 0,27
1379	Cimento Portland composto CP-II – 32	KG	R\$ 0,47
1106	Cal Hidratada CH-I para argamassas	KG	R\$ 0,28
370	Areia média – Posto Jazida – Sem frete	M <sup>3</sup>	R\$ 57,50

Fonte: Sinapi (2016).

Para os fatores de produtividade e custo final para o sistema construtivo em alvenaria, os dados também foram obtidos na Tabela SINAPI. As Tabelas 5, 6, 7 e 8 mostram a quantidade de insumos necessários para a produção e o preço final.

**Tabela 5 – Assentamento de tijolos para 1m<sup>2</sup>**

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
88309	Pedreiro com encargos	h	19,32	1,2	23,18
88316	Servente com encargos	h	15,25	1,2	18,3
7267	Bloco cerâmico de vedação 6 furos – 9x14x19	un.	0,27	31	8,31
88631	Argamassa cimento/areia 1:4 Preparo manual	m <sup>3</sup>	372,22	0,014	5,21

Fonte: Sinapi (2016).

**Tabela 6 – Argamassa de revestimento e= 2,5 cm para 1m<sup>2</sup>**

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
88309	Pedreiro com encargos	h	19,32	0,7	13,52
88316	Servente com encargos	m <sup>3</sup>	15,25	0,7	10,67
87369	Argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia sem peneirar – Preparo manual	kg	358,94	0,025	8,97

Fonte: Sinapi (2016).

**Tabela 7 – Insumos para composição da argamassa de assentamento 1:4 (cimento/areia) para 1m<sup>3</sup>**

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
88316	Servente com encargos	h	15,25	10	152,50
370	Areia média – Posto Jazida – Sem frete	m <sup>3</sup>	57,50	1,216	69,92
87369	Cimento Portland composto CP-II – 32	kg	0,47	365	171,55

Fonte: Sinapi (2016).

**Tabela 8 – Insumos para composição da argamassa 1:2:8 (cimento/cal/areia) para 1m<sup>3</sup>.**

CÓDIGO SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
88316	Servente com encargos	H	15,25	10	152,50
370	Areia média – Posto Jazida – Sem frete	M <sup>3</sup>	57,50	1,216	69,92
1106	Cal Hidratada CH-I para argamassas	KG	0,28	182	50,96
87369	Cimento Portland composto CP-II – 32	KG	0,47	182	85,54

Fonte: Sinapi (2016).

A Tabela 9 mostra a produtividade da mão de obra necessária para a construção de uma parede em alvenaria segundo o TCPO.

**Tabela 9 – Produtividade em horas homem por metro quadrado.**

<b>PRODUTIVIDADE DO PEDREIRO (HH/M<sup>2</sup>)</b>		
Minimo = 0,51	Médio = 0,64	Máximo = 0,74
<b>PRODUTIVIDADE DO SERVENTE (HH/M<sup>2</sup>)</b>		
Minimo = 0,31	Médio = 0,38	Máximo = 0,44

Fonte: Tcpo (2010).

### 3.2.3 Impacto ambiental da alvenaria

Para avaliar o impacto ambiental da alvenaria são analisados os insumos utilizados e os seus respectivos impactos.

O bloco cerâmico apresenta um processo de produção dividido em etapas, sendo que cada uma dessas apresenta um impacto (NUNES, 2012), conforme mostra a Tabela 10

**Tabela 10 – Etapas do processo produtivo de tijolos, blocos e telhas cerâmicas e seus aspectos e impactos ambientais considerados.**

<b>ETAPA</b>	<b>MATERIAIS USADOS</b>	<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>
Extração	Recursos humanos Retro escavadeira Caminhões Combustível Fóssil Recursos Naturais	Resíduos de solos oriundos da extração
Secagem	Gás natural ou GLP Recursos Humanos	Emissões atmosféricas Resíduos sólidos
Queima	Gás natural ou GLP Recursos Humanos	Emissões atmosféricas Resíduos sólidos oriundos de peças quebradiças Calor
Produto Final	Recursos Humanos Recursos Naturais Energia	Resíduos sólidos oriundos de peças quebradiças e embalagens
Expedição	Combustível Fóssil	Emissões atmosféricas

Fonte: Nunes (2012).

O próximo componente é o cimento, que é a mistura de clínquer e gesso (DEEKE, 2009). Na produção do cimento, a extração e a queima geram grandes impactos. A extração ocorre em jazidas de calcário, para a explosão das rochas são usados explosivos. O outro processo impactante é a extração da argila, que muda o ecossistema local. Na produção do clínquer, os materiais são colocados em fornos, nesse processo são liberados gases na atmosfera, derivados de vários tipos de resíduos (SANTOS, 2013).

Outro componente é a cal, que é utilizada na argamassa com o objetivo de dar maior plasticidade, permitindo uma melhor trabalhabilidade e maior produtividade na execução do

revestimento (SILVA, 2006). O processo de fabricação da cal causa grande impacto, pela extração das rochas calcárias, e depois para a produção da cal virgem, é necessário a desidratação das rochas através do seu aquecimento a altas temperaturas, liberando diversos gases na atmosfera (CONDEIXA, 2013).

O último componente é a areia, que tem grande impacto no meio ambiente, pois é considerada um recurso não renovável, porque para sua formação é necessário um grande período de tempo (SANTOS, 2013). A extração da areia é feita em leito de rios, provocando a retirada da cobertura vegetal e a degradação dos cursos d'água (SILVA, 2008).

### 3.3 SISTEMA *WOOD FRAME*

O sistema construtivo *Wood frame* tem origem norte americana, e está relacionado com construção rápida. O crescimento do uso do sistema *Wood frame*, se dá pela industrialização no ramo da construção civil, redução de prazos e conseqüentemente a redução de custos. O sistema busca transformar a construção industrializada, podendo mostrar que é possível construir sem desperdício, com qualidade e rapidez (GARCIA *et al*, 2014).

A madeira é um material ambientalmente sustentável, é considerado um material de construção reciclável, renovável e biodegradável. Por causa da sua grande abundância e características, a madeira sempre foi um material de construção utilizado pelo ser humano, A madeira em relação a outros materiais como plásticos, metais, compostos de cimento, etc, é considerada um material ecológico, por não impactar o meio ambiente durante seu ciclo de vida (MARQUES, 2008).

#### 3.3.1 Componentes usados no sistema *Wood frame*

O sistema *Wood frame* contém 7 componentes que devem ser considerados: fundações, pisos, paredes, instalações elétricas e hidráulicas, revestimentos e cobertura. Esses componentes serão descritos nas próximas sessões.

### 3.3.1.1 Fundações

O tipo de fundação deve ser escolhido de acordo com as cargas especificadas no projeto e o tipo de solo existente. A solução mais comum para este sistema construtivo é o radier. Outra alternativa é o uso de sapata corrida, devido a estrutura ser bastante leve, com carga distribuída ao longo das paredes (FARIA, 2008).

### 3.3.1.2 Piso

No primeiro pavimento, aplicam-se técnicas tradicionais de alvenaria, já nos pavimentos superiores, são utilizados *decks*, construídos por chapas de *Oriented Strand Board* (OSB) ou de compensado apoiadas sobre vigas de madeira com seções retangulares ou I, proporcionando pisos leves e eficientes, resistentes aos esforços de flexão. Sobre o *deck* podem ser utilizados revestimentos de carpete ou piso cerâmico, é utilizada manta intermediária para garantir a isolamento acústica, e a chapa OSB funciona como contrapiso (MOLINA; JUNIOR, 2010).

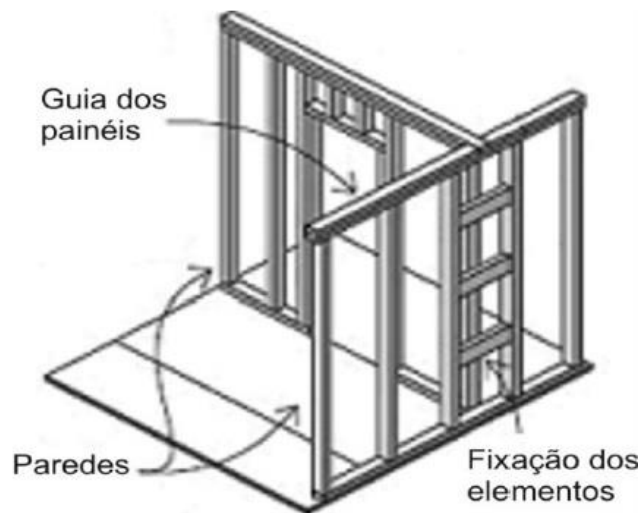
Nas áreas úmidas, são utilizadas chapas cimentícias coladas diretamente sobre o OSB, e sobre as chapas cimentícias é aplicada impermeabilização acrílica impermeável. Em alguns casos são utilizados chapas de compensado naval (TECHNE, 2009).



**Figura 3 – Piso pavimento superior**  
**Fonte: Jular madeiras (2017).**

### 3.3.1.3 Paredes

As paredes são compostas por montantes verticais de madeira, dispostos com painéis OSB ou compensado. As ligações entre os montantes e os painéis, são realizadas com pregos, sendo que estes devem ser galvanizados, pois deverão ter vida longa de serviço. O sistema *Wood frame* tem grande capacidade de resistir aos esforços do vento, devido a rigidez das paredes e pisos nos seus planos. O comportamento estrutural do *wood frame* é superior aos da alvenaria estrutural, em peso, resistência, conforto térmico e acústico (MOLINA; JUNIOR, 2010).



**Figura 4 – Fixação entre painéis**  
**Fonte: Molina e Junior (2010).**

### 3.3.1.4 Instalações Elétricas e Hidráulicas

As instalações são semelhantes ao da construção convencional, mas comparando com a alvenaria, o uso das paredes do sistema *Wood frame*, agregam praticidade e agilidade à construção, pois são embutidas nos vãos internos da parede, enquanto na alvenaria necessita-se rasgar a parede pronta para passar as tubulações elétricas e hidráulicas. (VASQUEZ; PIZZO, 2014).



**Figura 5 – Instalação hidráulica**  
Fonte: Globalplac (2017).



**Figura 6 – Instalação elétrica**  
Fonte: Atos arquitetura (2017).

### 3.3.1.5 Revestimentos

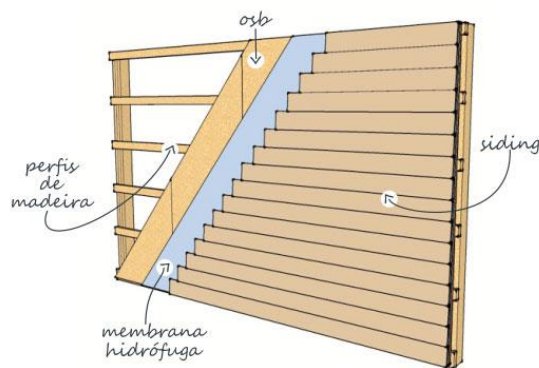
Os revestimentos são usados tanto dentro quanto fora da residência. As paredes externas podem ser revestidas com *sidings* metálicos, madeira e PVC, que são especificamente projetadas para o sistema, também podem ser revestidos com placas cimentícias, tijolos aparentes e argamassa armada. Nas áreas molhadas, banheiro e cozinha, são utilizadas placas cimentícias com selador acrílico anti-fungo. Para garantir o desempenho térmico e acústico, podem ser utilizadas mantas de lã de vidro ou rocha no interior dos painéis *Wood frame* (MOLINA; JUNIOR, 2010).





**Figura 7 – Revestimento externo, Membrana hidrófuga abaixo do revestimento siding vinílico**

Fonte: Globalplac, 2017.



**Figura 8 – Revestimento siding**

Fonte: Globalplac, 2017.

### 3.3.1.6 Telhado

Nas paredes do ultimo piso, são colocadas treliças industrializadas de madeira fixadas com conectores chapas de dentes estampados. Por ser uma estrutura leve de cobertura, há um alívio das cargas nos nós das treliças, diminuindo o espaçamento entre elas, dependendo do tipo de telha utilizada, pode variar entre 60cm e 120cm. Os tipos de telhas utilizados podem ser as *shingle*, cerâmicas, metálicas e fibrocimento (VASQUES; PIZZO, 2014).



**Figura 9 – Estrutura do telhado Wood frame.**

Fonte: Globalplac (2017).

### 3.3.1.7 Madeira utilizada

No Brasil, geralmente a madeira utilizada no sistema *wood frame* é a de *Pinus elliottii*, por ser conífera é mais leve, não apresenta cerne e o lenho é permeável ao receber tratamento, o que não ocorre com o eucalipto, que é da família das folhosas. O tratamento mais adequado para o *Wood frame*, é feito em autoclave com produtos hidrossolúveis, que torna a madeira imune ao ataque de fungos e cupins (MOLINA; JUNIOR, 2010).

### 3.3.2 Custo e produtividade do sistema *Wood frame*

O sistema *wood frame* é um sistema com vocação para industrialização, apresentando maior controle de produção, custo e melhor distribuição dos materiais, resultado em menos perdas (MOLINA, 2010). O custo dos materiais utilizados neste sistema é pouco superior ao do sistema convencional, porém, como este funciona com os princípios da manutenção enxuta, utilizam-se menores quantidades de materiais, espaço e mão de obra, e obtêm-se maior produção e qualidade (WOMACK et al, 1992).

Para a estimativa de custo deste sistema, deve-se levar em consideração os seguintes materiais: montantes (4x9)cm, travessas (4x9)cm, chapas OSB parede 12mm (119,7x271)cm, gesso acartonado 12mm (119x 271,7), conforme mostra a Tabela 11.

**Tabela 11 – Custos dos insumos para a composição de um painel em *Wood frame*.**

MATERIAL	QUANTIDADE	UNIDADE	PREÇO (R\$)	UNIDADE	PREÇO TOTAL (R\$)
Montante 4cm x 9 cm	10,87	M	5,50	M	59,77
Travessa 4cm x 9cm	2,40	M	5,50	M	13,17
Chapa OSB parede 12 mm 119,7cm x 240cm	1	UN	11,90	M <sup>2</sup>	38,70
Gesso acartonado 12 mm 119cm x 240 cm	1	UN	9,50	M <sup>2</sup>	30,90

Fonte: Espindola (2010).

### 3.3.3 Impactos ambientais do sistema *Wood frame*

Para avaliar o impacto ambiental causado pelo sistema construtivo *Wood frame*, são analisados os componentes individualmente.

O primeiro componente a ser verificado é a placa cimentícia. As placas são compostas de uma mistura de cimento Portland, fibras de celulose e agregados. A produção das placas é industrial e o impacto gerado é devido principalmente ao cimento (GOMES, 2007).

O próximo componente a ser verificado é a chapa OSB, são compostas por várias camadas de tiras de madeira (três a cinco), colocadas perpendicularmente uma sobre a outra, aumentando a rigidez e a estabilidade das chapas (SANTOS, 2013). O processo de produção do OSB é grande parte industrializado, mas o seu maior impacto gerado é na extração da matéria prima. Como a matéria prima geralmente vem de florestas plantadas, o impacto gerado é reduzido (MONCH, 2012).

O terceiro componente é a chapa de gesso acartonado. O seu processo também é industrializado, e são chapas compostas por gesso, água e aditivos, revestidos com laminas de cartão, que dão ao gesso resistência a tração e flexão (FREITAS; CRASTO, 2006). O impacto ambiental gerado na produção das chapas, começa na extração da gipsita, minério de cálcio hidratado. Após a extração do minério vai para a indústria onde é realizado a calcinação, que transforma a gipsita em gesso, depois o gesso é misturado com aditivos e colocado as laminas de cartão, por último o material é endurecido e cortado (MUNHOZ; RENOFIO, 2007).

O quarto material é a lã de rocha, usada no isolamento interno, que tem seu processo de fabricação iniciado com a extração do basalto, sua principal matéria prima. O basalto é aquecido entre 1400 e 1500 °C, depois de fundido, formam-se fibras, que são pulverizadas com aglutinantes, formando uma camada de lã mineral, curado em estufa e moldado de acordo com as dimensões desejadas (BRESSA, 2010).

O último componente a ser verificado é a madeira. No Brasil a madeira utilizada no sistema *wood frame* é do gênero *Pinus*, principalmente as espécies *elliottii* e *taeda*. Por ser uma espécie exótica, o seu cultivo pode causar grandes impactos na biodiversidade local (SANTOS, 2013).

### 3.4 CONFORTO TÉRMICO E ACÚSTICO

O conceito de conforto está relacionado com o bem-estar dos seres humanos mediante as condições do dia a dia, independente da atividade e/ou local em que se encontra (RUAS, 1999). Desta forma, é importante considerar o conforto térmico e acústico na construção civil, conforme se descreve a seguir.

O conforto acústico ocorre quando existe um mínimo esforço fisiológico em relação ao som para realizar determinada atividade. Este conforto apresenta as seguintes variáveis principais: entorno (tráfego), arquitetura, clima (ventilação e pluviosidade), e orientação/implantação (materiais e mobiliário) (VIANNA; RAMOS, 2005).

Dentre todas as variáveis, o ruído é o principal componente que interfere no conforto acústico, sendo definido como um estímulo auditivo que não contém informações úteis para a tarefa em execução (JUNIOR; GERONAZZO; BETIM, 2013).

As propriedades acústicas estão presentes em toda a natureza, e o tipo de material utilizado no isolamento é quem determina a capacidade de absorção de energia sonora, visto que esse é determinado em função do que se pretende realizar, ou seja, corrigir, reduzir ou eliminar o ruído (NAKAMURA, 2006).

Em outras palavras, o isolamento acústico é definido como a capacidade que um dado material tem ou não para bloquear a passagem do som ou ruído entre ambientes diferentes e está diretamente relacionado com a capacidade que um dado material ou elemento tem para amortecer e dissipar a energia sonora (FLEX2000, 2012).

De acordo com Catai, Penteado e Dalbello (2006), os materiais utilizados para o isolamento acústico são classificados conforme segue:

- i) Materiais convencionais:* Materiais de vedação de uso comum dentro da construção civil, como os blocos cerâmicos, bloco de concreto/concreto celular, bloco de sílica calcária, madeira e vidro.
- ii) Materiais não convencionais:* Materiais desenvolvidos especialmente para isolar acusticamente diferentes ambientes, como a lã de vidro, lã de rocha, vermiculita, espumas elastoméricas e fibra de coco.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) possui resoluções referentes ao ruído, como é o caso da Resolução CONAMA nº 001/90, que está relacionada à emissão de

ruídos de quaisquer atividades com a saúde e sossego público, sendo estabelecidos os critérios nas diretrizes da NBR 10151/2000 e NBR 10152/1987 (JUNIOR; GERONAZZO; BETIM, 2013).

Os valores padrões estabelecidos pelas normas citadas anteriormente estão presentes nas Tabelas 12 e 13.

**Tabela 12 – Nível de aceitação segundo a NBR 10152/1987.**

TIPOS DE ÁREAS	AMBIENTES EXTERNOS		AMBIENTES INTERNOS			
	DIURNO	NOTURNO	DIURNO		NOTURNO	
			Janela Aberta	Janela Fechada	Janela Aberta	Janela Fechada
Área estritamente residencial urbana ou de hospital ou de escolas, (dB(A)).	50	45	40	35	35	30
Áreas mistas, predominantemente residenciais, (dB(A))	55	50	45	40	40	35
Áreas mistas, com vocação comercial e administrativa, (dB(A)).	60	55	50	45	45	40

Fonte: ABNT (1987).

**Tabela 13 – Nível critério de aceitação para ambientes externos segundo NBR 10151/2000.**

TIPOS DE ÁREAS	RUÍDO DIURNO, (DB(A))	RUÍDO EXTERNO, (DB(A))
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana.	50	45
Área mista, predominantemente residencial.	55	50
Área mista com vocação comercial.	60	55
Área mista com vocação recreacional.	65	55
Área predominantemente industrial.	70	60

Fonte: ABNT (2000).

O conceito de conforto térmico consiste no estado mental que estimula a satisfação do homem com o ambiente térmico no qual se faz presente. A sensação de desconforto pode ser causada pelo calor ou frio, ou seja, quando não existe um balanço térmico estável no ambiente (DUARTE, 2016).

Em edificações habitacionais, o desempenho térmico dependerá da região em que a obra está localizada e suas características bioclimáticas, além de uma interação entre fachada, cobertura e piso (JUNIOR; GERONAZZO; BETIM, 2013).

As zonas bioclimáticas brasileiras são divididas conforme ilustra a Figura 10, e os critérios de desempenho térmico estabelecidos pela NBR 15575/2013 estão presentes nas Tabelas 14 e 15.



**Figura 10 – Zoneamento bioclimático brasileiro**  
**Fonte: NBR 15575 (2013).**

**Tabela 14 – Valores máximos de temperatura permitidos no verão.**

NÍVEL DE DESEMPENHO	CRITÉRIO	
	ZONAS 1 A 7	ZONA 8
M	Ti máx. ≤ Te máx.	Ti máx. ≤ Te máx.
I	Ti máx. ≤ (Te máx. – 2 °C)	Ti máx. ≤ (Te máx. – 1 °C)
S	Ti máx. ≤ (Te máx. – 4 °C)	Ti máx. ≤ (Te máx. – 2 °C)

Legenda:

Ti máx.: valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação;

Te máx.: valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação.

**Fonte: NBR 15575 (2013).**

**Tabela 15 – Valores mínimos de temperatura permitidos no inverno.**

NÍVEL DE DESEMPENHO	CRITÉRIO	
	ZONAS 1 A 5	ZONAS 6, 7 E 8
M	Ti min. ≥ (Te min. + 3 °C)	
I	Ti min. ≥ (Te min. + 5 °C)	
S	Ti min. ≥ (Te min. + 7 °C)	

Legenda:

Ti min.: valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação;

Te min.: valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação.

**Fonte: NBR 15575 (2013).**

As variáveis de conforto térmico são classificadas de duas maneiras distintas, sendo elas, variáveis humanas e ambientais. As variáveis humanas são aquelas relacionadas ao metabolismo gerado pela atividade física e a resistência térmica de vestimentas. Já as variáveis ambientais consistem na temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade relativa do ar (DUARTE, 2016).

Para a medição do desempenho térmico, são levados em consideração essas variáveis, visto que a norma da ABNT NBR 15575:2013 estabelece procedimentos para avaliação da adequação de habitações (JUNIOR; GERONAZZO; BETIM, 2013), conforme segue:

- i)* Verificação do atendimento aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas, nos sistemas de vedação e para os sistemas de cobertura estabelecidos pela NBR 15575:2013;
- ii)* Simulação computacional do desempenho térmico para verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos pela NBR 15575:2013;
- iii)* Verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15575:2013, a partir de medições em edificações ou protótipos construídos.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são descritos os métodos pelos quais esta pesquisa foi desenvolvida, bem como o tipo e a técnica de pesquisa utilizada.

### 4.1 MÉTODO DE ABORDAGEM

A pesquisa classifica-se quanto ao método de abordagem como quantitativo-qualitativo. É classificada como quantitativa, pois foi realizada uma estimativa de custos dos sistemas construtivos e pesquisas de níveis de temperatura e ruído de casas de habitação social, e qualitativa devido à análise posterior dos resultados.

### 4.2 TIPOS DE PESQUISA

#### 4.2.1 Quanto aos fins

Quanto aos fins, a pesquisa classifica-se como exploratória, que segundo Gil (2007), este tipo de pesquisa oferece maior familiaridade com o problema, sendo realizado um levantamento bibliográfico.

#### 4.2.2 Quanto aos meios

Quanto aos meios, a pesquisa classifica-se como bibliográfica e documental. Fonseca (2002) define que a pesquisa bibliográfica é realizada quando se apresenta um levantamento da literatura publicada em livros, periódicos, anais de eventos e sites de busca. Para o mesmo autor, na pesquisa documental são utilizadas tabelas estatísticas, relatórios, documentos oficiais, entre outros documentos para o desenvolvimento da pesquisa.



## 4.3 TÉCNICAS DE PESQUISA

### 4.3.1 Técnicas de coleta de dados

Para a coleta de dados de custos foram utilizados trabalhos publicados, Tabela da Sinapi e levantamentos de preços em empresas de construção. Quanto aos dados de ruído e temperatura, esses foram coletados da literatura.

### 4.3.2 Técnica de tratamento dos dados

Os dados de temperatura e ruído pesquisados foram organizados em tabelas e apresentados em gráficos, nos quais foram realizadas comparações dos valores reais do ambiente e o valor máximo e mínimo permitido.

Quando aos custos, os dados levantados foram apresentados em tabelas, identificando a quantidade de material a ser utilizado e seus respectivos custos, além de utilizar gráfico indicando o custo total dos dois sistemas construtivos e o mais viável quanto ao parâmetro analisado.

### 4.3.3 Técnicas de análise dos dados

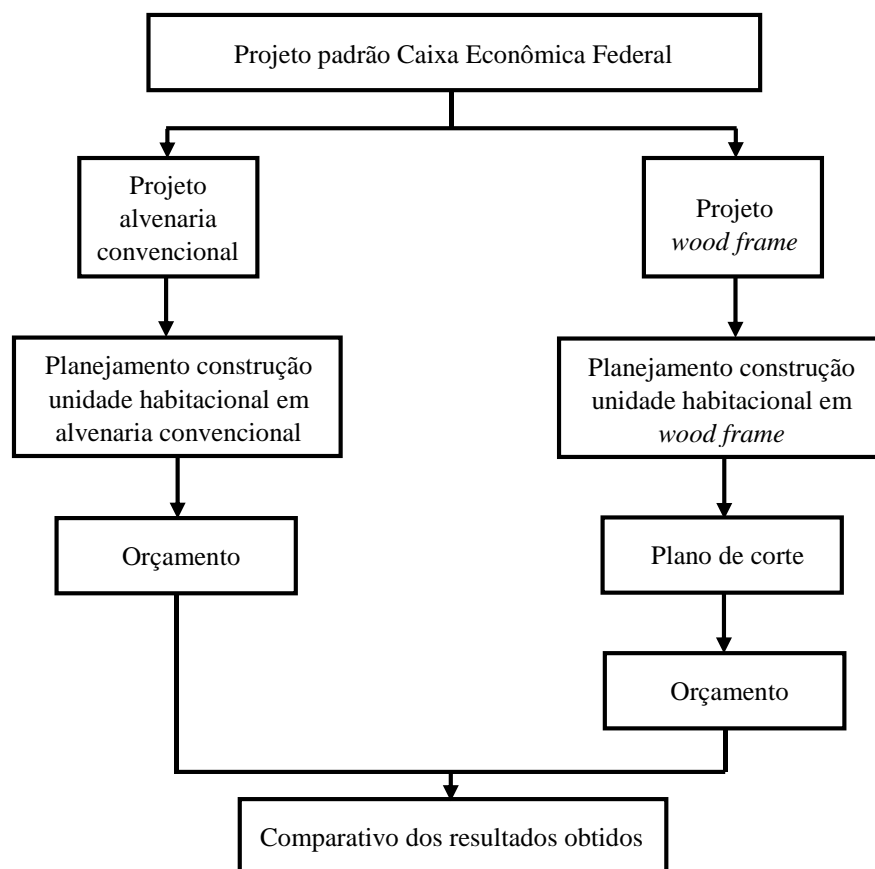
Na análise dos dados foi aplicada a técnica de análise quantitativa-qualitativa dos dados. Quantitativamente, os dados foram analisados por meio dos valores encontrados de ruído, temperatura e custos, e qualitativamente, foram realizadas análises e interpretações dos resultados obtidos.

#### 4.3.4 Instrumentos de pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado recursos de *hardware*, *softwares* que geram figuras e gráficos, planilhas eletrônicas, editor de texto e imagens do processo de produção.

## 5 COMPARATIVO DOS SISTEMAS ALVENARIA CONVENCIONAL E *WOOD FRAME* PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

Para a elaboração desse trabalho, obteve-se um projeto padrão de uma casa popular em alvenaria convencional. Baseando-se no projeto padrão, foram desenvolvidos os projetos em alvenaria convencional e *wood frame*, em seguida foram feitos os orçamentos, planos de cortes e o comparativo do conforto térmico e acústico dos dois sistemas. Na Figura 11, pode-se observar o fluxograma, que facilita a compreensão do trabalho realizado.

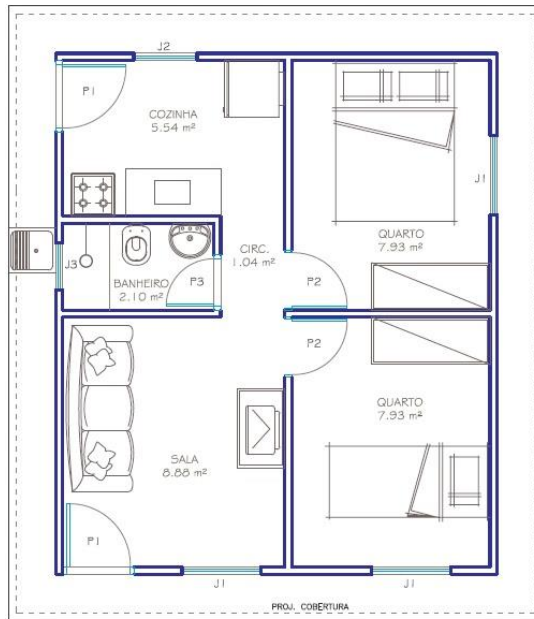


**Figura 11 – Fluxograma**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

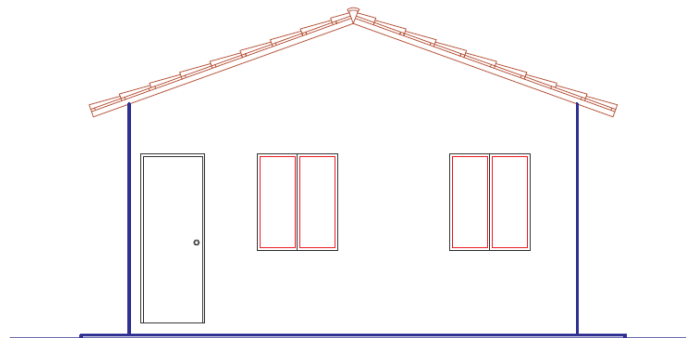
### 5.1 PROJETO PADRÃO

O projeto padrão foi obtido através do Caderno CAIXA: Projeto padrão casas populares, fornecido pela Caixa Econômica Federal, principal financiador desse tipo de moradia no Brasil. O projeto consiste em uma casa de alvenaria de 36,84 m<sup>2</sup>, com dois quartos, um banheiro, uma

sala, uma cozinha e área de serviço fora da residência, como mostram na Figura 12. Já a fachada da residência pode ser visualizada na Figura 13.



**Figura 12 - Projeto padrão**  
**Fonte: Caixa Econômica Federal.**



**Figura 13 - Fachada**  
**Fonte: Caixa Econômica Federal.**

## 5.2 READEQUAÇÃO DO PROJETO PADRÃO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL E WOOD FRAME

O projeto padrão é uma sugestão da Caixa Econômica Federal, pois cada edificação a ser construída a partir deste material atenderá a realidades distintas.

### 5.2.1 Projeto em alvenaria convencional

O projeto em alvenaria convencional seguiu a mesma distribuição dos cômodos e tamanhos do projeto padrão da caixa, sendo alterado o tipo do material utilizado, visto que no projeto padrão é especificada a execução em blocos de concreto estrutural, e para o presente trabalho foi alterado para blocos cerâmicos estruturais O projeto encontra-se no Apêndice A.

### 5.2.2 Projeto em *Wood frame*

O projeto em *Wood frame* também seguiu a mesma distribuição dos cômodos e tamanhos do projeto padrão da caixa, sendo readequado com base em informações obtidas em manuais, dissertações e trabalhos de conclusão de curso. O projeto encontra-se no Apêndice B.

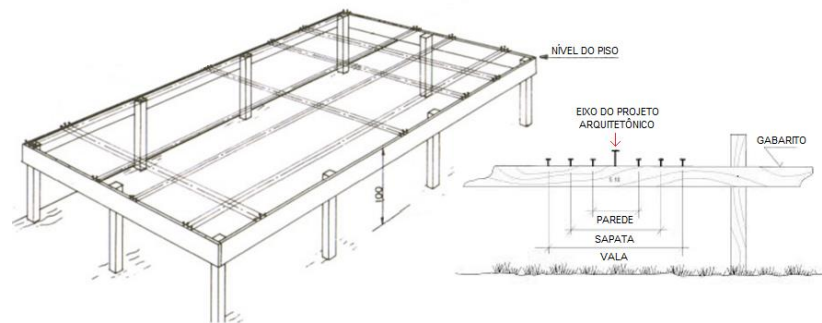
## 5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

Após readequação do projeto padrão da caixa para os sistemas de alvenaria convencional e *Wood frame*, é necessária a identificação dos serviços para na sequência realizar o orçamento e planos de corte.

### 5.3.1 Serviços Preliminares

Foram considerados como serviços preliminares, a vistoria da área da obra, limpeza do terreno e locação da obra. As edificações não deverão ser construídas sobre aterros e solos que não apresentem condições mínimas exigíveis de suporte para a obra. Para este trabalho, considerou-se um terreno plano e sem necessidade de movimentação de terra.

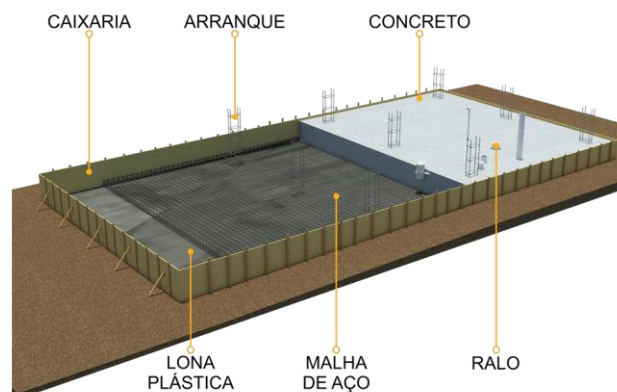
Na locação da obra será considerado um gabarito de madeira nas dimensões de projeto, conforme exemplifica a Figura 14.



**Figura 14 - Locação de obra**  
**Fonte: Paz (2018).**

### 5.3.2 Fundação

Por se tratarem de obras de pequeno porte, e o *wood frame* ser um sistema de construção leve e seus esforços não exigirem muito da fundação, optou-se pela fundação do tipo radier, conforme Figura 15.

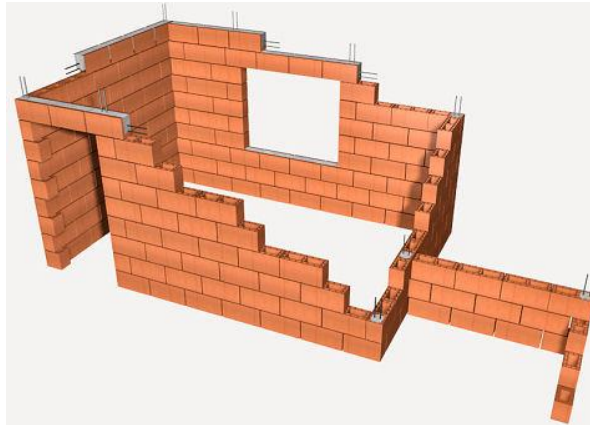


**Figura 15 - Fundação radier**  
**Fonte: Pereira (2018).**

Esse sistema de fundação apresenta vantagens como baixo custo e rapidez na execução, além da redução de mão de obra comparada com outros tipos de fundação superficiais ou rasas (PEREIRA, 2018).

### 5.3.3 Estrutura

Após a execução da fundação, inicia-se a etapa da montagem da estrutura em blocos cerâmicos estruturais (14x19x39cm), conforme Figura 16.

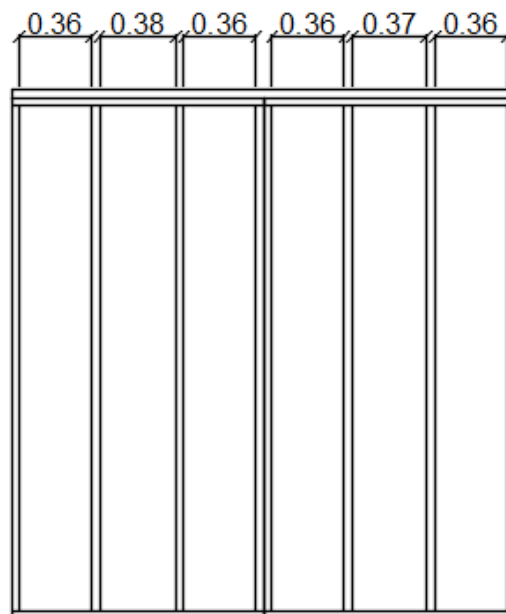


**Figura 16 - Blocos cerâmicos estruturais**  
**Fonte: Software para engenharia e construção (2018).**

A alvenaria será executada diretamente em cima da fundação, não sendo necessário executar vigas e pilares, somente uma cinta de amarração no final da alvenaria. A cobertura será executada com tesouras de madeira e telhamento em telhas cerâmicas.

Após levantar a alvenaria, executa-se o chapisco e massa única nas paredes interna e externa.

Na concepção do projeto em *wood frame*, considerou-se a madeira pinus nos painéis e treliças da cobertura, com seção 4x9cm (referente ao padrão americano 2"x4"), e seção 2,5x5cm para as ripas. Quanto aos montantes dos painéis, foi considerado os espaçamentos de no máximo 45cm, conforme figura 17, e as treliças 70cm.

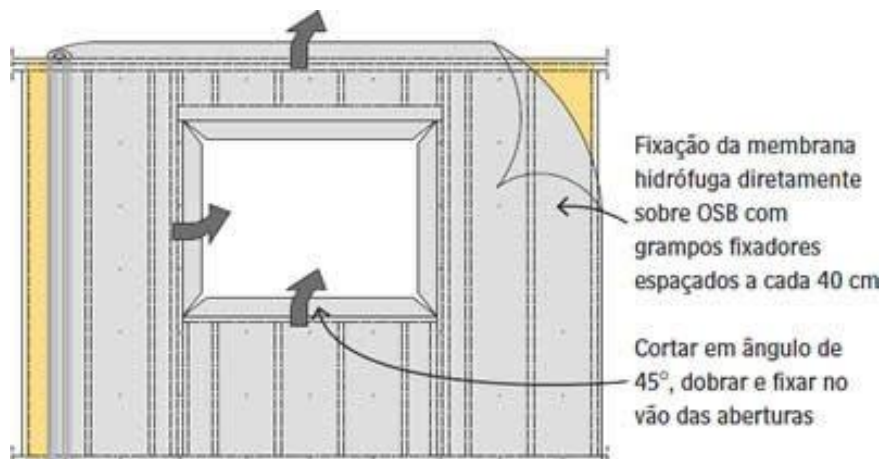


**Figura 17 - Espaçamento dos montantes**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Na montagem das estruturas dos painéis, considerou-se que as mesmas foram desenvolvidas fora do canteiro e depois transportadas até a obra, para serem instaladas. Como o processo construtivo é industrializado, otimiza-se o tempo, pois podem ser feitas mais de uma etapa ao mesmo tempo, neste caso enquanto é executada as fundações, os painéis e tesouras são fabricados em outro lugar.

#### 5.3.4 Impermeabilização

Após a montagem e fixação dos painéis, a próxima etapa consiste na impermeabilização da estrutura *wood frame* utilizando membrana hidrófuga. Esta membrana envolve toda a estrutura da edificação, conforme Figura 18.

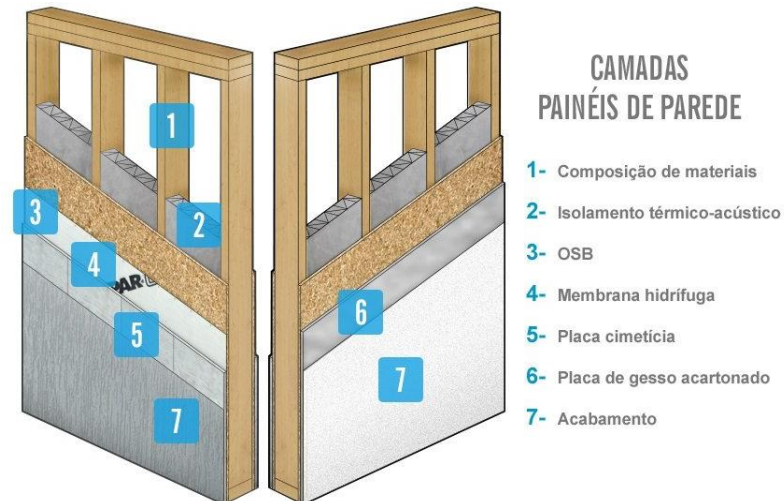


**Figura 18 - Impermeabilização da estrutura *wood frame* com membrana hidrófuga**  
 Fonte: Loturco (2014).

#### 5.3.5 Isolamento termoacústico

Para realizar o isolamento termoacústico no sistema *wood frame* foi considerada a lã de vidro, conforme Figura 19, que devido suas propriedades físicas e químicas, é um dos mais tradicionais isolantes térmicos usados no mundo.

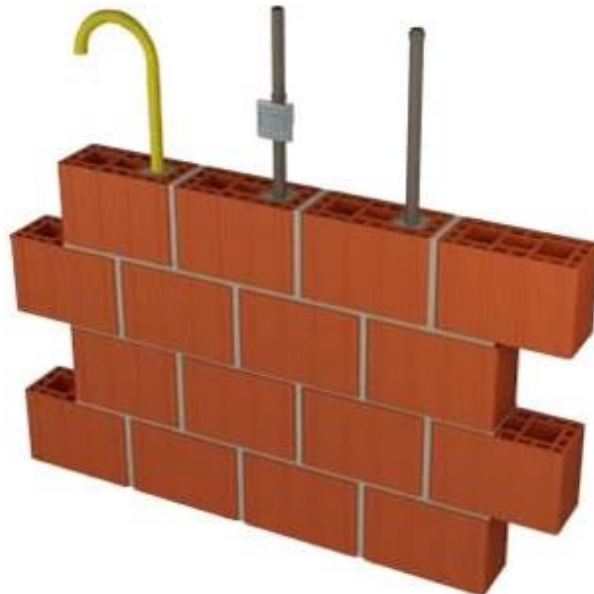




**Figura 19 - Isolamento termoacústico no sistema wood frame**  
**Fonte: Tecverde (2017).**

### 5.3.6 Instalações elétricas e hidrossanitárias

Os serviços de instalações elétricas e hidrossanitárias para o sistema alvenaria e *wood frame* seguem o mesmo padrão. A passagem das tubulações na alvenaria é realizado por dentro dos blocos, conforme Figura 20 e para a passagem das tubulações no *wood frame* são realizadas aberturas nos montantes e travessas dos painéis, conforme Figura 21.



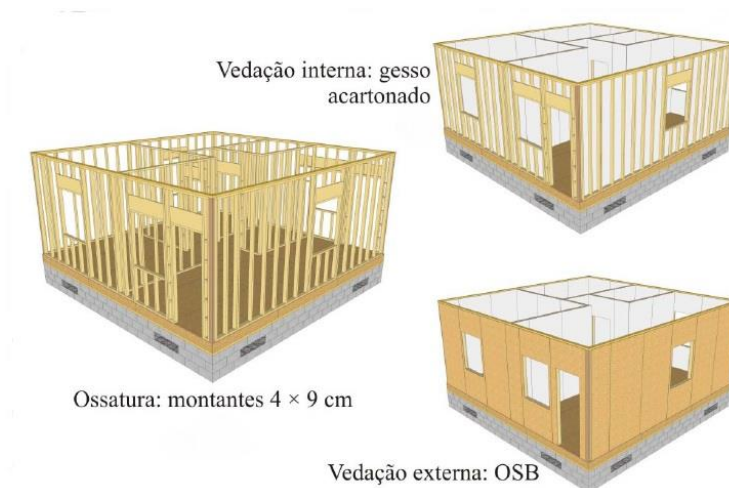
**Figura 20 - Passagem das tubulações na alvenaria**  
**Fonte: Cerâmica Roque (2018).**



**Figura 21 - Passagem das tubulações no *wood frame***  
**Fonte: Condomínios fechados residenciais (2018).**

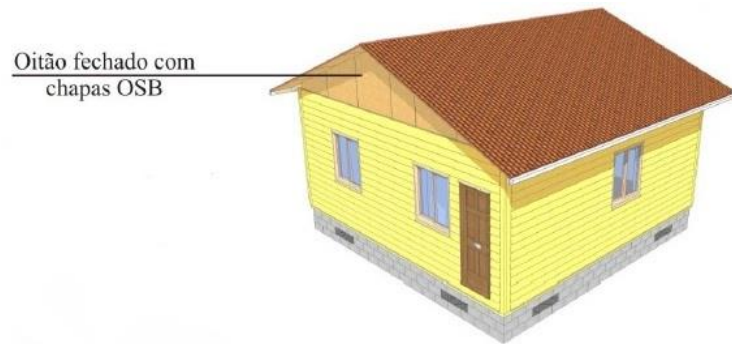
### 5.3.7 Fechamento

Para o fechamento dos painéis no sistema *wood frame*, foi adotado placas OSB 9,5mm para o revestimento externo, e placas cimentícias 8mm para o revestimento interno, conforme Figura 22. As placas OSB e cimentícia também serviram como contraventamento da estrutura.



**Figura 22 - Fechamento dos painéis no sistema *wood frame***  
**Fonte: Espindola (2010).**

As chapas OSB também foram consideradas para o contraventamento dos oitões, que acompanham a inclinação do telhado, conforme Figura 23.



**Figura 23 - Contraventamento dos oitões**  
**Fonte: Espindola (2010).**

### 5.3.8 Esquadrias

As esquadrias do sistema alvenaria convencional e *wood frame* seguiram o mesmo padrão, e estão especificadas no orçamento.

### 5.3.9 Revestimentos

Para o revestimento externo de ambos os sistemas, foi adotada a pintura nas paredes e telhas cerâmicas na alvenaria e telha fibrocimento no *wood frame*. Na parte interna da residência foram considerados azulejos nas paredes do banheiro em toda a sua extensão, em uma parede da cozinha e na parede da lavanderia foram considerados azulejos até a altura de 1,3m, e nas demais paredes foram aplicadas a pintura. Para o piso, foi considerado o cerâmico em toda a residência.

### 5.3.10 Cobertura

Para a cobertura do sistema em alvenaria convencional, foi adotada 3 tesouras em madeira, fabricada de acordo com as especificações da tabela SINAPI, para telhas cerâmicas. No sistema *wood frame* foi adotado 10 tesouras pré-fabricadas em madeira, para telhas de fibrocimento.

### 5.3.11 Limpeza final da obra

Como último serviço de ambos os sistemas construtivos, têm-se a limpeza final da residência e entrega do imóvel.

## 5.4 PLANEJAMENTO

Após readequação dos projetos em alvenaria convencional e *wood frame* e os serviços identificados, faz-se o planejamento da obra. Para isso, foram utilizadas as planilhas SINAPI, que servem de base para licitações de obras públicas no estado do Paraná, a fim de estimar os custos de cada etapa da obra.

### 5.4.1 Orçamentos

Os orçamentos para os sistemas alvenaria convencional e *wood frame*, foram elaborados com base nas planilhas SINAPI, já citado anteriormente, sendo que para alguns custos do sistema *wood frame* foram utilizados valores de mercado, pois não constavam na planilha. Estes custos levam em consideração o material e a mão de obra necessária para a construção de cada residência.

O orçamento da alvenaria convencional foi feito apenas com a tabela SINAPI, onde constam todos os serviços necessários para concluir a obra. O orçamento encontra-se no Apêndice F.

Para realizar o orçamento da madeira utilizada nos painéis do sistema *wood frame*, foi feito um levantamento da quantidade em metros lineares de montantes e travessas de cada painel. O orçamento foi realizado em uma empresa, na cidade de Pato Branco-PR. A empresa trabalha com peças de madeira em medidas comerciais de três e quatro metros, por isso para um melhor aproveitamento das peças, foi realizado um plano de corte, disponível no apêndice D, com base na quantidade de montantes e travessas já levantados anteriormente.

Para o levantamento da madeira utilizada no telhado em *wood frame*, foi feito um quantitativo, em metros, dos componentes que compõe a tesoura, sendo estes: banzo superior e inferior, pendural e diagonais. Também foi realizado um plano de corte para as peças de madeira

do telhado, disponível no Apêndice E. O orçamento do sistema *wood frame* encontra-se no Apêndice G.

Na Tabela 16 consta um resumo do orçamento de cada sistema.

**Tabela 16 - Resumo do orçamento dos sistemas avaliados**

<b>SERVIÇOS</b>	<b>ALVENARIA (R\$)</b>	<b>WOOD FRAME (R\$)</b>
Serviços Preliminares	766,81	766,81
Fundação	4.063,23	4.063,23
Alvenaria/Estrutura Painéis	6.786,46	5.434,13
Revestimento	8.925,57	8.433,84
Cobertura	5.969,50	5.354,23
Pintura	4.783,13	3.951,24
Esquadrias	4.169,51	4.169,51
Instalações Elétricas	2.664,55	2.664,55
Instalações Hidráulicas	2.287,95	2.287,95
Instalações Sanitárias	3.955,19	3.955,19
Limpeza Final	126,65	126,65
<b>Custo Total</b>	<b>44.498,54</b>	<b>41.207,33</b>

Fonte: SINAPI (2016) e Paraná Edificações (2017).

Conforme visto na tabela 16 os custos para os dois sistemas se diferenciam em alguns serviços, sendo um deles a cobertura, resultante da quantidade de tesouras utilizadas, que são diferentes para os dois sistemas. Outro serviço que há uma grande diferença dos custos é o de alvenaria e estrutura dos painéis, o qual será discutido com mais detalhes nos resultados e discussões.

#### 5.4.2 Produtividade dos sistemas

Para analisar a produtividade dos sistemas construtivos em estudo, foi utilizada a Tabela SINAPI para a alvenaria convencional, que consta todos os serviços da obra. Já para o sistema *wood frame*, além da Tabela SINAPI, foi preciso utilizar as Tabelas da TCPO. Também foi utilizada a Tabela Serviços de Edificações da Paraná Edificações para obter o valor da mão de obra.

Sabendo que para ter uma parede pronta são necessárias as etapas de levantar a alvenaria, chapisco e massa única, foi avaliado a produtividade dos pedreiros e serventes nessas três etapas para o projeto do condomínio de habitação social em estudo, conforme apresentado a seguir.

##### *i) Alvenaria convencional:*

Segundo a Tabela SINAPI, para o levantamento da alvenaria é necessário 1,16h/m<sup>2</sup> de pedreiro e 0,58h/m<sup>2</sup> de servente, conforme Tabela 17.

**Tabela 17 - Necessidade de pedreiro e servente para o levantamento da parede no sistema de alvenaria**

	QUANTIDADE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (h)	CUSTO (R\$/h)	CUSTO TOTAL MÃO-DE-OBRA PARA O PROJETO EM ESTUDO (R\$)
Pedreiro	1,16	105,17	121,99	20,67	2521,53
Servente	0,58	105,17	60,99	16,22	989,25

Fonte: SINAPI (2016) e Paraná edificações (2017).

Para o chapisco, é necessário 0,183h/m<sup>2</sup> de pedreiro e 0,091h/m<sup>2</sup> de servente, conforme mostra a Tabela 18.

**Tabela 18 - Necessidade de pedreiro e servente para realizar o chapisco no sistema de alvenaria**

	QUANTIDADE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (h)	CUSTO (R\$/h)	CUSTO TOTAL MÃO-DE-OBRA PARA O PROJETO EM ESTUDO (R\$)
Pedreiro	0,183	210,34	38,49	20,67	795,58
Servente	0,091	210,34	19,14	16,22	310,45

Fonte: SINAPI (2016) e Paraná edificações (2017).

Já para a massa única, necessita-se de 0,47h/m<sup>2</sup> de pedreiro e 0,171h/m<sup>2</sup> de servente, conforme mostra a Tabela 19.

**Tabela 19 - Necessidade de pedreiro e servente para realizar a massa única no sistema de alvenaria**

	QUANTIDADE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (h)	CUSTO (R\$/h)	CUSTO TOTAL MÃO-DE-OBRA PARA O PROJETO EM ESTUDO (R\$)
Pedreiro	0,47	210,34	98,85	20,67	2043,43
Servente	0,171	210,34	35,96	16,22	583,40

Fonte: SINAPI (2016) e Paraná edificações (2017).

Assim, a necessidade de pedreiro e servente para a parede pronta é apresentada na Tabela 20.

**Tabela 20 - Necessidade de pedreiro e servente para a parede pronta**

	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (h)	CUSTO (R\$/H)	CUSTO TOTAL MÃO-DE-OBRA PARA O PROJETO EM ESTUDO (R\$)
Pedreiro	259,33	20,67	5360,35
Servente	116,09	16,22	1882,97

Fonte: SINAPI (2016) e Paraná edificações (2017).

ii) *wood frame*:

Segundo Sloma (2016), para os painéis do sistema *wood frame* pode-se considerar a mesma produtividade do sistema *steel frame*, pois a resistência dos montantes de aço e os

montantes de madeira são semelhantes e os demais materiais utilizados para conclusão da obra são os mesmos.

Como não se tem nenhuma tabela de produtividade do sistema *wood frame*, foi utilizada a Tabela 125.8.15 da TCPO que mostra a produtividade para um painel em *steel frame*. Temos que para montar um painel em *steel frame*, é necessário 0,50h/m<sup>2</sup> de montador e 0,10h/m<sup>2</sup> de ajudante, conforme a Tabela 21.

**Tabela 21 - Necessidade de montador e ajudante no sistema steel frame**

Código	Comp.	Unid.	Consumos		
			Cobertura	Intermediário	Térreo
			Pavimento		
			Espessura Perfil (mm)		
			0,80	0,95	1,25
			Espaçamentos entre os perfis verticais (cm)		
			60	40	40
			6125.8.15.1	05125.8.15.2	05125.8.15.3
01270.0.0.1.1	Ajudante	h	0,10	0,10	0,10
01270.0.0.33.1	Montador	h	0,50	0,50	0,50

Fonte: TCPO.

Assim foi utilizado esses valores para um painel em *wood frame*, conforme a Tabela 22.

**Tabela 22 - Necessidade de montador e ajudante para a construção de um painel em wood frame**

	QUANTIDADE (h/m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (m <sup>2</sup> )	QUANTIDADE PARA O PROJETO EM ESTUDO (h)	CUSTO (R\$/h)	CUSTO TOTAL MÃO-DE-OBRA PARA O PROJETO EM ESTUDO (R\$)
Montador	0,50	102,94	51,47	14,85	764,32
Ajudante	0,10	102,94	10,29	11,40	117,30

Fonte: TCPO (2013).

### 5.4.3 Conforto térmico e acústico

#### 5.4.3.1 Alvenaria

##### i) Isolamento térmico

O comportamento térmico de uma parede se dá pelo seu coeficiente de transmissão térmica, que é determinado pela soma dos coeficientes de cada camada que constitui a parede. Uma parede em alvenaria de tijolos cerâmicos furados deve-se levar em conta os furos e o revestimento, porque o ar presente nos furos aumenta sua resistência térmica (CTCV, 2011).

Neste sentido, é preciso avaliar a condutividade térmica e a resistência térmica do objeto construtivo que constitui a parede de acordo com sua espessura. Para o presente trabalho foi considerado o tijolo cerâmico de 200mm de espessura, cujo os dados do comportamento térmico são apresentados na Tabela 23.

**Tabela 23 - Condutividade térmica e resistência térmica do objeto levado em consideração para construção em alvenaria**

ESPESSURA (mm)	CONDUTIBILIDADE TÉRMICA (W/m °C)	RESISTÊNCIA TÉRMICA (m <sup>2</sup> °C/W)
200	0,156	1,305

Fonte: Oliveira (2012).

#### ii) Isolamento acústico

A análise da capacidade de isolamento acústico de uma parede se dá quando tem a minimização na transmissão de som de um ambiente para outro. A capacidade de isolamento sonoro de uma parede pode ser estimada através da Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA), que é determinada em laboratório para um componente construtivo. O CTSA é expresso em unidades de decibéis (dB), de maneira que, quanto maior for os seus valores, maior é a capacidade do material amortecer os sons transmitidos através deles (FREITAS; CASTRO, 2006).

Para os blocos cerâmicos de 175mm de espessura considerados neste estudo, o valor do CTSA é apresentado na Tabela 24.

**Tabela 24 - CTSA dos blocos cerâmicos considerados no estudo**

CONFIGURAÇÃO DA PAREDE	ESPESSURA (mm)	CTSA (dB)
Blocos Cerâmicos	175	44

Fonte: Santos (2012).

#### 5.4.3.2 Wood frame

##### i) Isolamento térmico

No Brasil ainda não existem estudos sobre o comportamento térmico em estruturas do sistema *wood frame*, portanto vamos analisar o aspecto das propriedades térmicas da lã de rocha e lã de vidro, que são utilizadas em edificações desse tipo em todo o mundo (FREITAS; CASTRO, 2006).



A lã de rocha e a lã de vidro são dois tipos de lãs minerais, produzidas através do aquecimento das rochas basálticas e de areia até uma temperatura de 1600°C. Nessa temperatura os materiais se fundem e através de um processo de centrifugação, são transformados em filamentos. Os filamentos são aglomerados com resinas orgânicas e óleos impermeabilizantes, formando a lã de rocha e a de vidro, que quando colocadas no interior dos painéis e entre os seus montantes, funcionam como uma barreira isolante (OLIVEIRA, 2012).

Para o presente trabalho, levou-se em consideração apenas a lã de vidro. Sendo assim, a condutividade térmica e a resistência térmica para três diferentes espessuras deste material, são apresentadas na Tabela 25.

**Tabela 25 - Condutividade térmica e resistência térmica da lã de vidro**

ESPESSURA LÃ DE VIDRO (mm)	CONDUTIVIDADE TÉRMICA (W/m °C)	RESISTÊNCIA TÉRMICA (m <sup>2</sup> °C/W)
50	0,042	1,19
75	0,042	1,78
100	0,042	2,38

Fonte: Oliveira (2012).

## ii) Isolamento acústico

Considerando o que já foi citado sobre isolamento acústico anteriormente, pode-se observar na Tabela 26, os valores de CTSA para um painel no sistema *wood frame*.

**Tabela 26 - Valores de CTSA para um painel no sistema *wood frame***

COMPONENTE DA CONSTRUÇÃO	CTSA (DB)
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 12,5mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	33
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 15,0mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral	34
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 12,5mm em ambos os lados com isolamento com lã mineral de 50mm de espessura	36
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 15,0mm em ambos os lados com isolamento com lã mineral de 50mm de espessura	38
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 12,5mm em ambos os lados com isolamento com lã mineral de 75mm de espessura	45-49
Painel de gesso acartonado com montantes 90x40 a cada 400mm com placas de gessos de 15,0mm em ambos os lados com isolamento com lã mineral de 75mm de espessura	50-54

Fonte: Oliveira (2012).

#### 5.4.4 Impactos ambientais

Para a avaliação das questões ambientais envolvidas nos dois tipos de construção avaliados neste trabalho, foram elaborados os Quadros 1 e 2 que apresentam os principais impactos ambientais nas etapas de construção dos sistemas de alvenaria e *wood frame*, respectivamente.

**Quadro 1 - Impacto ambiental da construção pelo sistema de alvenaria**

ETAPAS	CONSUMO ENERGÉTICO	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS E RUÍDOS	CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS	GERAÇÃO DE RESÍDUOS
EXTRAÇÃO DE MATÉRIA PRIMA E FABRICAÇÃO DE MATERIAIS	-Diesel maquinário para exploração: <b>Significativo</b>	-Tijolo e argamassa para conexão de tijolos: liberação de gases durante a mineração de matérias primas: <b>Significativo</b>  -Ruídos do Maquinário: <b>Significativo</b>	-Lavagem dos veículos, utilizados na extração: <b>Significativo</b>	-Tijolo: cerâmica não adequada para compor massa do tijolo: <b>Significativo</b>  -Areia, cimento e cal: matéria prima não adequada para compor mistura da argamassa para conexão de tijolos: <b>Significativo</b>
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS (INDÚSTRIA)	-Queima para cura do tijolo: <b>Significativo</b>  -Queima para produção do clínquer: <b>Significativo</b>	-Tijolo e componentes da argamassa para conexão de tijolos (cimento e cal): Emissões geradas nas caldeiras <b>Significativo</b>  -Ruídos do maquinário <b>Significativo</b>	-Tijolo: para compor massa antes da cura: <b>Significativo</b>  -Argamassa para conexão de tijolos: para dar o traço entre areia, cimento e cal: <b>Significativo.</b>	-Perdas do processo (tijolo: quebras; argamassa para conexão de tijolos: (endurecimento): <b>Significativo</b>
EMBALAGEM	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>
USO/ REUSO/ MANUTENÇÃO	Em construções em <i>Wood frame</i> há maior economia de energia por melhor isolamento térmico: <b>Significativo</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>
DESCARTE/ RECICLAGEM/ TRATAMENTO	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>
TRANSPORTES	-Diesel maquinário: <b>Significativo</b>  Todas as etapas do ciclo de vida do tijolo e da argamassa para conexão de tijolos.	-Emissões da queima do diesel: <b>Significativo</b>  Ruídos caminhões: <b>Significativo</b>	-Lavagem dos Veículos: <b>Significativo</b>	-Manutenção dos caminhões e perdas durante transporte: <b>Significativo</b>

Fonte: Santos (2012).

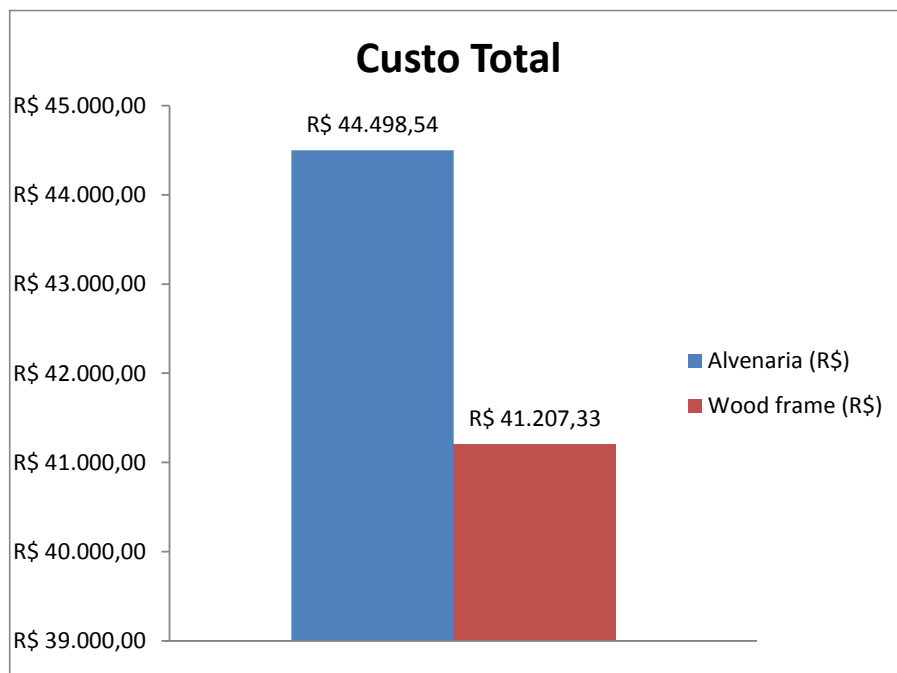
Quadro 2 - Impacto ambiental da construção pelo sistema de *wood frame*

ETAPAS	CONSUMO ENERGÉTICO	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS E RUIDOS	CONSUMO DE RECURSOS HÍDRICOS	GERAÇÃO DE RESÍDUOS
EXTRAÇÃO DE MATÉRIA PRIMA E FABRICAÇÃO DE MATERIAIS	-Diesel maquinário de exploração: <b>Significativo</b>	-Estrutura em Pinus e OSB: como há seqüestro de carbono durante a silvicultura do Pinus, a emissão atmosférica é <b>Negativa</b>  -Ruídos do maquinário para extração das matérias primas: <b>Significativo</b>	-Lavagem dos Veículos: <b>Menos significativo do que na alvenaria.</b>	-Estrutura em Pinus e OSB <b>Não significativo</b>
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS (INDÚSTRIA)	-Diesel, energia elétrica e sistema pneumático: <b>Significativo</b>  -Queima para cura da placa cimentícia: <b>Significativo</b>  -Combustível para secagem do gesso: <b>Significativo</b>	-Emissões geradas nas caldeiras: <b>Significativo</b>  -Ruídos do Maquinário: <b>Significativo</b>	-Agregado na produção de placa cimentícia e gesso acartonado: <b>Significativo</b>	-Perdas do Processo: <b>Significativo com possibilidade de redução.</b>  -Madeira em densidade e características técnicas não adequadas para uso na fabricação de tábuas de pinus e placas OSB: <b>Não Significativo</b>
EMBALAGEM	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>
USO/ REUSO/ MANUTENÇÃO	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não significativo*</b>	-Placa cimentícia e gesso acartonado podem ser substituídos caso ocorram trincas ou outos: <b>Não significativo</b>
DESCARTE/ RECICLAGEM/ TRATAMENTO	-Diesel ou energia elétrica trituradores OSB: <b>Significativo</b>	-Emissão de substâncias perigosas durante a queima do Pinus por causa do CCA: <b>Significativo, tratável.</b>	<b>Não significativo*</b>	<b>Não aplicável.</b>
TRANSPORTES	-Diesel maquinário: <b>Significativo</b>	-Emissões da queima do diesel: <b>Significativo</b>  -Ruídos caminhões: <b>Significativo</b>	-Lavagem dos Veículos: <b>Significativo</b>	-Manutenção dos caminhões e perdas durante transporte: <b>Significativo</b>

Fonte: Santos (2012).

## 6 ANALISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir dos orçamentos realizados para a construção de uma unidade habitacional, obteve-se um custo total final de R\$44.498,54 por meio da construção pelo sistema em alvenaria e de R\$41.207,33 por meio do sistema *wood frame*, conforme mostra o Gráfico 1.

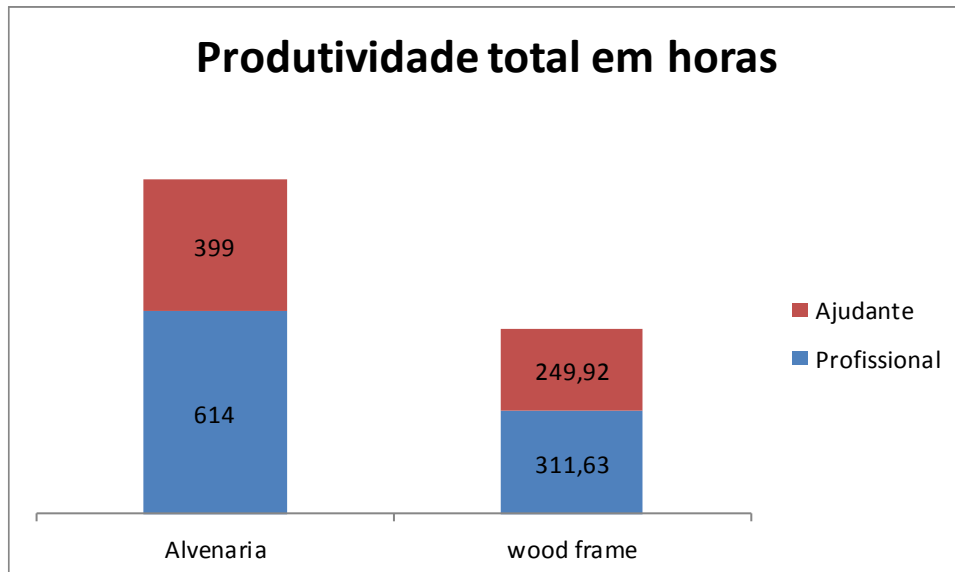


**Gráfico 1 - Custo total para a construção de uma unidade habitacional para os dois sistemas avaliados**

**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Analisando o Gráfico 1, percebe-se uma redução de R\$3.291,21 (7,4%) nos custos, caso o projeto seja executado pelo sistema *wood frame*.

Também foi avaliada a produtividade para construção pelos dois sistemas. Para isso foi calculado a produtividade em horas de todos os serviços detalhados no orçamento, ou seja, para a construção de uma unidade habitacional. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 2.

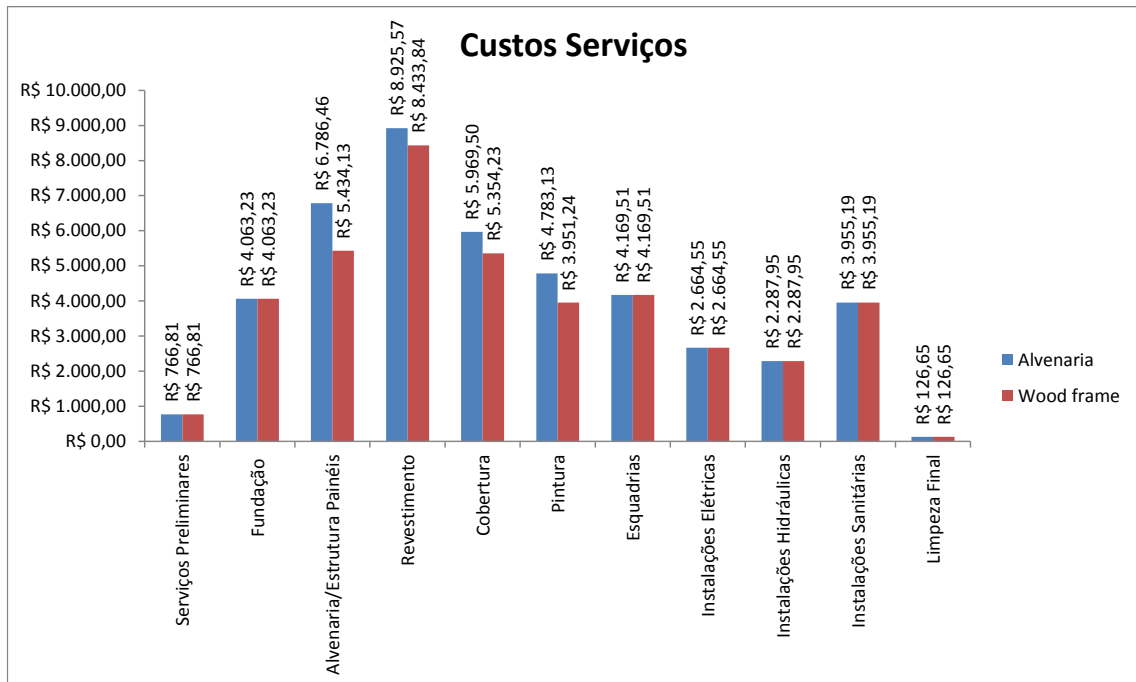


**Gráfico 2 - Produtividade em horas de todos os serviços para construção de uma unidade habitacional**

**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Analisando o Gráfico 2, para a construção de uma unidade habitacional no sistema alvenaria, é necessário 614 e 399 horas trabalhadas de profissional e ajudante. Já para o sistema *wood frame*, é necessário 311,63 e 249,92 horas trabalhadas de profissional e ajudante. Sendo assim para o primeiro sistema são necessários aproximadamente 77 dias para construção de uma unidade habitacional e para o segundo sistema é necessário aproximadamente 39 dias.

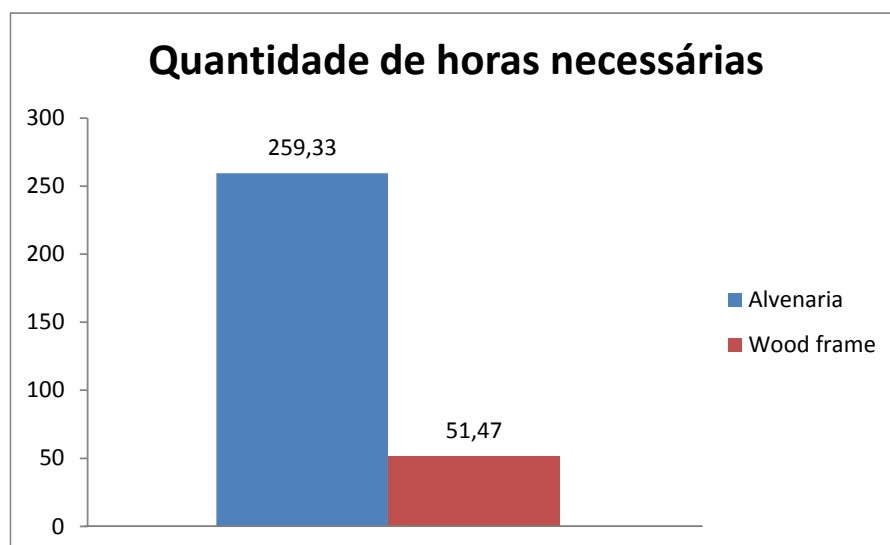
Levando em consideração os dados de custos obtidos no orçamento, foram comparados separadamente os custos com os serviços necessários para a conclusão de uma unidade habitacional, para os dois sistemas. Os resultados obtidos estão presentes no Gráfico 3.



**Gráfico 3 - Custos com serviços necessários para a conclusão de uma unidade habitacional**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Analisando a Gráfico 3, observa-se que os serviços de fundação, esquadrias, instalações elétricas, instalações hidráulicas, instalações sanitárias, serviços preliminares e limpeza final são os mesmos para os dois sistemas construtivos estudados.

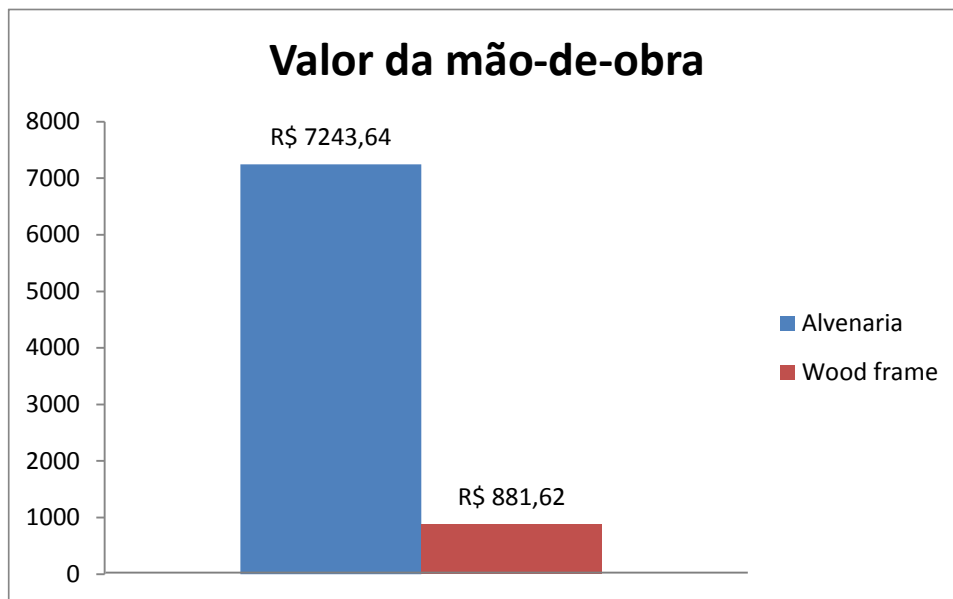
Ainda com base no Gráfico 3, percebe-se que a maior diferença de custos está no levantamento da alvenaria e a montagem da estrutura dos painéis. Sendo assim, foi avaliada detalhadamente as horas necessárias para o levantamento da parede pelos dois sistemas. As horas necessárias para o levantamento das paredes estão presentes no Gráfico 4.



**Gráfico 4 - Horas necessárias para o levantamento da parede pelos dois sistemas**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Analisando o Gráfico 4, percebe-se que para construção com base no sistema de alvenaria são necessárias 259,33 horas trabalhadas e para o sistema *wood frame*, 51,47 horas trabalhadas, evidenciando que o sistema *wood frame* é mais eficiente, pois considerando 8 horas diárias de trabalho, por meio deste sistema é possível levantar a parede em aproximadamente 7 dias, enquanto o sistema alvenaria convencional levaria aproximadamente 32 dias.

Para avaliar o custo da mão de obra para o mesmo serviço, o de levantamento das paredes, foi construído o Gráfico 5.

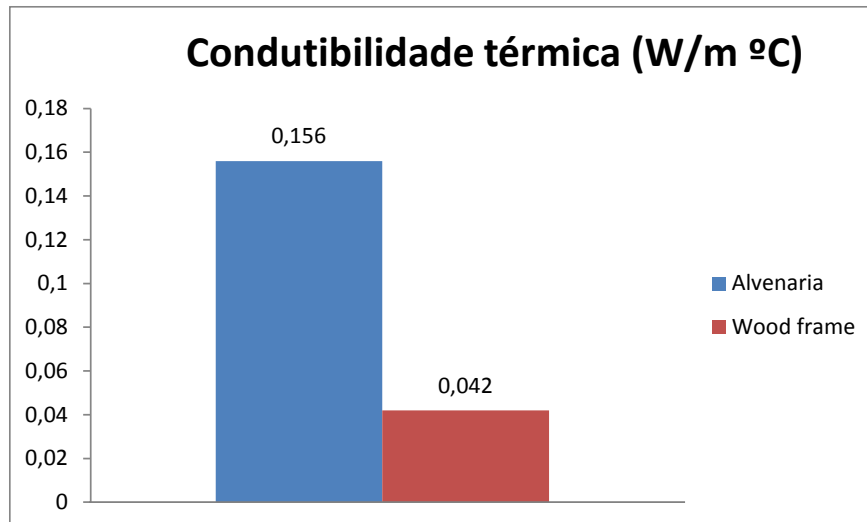


**Gráfico 5 - Custo da mão de obra para o serviço de levantamento das paredes**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Analisando o Gráfico 5, percebe-se que o sistema *wood frame* é mais econômico que o sistema de alvenaria convencional, pois para as horas de trabalho necessárias como mencionadas anteriormente, tem-se um custo de mão de obra de R\$7243,64 para o sistema de alvenaria e R\$881,62 para o sistema *wood frame*, ou seja, uma diferença de R\$6632,02.

Quanto às características térmicas de ambos os métodos construtivos, podemos afirmar que o sistema *wood frame* apresenta melhor desempenho do que as construções convencionais. De acordo com as Tabelas 23 e 25, o isolamento térmico que a lã mineral proporciona, é superior se comparado com os blocos de cerâmica.

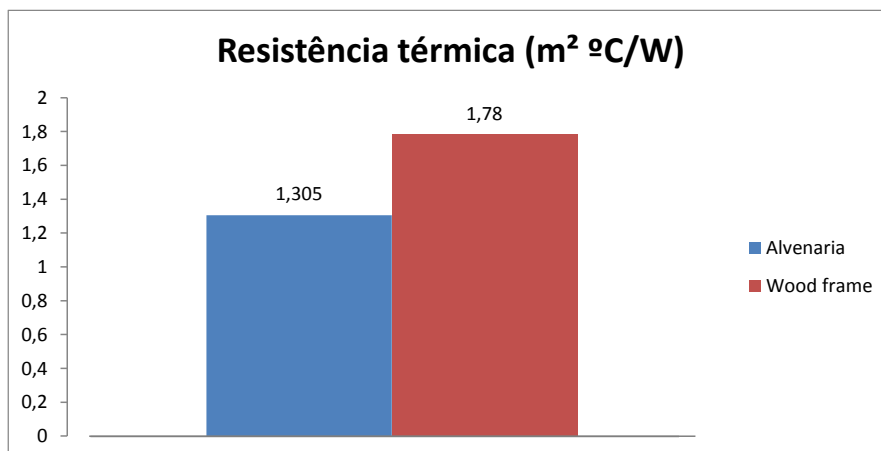
Para avaliar as características térmicas dos sistemas construtivos foi verificada a condutibilidade térmica e a resistência térmica para ambos os sistemas. Quanto à condutibilidade térmica, os resultados obtidos estão presentes no Gráfico 6.



**Gráfico 6 - Condutibilidade térmica dos sistemas**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Analisando os dados do Gráfico 6, temos que a condutibilidade térmica do sistema em alvenaria é 0,156 (W/m °C) e para o sistema *wood frame* é 0,042 (W/m °C), sendo assim o sistema em *wood frame* garante um melhor desempenho térmico, já que quanto menor a condutibilidade térmica, menos calor é transferido para o interior do ambiente.

Quanto à resistência térmica, os dados obtidos estão presentes no Gráfico 7.

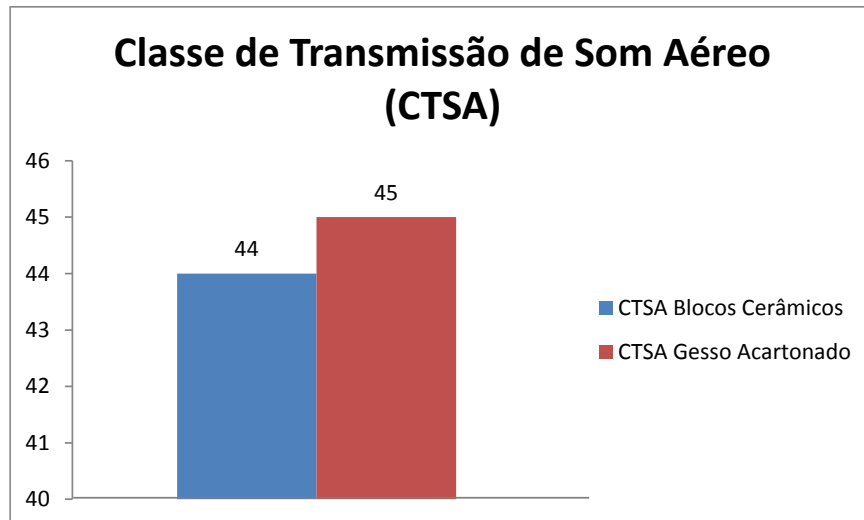


**Gráfico 7 - Resistência térmica dos dois sistemas**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Analisando os dados do Gráfico 7, temos que a resistência térmica do sistema em alvenaria é 1,305 (m² °C/w) e para o sistema *wood frame* é 1,78 (m² °C/w). Novamente o sistema *wood frame* garante um melhor desempenho térmico, já que quanto maior a resistência térmica, maior é o calor retido.

Com base nas Tabelas 24 e 26, foi verificada as características do isolamento acústico para ambos os sistemas. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 8.





**Gráfico 8 - Isolamento acústico para os dois sistemas**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2018).**

Com base no Gráfico 8, percebe-se que o sistema *wood frame* apresenta um CTSA de 45 dB, já que para este foi considerado um painel com 90mm de espessura, composto por duas placas de gesso acartonado com 12,5 mm de espessura, e isolamento com lã de vidro com 75mm de espessura, enquanto o sistema de alvenaria apresenta um CTSA de 44 dB, para o qual foi considerado uma parede de bloco cerâmico de 175mm de espessura.

Para verificar se os sistemas atendem os níveis de ruídos aceitáveis, foi utilizada a NBR 10152:1987, conforme mostra a Tabela 27.

Tabela 27 - Níveis de ruídos aceitáveis

Locais	dB(A)
<b>Hospitais</b>	
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50
Serviços	45 - 55
<b>Escolas</b>	
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50
Circulação	45 - 55
<b>Hotéis</b>	
Apartamentos	35 - 45
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55
<b>Residências</b>	
Dormitórios	35 - 45
Salas de estar	40 - 50
<b>Auditórios</b>	
Salas de concertos, Teatros	30 - 40
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45
<b>Restaurantes</b>	40 - 50
<b>Escritórios</b>	
Salas de reunião	30 - 40
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45
Salas de computadores	45 - 65
Salas de mecanografia	50 - 60
<b>Igrejas e Templos (Cultos meditativos)</b>	40 - 50
<b>Locais para esporte</b>	
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60

Fonte: NBR 10152:1987.

Com base nos resultados alcançados para conforto acústico e por meio da Tabela 27, que exige um nível de 35-45 dB para dormitórios de residências e um nível de 40-50 dB para sala de estar de residências, nota-se que ambos os sistemas construtivos apresentam bom desempenho de conforto acústico, garantidas as condições mínimas aceitáveis de utilização.

Considerando o impacto ambiental dos sistemas em alvenaria convencional e *wood frame*, e sob as perspectivas de consumo de energia, emissões atmosféricas e ruídos, consumo de recursos hídricos e geração de resíduos, percebe-se que o sistema construtivo *wood frame* é mais vantajoso do que a alvenaria no que se refere à conservação do meio ambiente.

Na análise comparativa, como mostra o Quadro 3, sobressai as seguintes constatações que constituem importantes argumentos a serem utilizados por profissionais do setor da construção.

**Quadro 3 - Comparativo dos impactos ambientais gerados pelos dois sistemas**  
(Continua...)

ASPECTO	SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS	SISTEMA CONSTRUTIVO <i>WOOD FRAME</i>
MINERAÇÃO	Amplas áreas de exploração, alteração da paisagem, biodiversidade e microclima (muitas vezes tornando o local temporariamente inóspito; grande quantidade de espécies vegetais e animais)	Também há amplas áreas de cultivo, mas a alteração da paisagem é menos significativa e a alteração da biodiversidade local existe pela redução da diversidade de animais e vegetais, mas não torna o ambiente inóspito.
FABRICAÇÃO	Altos impactos pela queima necessária durante processos produtivos	Não existe queima durante o processo produtivo, mas há significativo impacto ambiental uma vez que o rendimento da produção de pinus é baixa em razão dos parâmetros a serem seguidos para assegurar uso para fins estruturais. Por outro lado, há menor desperdício durante a fabricação de painéis e a eficiência de produção é maior.
EMBALAGEM	Existem poucas diferenças no processo de embalagem dos materiais, levando em consideração que são utilizados recursos recicláveis ou reutilizáveis, o que traduz a fase como de baixo impacto ambiental.	
CONSTRUÇÃO/ MONTAGEM	Há grandes impactos uma vez que os materiais que vão compor as diferentes peças da edificação (paredes, laje, fundações, etc) são utilizadas no local, o que significa maior geração de resíduos e maior tempo de duração desta fase do que no sistema construtivo em <i>Wood frame</i> .	Menores impactos por se tratar de um processo construtivo pré-fabricado: a maioria das peças já vem prontas e corretamente dimensionadas de fábrica e são necessários poucos ajustes no local da edificação.
MANUTENÇÃO	Sobre o aspecto de manutenção, não há significativas diferenças de impacto entre os dois sistemas construtivos por se tratar de trocas por componentes novos.	
UTILIZAÇÃO	Em relação ao processo construtivo em <i>Wood frame</i> , a alvenaria mostra desvantagens principalmente no quesito de isolamento térmico, o que reflete em maior consumo de energia durante a utilização da edificação, e, conseqüentemente, impacto ambiental significativo durante o ciclo da construção.	Neste sistema construtivo há menor consumo de energia, recursos hídricos e também na geração de resíduos durante a utilização,

Quadro 3 - Comparativo dos impactos ambientais gerados pelos dois

(Fim).

ASPECTO	SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS	SISTEMA CONSTRUTIVO <i>WOOD FRAME</i>
DESMONTAGEM	Há menor impacto ambiental quando opta-se pela desmontagem ao invés da demolição, mas isto não é praticado e as construções não são executadas prevendo uma desmontagem ao invés de demolição. Isto torna, neste aspecto, este tipo de construção mais impactante do que a em <i>Wood frame</i> .	Este sistema construtivo leva vantagem porque é possível reutilizar o painel como um todo ou seus componentes em outro local, com exceção da estrutura em que possui CCA na composição, material perigoso que obriga o empreendedor a encaminhar a peça para incineração.
TRANSPORTES	São fonte significativa de impactos ambientais, especialmente por causa das emissões atmosféricas, fator que não altera significativamente entre os sistemas construtivos. No entanto, há grande potencial de diminuição de emissões no transporte de componentes de <i>Wood frame</i> na medida em que houver fabricação em larga escala: quando maior as quantidades transportadas, menor o impacto por unidade.	

Fonte: Santos (2012).

Analisando o Quadro 3, percebe-se que o sistema de alvenaria exige a exploração de uma vasta área vegetativa para sua mineração, resultando em alterações da paisagem, o que não proporciona o sistema *Wood frame*.

Além disso, em seu processo de fabricação, o sistema de alvenaria também gera ações que comprometem o meio ambiente, devido a queima necessária no processo. Neste aspecto, o sistema *Wood frame* também causa danos ao meio ambiente devido ao baixo rendimento da madeira, porém, seu desperdício é mínimo na fabricação dos painéis.

Outro aspecto que também é importante ser mencionado quanto aos aspectos ambientais, é o processo de construção, visto que o sistema de alvenaria gera uma grande quantidade de resíduos no local da edificação, diferente do sistema *Wood frame*, em que as peças já vem prontas e bem dimensionadas, sendo necessário poucos ajustes.

Existem aspectos em que os impactos gerados pelos dois sistemas são bem semelhantes, como o caso das embalagens, manutenção e transportes, porém avaliando como um todo, o sistema *Wood frame* gera menos impactos ao meio ambiente quando comparado ao sistema de alvenaria.

## 7 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo comparar os sistemas construtivos alvenaria convencional e *Wood frame* para construção de casas de interesse social.

Investigou-se que um projeto padrão de habitação de interesse social apresenta como especificação uma área total de 36,84 m<sup>2</sup>, contendo dois quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma lavanderia na parte externa da casa.

Quanto aos serviços para a construção de casas em alvenaria e *Wood frame* foram identificados 11 serviços, sendo eles: serviços preliminares, fundação, estrutura, impermeabilização, isolamento termoacústico, instalações elétricas e hidrossanitárias, fechamento, esquadrias, revestimento, cobertura e limpeza final da obra. Destes serviços, percebe-se que a impermeabilização não é realizada no sistema de alvenaria, pois o próprio chapisco e o reboco já servem como impermeabilizante. Outro serviço que também se difere nos dois sistemas é o fechamento, pois no sistema de alvenaria, os próprios blocos já servem como fechamento das paredes, enquanto que no sistema *Wood frame* é necessário ter chapa de OSB ou compensada e gesso acartonado para a conclusão do fechamento.

Em relação as variáveis que se propôs avaliar, percebe-se uma diferença de XXX a menos no custo de construção para o sistema *Wood frame*, diferença esta resultante dos serviços levantamento de paredes, revestimentos, pintura e cobertura, sendo mais significativo no levantamento das paredes, com aproximadamente 1350 reais. Avaliando este serviço, percebe-se que existe uma diferença na necessidade da mão-de-obra nos dois sistemas, devido a produtividade dos mesmos, o que pode causar então essa diferença nos custos.

Quanto ao conforto térmico e acústico, verificou-se que o primeiro apresenta melhor desempenho no sistema *Wood frame*, justamente pela utilização de lâ de vidro, que oferece uma condutibilidade térmica baixa de 0,042 W/m °C e uma resistência térmica alta de 1,78 m<sup>2</sup> °C/W, ambas melhores que no sistema de alvenaria convencional. Já o segundo, conforto acústico, verificou-se uma adequação e bom desempenho para os dois sistemas avaliados.

Por fim, em relação aos impactos ambientais, percebeu-se que o sistema *Wood frame* apresenta menos danos ao meio ambiente, sendo a quantidade de resíduos gerados entre os dois sistemas, um dos fatores que contribui para isso, já que no *Wood frame*, vem pré-fabricado e não exige adequações no momento da construção.

Desta forma, pode-se concluir que o sistema *Wood frame* apresenta inúmeras vantagens, sendo a que mais se destaca é que o sistema pode ser parcialmente ou totalmente pré-fabricado, o que aumenta a qualidade do sistema devido ao maior controle na montagem dos painéis e cobertura, e também a utilização de mão de obra especializada. Entre outras vantagens, podemos falar também do desempenho térmico, pois permite a utilização de uma variedade de isolantes no interior do painel, e por serem sistemas leves, não exigem tanto da fundação, podendo-se adotar soluções como a fundação em radier e sapatas corridas. Além disso, o sistema *Wood frame* reduz significativamente a quantidade de mão de obra.

A adoção de métodos alternativos como o *Wood frame* possibilita o acesso as moradias de forma mais rápida, conseqüentemente contribuiria para o atendimento da demanda habitacional do país com mais rapidez. Percebe-se então que o sistema construtivo *Wood frame* se mostra viável para ser empregado como sistema construtivo de habitações de interesse social no Brasil, porém ainda sofre um certo preconceito e perde mercado para as construções executadas em alvenaria convencional.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 15575-3: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- ATOS ARQUITETURA. **Dicas para quem vai construir sua casa:** construção em Wood frame. Disponível em: <<http://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/>>. Acesso: 22 maio 2017.
- AZEVEDO, H. A. **O edifício até sua cobertura.** São Paulo: Edgard Blücher, 1997.
- BALEN, E.; PANSERA, R. D.; ZANARDO, R. L. P. Wood frame: Busca por sustentabilidade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 5., 2016, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: 2016.
- BARON, C. M. P. A produção da habitação e os conjuntos habitacionais dos institutos de aposentadorias e pensões – IAPS. **Revista Tópos**, Presidente Prudente, v. 5, n.2, p.102-127, dez. 2011.
- BUENO, C. F. H. **Tecnologia de materiais de construção.** 2000. Disponível em: <[http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/materiais\\_contrucao.pdf](http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/materiais_contrucao.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2017.
- Caixa. **O que é SINAPI? 2017.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 27 maio 2017.
- CASTRO, S. C. L. **O uso da madeira em construções habitacionais:** a experiência do passado e a perspectiva de sustentabilidade no exemplo da arquitetura chilena. 2008. 181f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, 2008.

- CATAI, R. E. C.; PENTEADO, A. P.; DALBELLO, P. F. Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2006.
- COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO PARANÁ – COHAPAR. **A Cohapar**. 2017. Disponível em: <<http://www.cohapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- COMPANHIA DE HABITAÇÃO POPULAR DE CURITIBA – COHAB. **A Cohab**. 2017. Disponível em: <<http://www.cohabct.com.br/conteudo.aspx?secao=25>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- CRASTO, R. C. M. FREITAS, A. M. S. **Construções em Light Steel Frame**. 2006. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285545-1.aspx>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- D'AMICO, F. **O Programa Minha Casa, Minha Vida e a Caixa Econômica Federal**. 2011.
- DÉFICIT HABITACIONAL NO BRASIL 2009. Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações. - Belo Horizonte, 2012. BELO HORIZONTE, 2012. 200p.
- DIAS, R. R. **Avaliação da influência de variáveis na produção de marcos de painel EGP de Pinus taeda**. 2015. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.
- DUARTE, R. B. **Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Porto Alegre, 1999.
- DUARTE, V. C. P. **Desempenho Térmico de Edificações**. 2016. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161\\_v2016.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2017.
- DUTRA, O. **Política nacional de habitação**. v. 4. Ministério das cidades. 2004.
- FARIA, R. **Industrialização econômica**. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-1.aspx>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- FILHO, A. T. **Habitação popular no Brasil: Análise do modelo operacional de financiamento pelas agências oficiais**. 2006. 154f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Universidade de Arquitetura e Urbanismo, 2006.
- FLEX2000. **Soluções de tratamento acústico**. 2012. Disponível em: <[https://www.martinsferreira.pt/ficheiros/catalogo\\_solucoes\\_acusticas\\_flex2000\\_maio2012.pdf](https://www.martinsferreira.pt/ficheiros/catalogo_solucoes_acusticas_flex2000_maio2012.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2017.
- GARCIA, S. *et al.* Sistema Construtivo *Wood frame*. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA IMED, 8., 2014. **Anais...** 2014.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GLOBALPLAC. **Oito passos da construção frame**. 2017. Disponível em: <<http://www.globalplac.com.br/noticias/8-passos-da-construcao-frame/>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- GOMES, A. P. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em Light Steel Framing**. 2007. 188f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

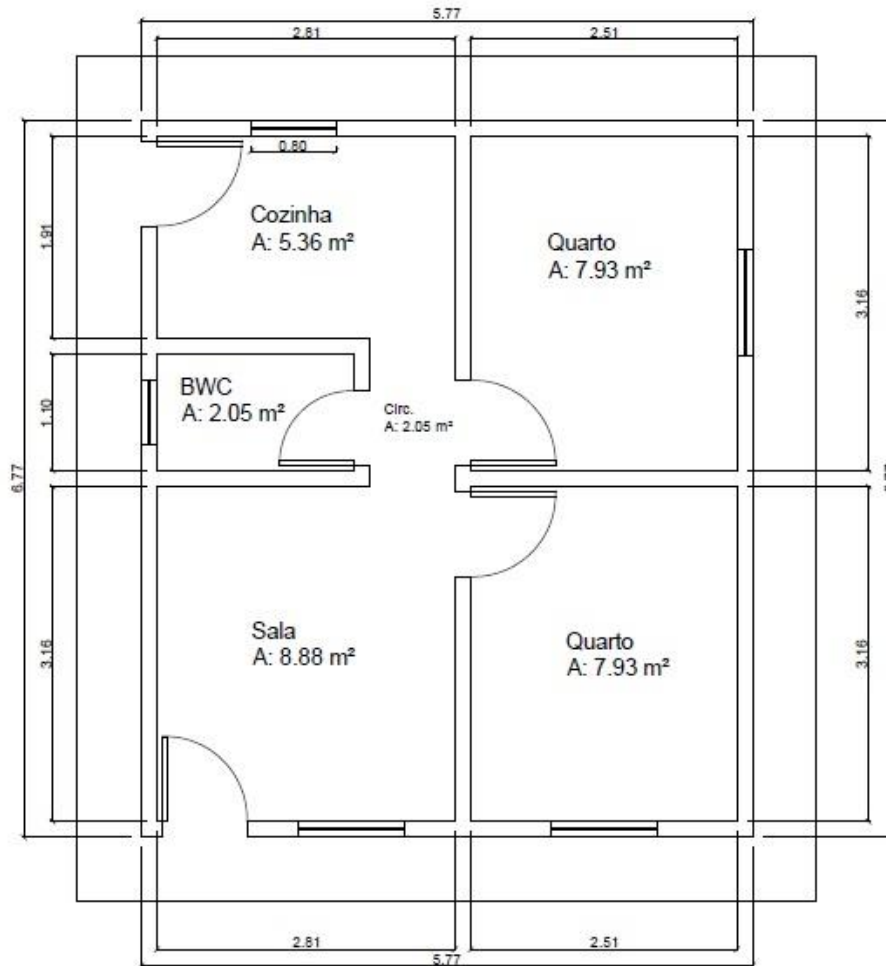
- ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. Vol. 2. Ed.: IBRACON, 2007.
- JUNIOR, C. A. S.; GERONAZZO, L. V.; BETIM, L. R. **Estudo da viabilidade da aplicação de resíduos de gesso em blocos de concreto para melhoria de propriedades termo-acústicas**. 2013. 77f. (Graduação em Engenharia de Produção Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- JUNIOR, G. T. A. P.; SILVA, C. E. Investigação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: 2007.
- LIGHT WOOD FRAME: construções com estrutura leve de madeira. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/140/light-wood-frame-construcoes-com-estrutura-leve-de-madeira-287602-1.aspx>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- MARICATO, E. **Brasil, cidades: Alternativas para a crise urbana**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- MARQUES, L. E. M. M. **O papel da madeira na sustentabilidade da construção**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, 2008.
- MARTINS, J. G. **Alvenaria: Condições Técnicas de execução**. 2009.
- MELLO, R. L. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. 2007. 195 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2007.
- MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. **Revista Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v.31, n. 2, p.143-156, jul./dez. 2010.
- MONICH, C.R. **Avaliação ambiental de uma habitação de interesse social préfabricada em madeira no sistema wood frame no estado do Paraná**. 2012. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- MUNHOZ, F.C. RENOFIO, A. Uso da gipsita na construção civil e adequação para a P+L. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 2007.
- NAKAMURA, J. **Conforto acústico**. 2006. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/106/artigo286049-1.aspx>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- NUMAZAWA, C. T. D. **Arquitetura japonesa no Pará: estudo de caso em edificações com técnica construtiva que favoreceu uma maior durabilidade da arquitetura em madeira no município de Tomé-açu**. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2009.
- NUNES, M. B. **Impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2012.
- PASTRO, R. Z. **Alvenaria Estrutural Sistema Construtivo**. 2007. 47f. (Graduação em Engenharia civil) – Universidade São Francisco, 2007.
- PAWLEY, M. **Arquitetura versus Vivienda de Massas**. 1 ed. Barcelona: Blume, 1977.



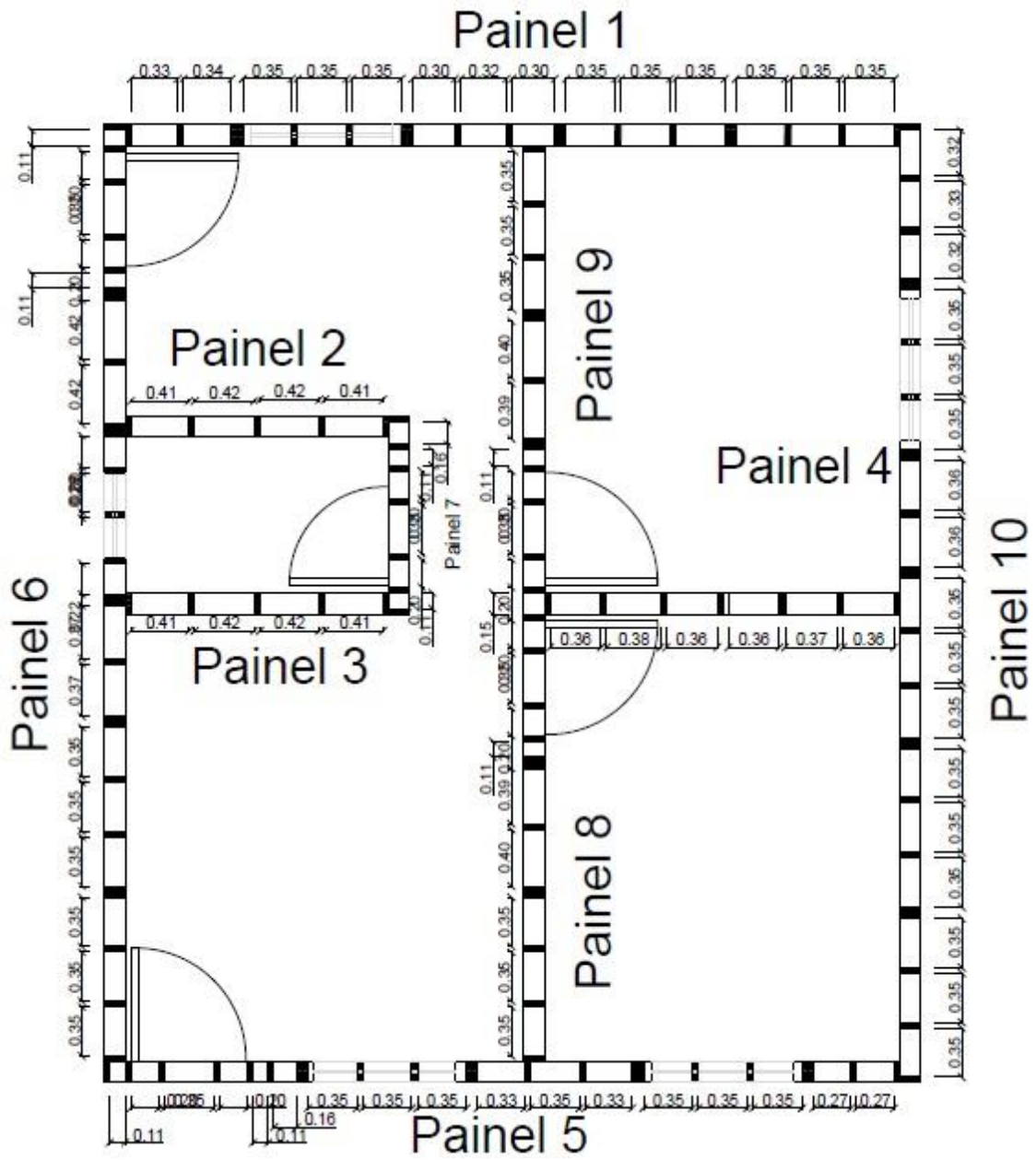
- PEREIRA, R. R.; CALLIARI, T. O “Minha casa minha vida” atende aos pedidos das maiores construtoras imobiliárias do País. E aos sonhos das camadas mais pobres. Qual o milagre? **Retrato do Brasil**, São Paulo, n. 23, p. 15- 25, jun. 2009.
- PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- RIBEIRO, L. C. Q.; PECHMAN, R. M. **O que é questão da moradia**. São Paulo: Brasiliense, 1983.
- RICHTER, C. **Alvenaria estrutural**: Processo construtivo racionalizado. 2007. Disponível em: <<http://www.ceramicapdo.com.br/downloads/richter2007.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2017.
- RUAS, A. C. **Conforto térmico no ambiente de trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.
- SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. 168f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.
- SANTOS, L. C. F. D. **Avaliação de impactos ambientais da construção**: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em wood light frame. 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Construções Sustentáveis) – Programa de Pósgraduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W. Inventário da produção de pisos e tijolos cerâmicos no contexto da análise do ciclo de vida. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 83-94, abr/ jun. 2004.
- SOBRAL, L. *et. al.* **Acertando o alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002.
- SOUZA, L. G. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e *Wood frame*. **Revista Online Especialize**, jan. 2013.
- THOMAZ, E. *et al.* **Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos**. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. 2009.
- VASQUES, C. C. P. C. F.; PIZZO, L. M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. 2014. Disponível em: <<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/193/188>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- VIANNA, N. S.; RAMOS, J. O. **Acústica arquitetônica e urbana**. Apostila do Curso de Extensão em Arquitetura e Urbanismo da Empresa YCON. 2005.
- ZENID, G. J. **Madeira na construção civil**. 2007. Disponível em: <<http://www.celso-foelkel.com.br/artigos/outros/Madeira%20na%20constru%E7%E3o%20civil.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2017.
- ZENID, J. G. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – PROJETO ALVENARIA CONVENCIONAL

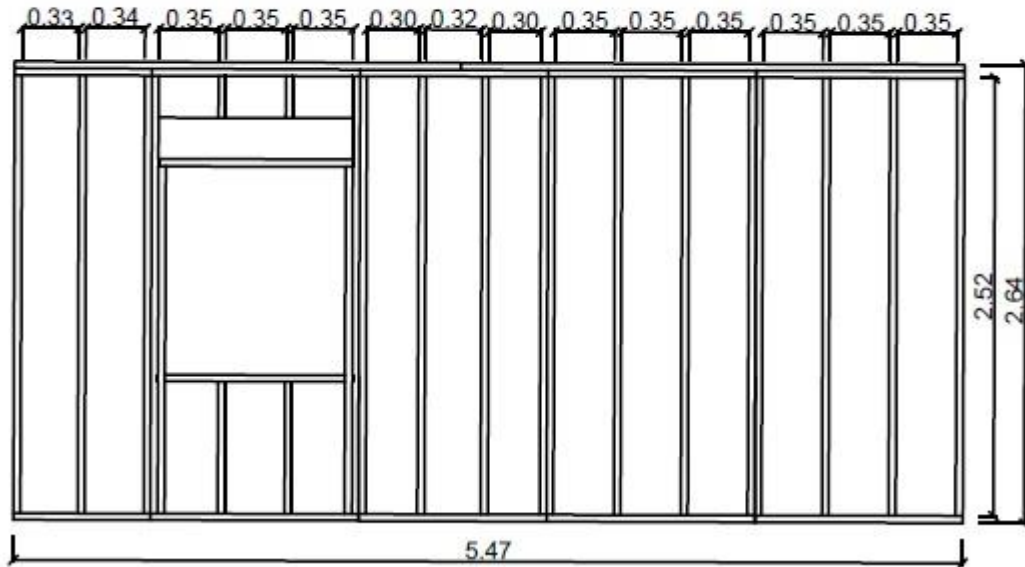


APÊNDICE B – PROJETO WOOD FRAME

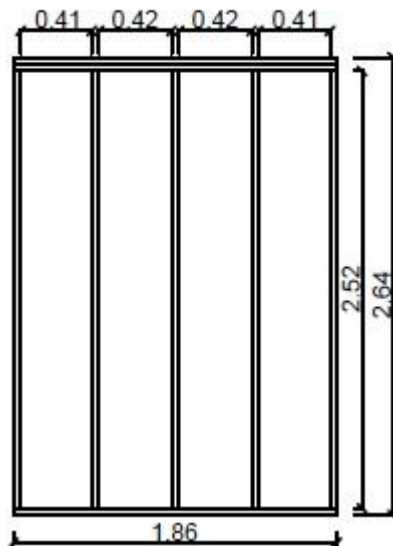


APÊNDICE C – PAINÉIS SISTEMA *WOOD FRAME*

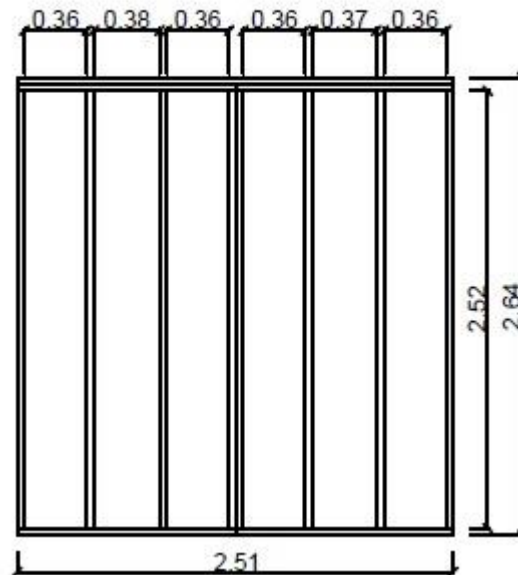
## Painel 1



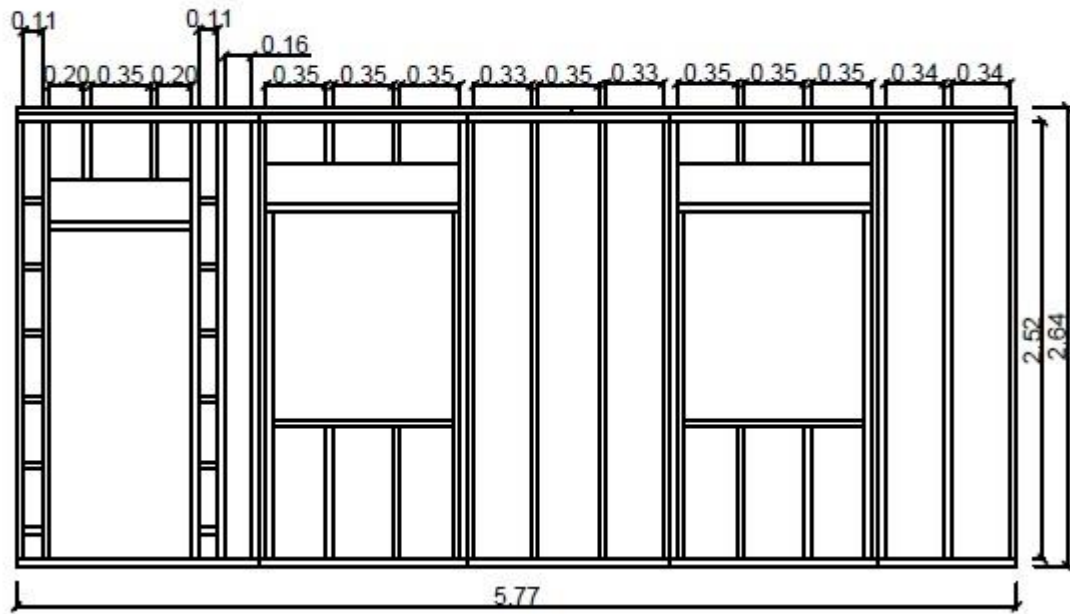
## Painel 2 e 3



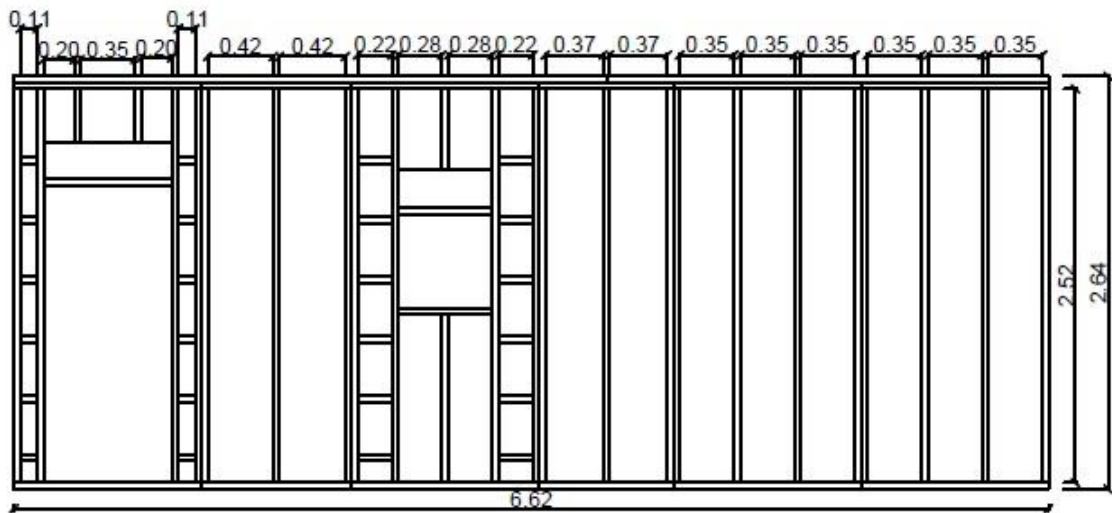
## Painel 4



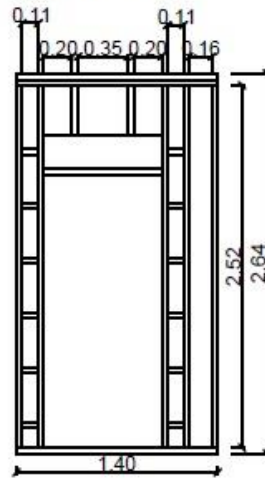
## Painel 5



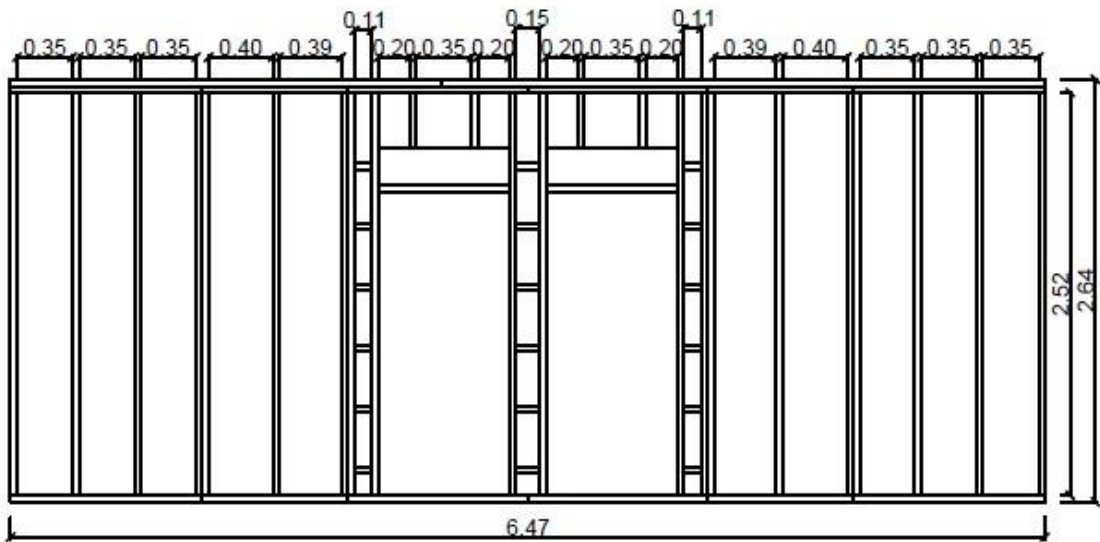
## Painel 6



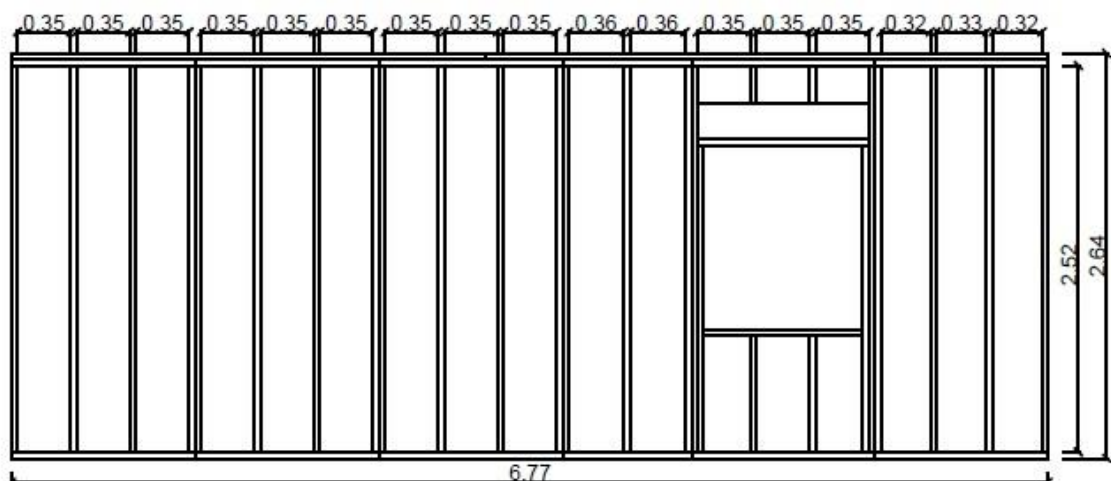
Painel 7



Painel 8 e 9



Painel 10



## APÊNDICE D – PLANO DE CORTE MONTANTES DOS PAINÉIS WOOD FRAME

**Gráfico padrões de Cortes**

---

**Cortar sobre Barras: PINUS 4X9 Comprimento: 4000**

( B01 ): Quantidade: 1 Perda: 40

Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários
PINUS 4X9	1	1	3800	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9	1	1	150	<input type="checkbox"/>	

---

( B02 ): Quantidade: 1 Perda: 225

Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários
PINUS 4X9	1	1	3770	<input type="checkbox"/>	

---

( B03 ): Quantidade: 1 Perda: 15

Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários
PINUS 4X9	1	1	3670	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9	2	2	150	<input type="checkbox"/>	

---

( B04 ): Quantidade: 1 Perda: 30

Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários
PINUS 4X9	1	1	3200	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9	1	1	760	<input type="checkbox"/>	

---

( B05 ): Quantidade: 1 Perda: 30

Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários
PINUS 4X9	1	1	3100	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9	1	1	860	<input type="checkbox"/>	

---

Unidade de Medida: milímetros Régua Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barras: PINUS 4X9 Comprimento: 4000</b>			
<b>( B06 ): Quantidade: 1 Perda: 10</b>			
PINUS 4X9 2900		PINUS 4X9 1080	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2900
PINUS 4X9	1	1	1080
<b>( B07 ): Quantidade: 1 Perda: 0</b>			
PINUS 4X9 2820		PINUS 4X9 1170	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2820
PINUS 4X9	1	1	1170
<b>( B08 ): Quantidade: 1 Perda: 30</b>			
PINUS 4X9 2700		PINUS 4X9 1260	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2700
PINUS 4X9	1	1	1260
<b>( B09 ): Quantidade: 1 Perda: 5</b>			
PINUS 4X9 2700		PINUS 4X9 1170	
PINUS 4X9 1170		PINUS 4X9 110	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2700
PINUS 4X9	1	1	1170
PINUS 4X9	1	1	110
<b>( B10 ): Quantidade: 2 Perda: 340</b>			
PINUS 4X9 2570		PINUS 4X9 1080	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	2	2570
PINUS 4X9	1	2	1080
Unidade de Medida : milímetros			
Página: 2			
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49			



Espessura da sierra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barras: PINUS 4X9 Comprimento: 4000</b>			
<b>( B11 ) :      Quantidade: 5      Perda: 70</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b>
PINUS 4X9	1	5	2520
PINUS 4X9	1	5	1400
<b>( B12 ) :      Quantidade: 3      Perda: 95</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b>
PINUS 4X9	1	3	2520
PINUS 4X9	1	3	1260
PINUS 4X9	1	3	110
<b>( B13 ) :      Quantidade: 9      Perda: 115</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b>
PINUS 4X9	1	9	2520
PINUS 4X9	1	9	1200
PINUS 4X9	1	9	150
<b>( B14 ) :      Quantidade: 25      Perda: 270</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b>
PINUS 4X9	1	25	2520
PINUS 4X9	1	25	1200
<b>( B15 ) :      Quantidade: 8      Perda: 0</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b>
PINUS 4X9	1	8	2520
PINUS 4X9	1	8	1130
PINUS 4X9	1	8	340
Unidade de Medida : milímetros		Página3	
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49			

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0																									
Cortar sobre Barras: PINUS 4X9 Comprimento: 4000																											
( B16 ): Quantidade: 2 Perda: 115																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ref peça</th> <th>Quan.</th> <th>Q.Tot.</th> <th>Long</th> <th>Revisão</th> <th>Comentários</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2520</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1130</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>220</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários	PINUS 4X9	1	2	2520	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	2	1130	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	2	220	<input type="checkbox"/>	
Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários																						
PINUS 4X9	1	2	2520	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	2	1130	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	2	220	<input type="checkbox"/>																							
( B17 ): Quantidade: 1 Perda: 125																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ref peça</th> <th>Quan.</th> <th>Q.Tot.</th> <th>Long</th> <th>Revisão</th> <th>Comentários</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2520</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1120</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>220</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários	PINUS 4X9	1	1	2520	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	1	1120	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	1	220	<input type="checkbox"/>	
Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários																						
PINUS 4X9	1	1	2520	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	1	1120	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	1	220	<input type="checkbox"/>																							
( B18 ): Quantidade: 2 Perda: 5																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ref peça</th> <th>Quan.</th> <th>Q.Tot.</th> <th>Long</th> <th>Revisão</th> <th>Comentários</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2520</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1120</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>110</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários	PINUS 4X9	1	2	2520	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	2	1120	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	3	6	110	<input type="checkbox"/>	
Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários																						
PINUS 4X9	1	2	2520	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	2	1120	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	3	6	110	<input type="checkbox"/>																							
( B19 ): Quantidade: 4 Perda: 430																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ref peça</th> <th>Quan.</th> <th>Q.Tot.</th> <th>Long</th> <th>Revisão</th> <th>Comentários</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2520</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1040</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários	PINUS 4X9	1	4	2520	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	4	1040	<input type="checkbox"/>							
Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários																						
PINUS 4X9	1	4	2520	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	4	1040	<input type="checkbox"/>																							
( B20 ): Quantidade: 1 Perda: 20																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ref peça</th> <th>Quan.</th> <th>Q.Tot.</th> <th>Long</th> <th>Revisão</th> <th>Comentários</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2520</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PINUS 4X9</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>990</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários	PINUS 4X9	1	1	2520	<input type="checkbox"/>		PINUS 4X9	1	1	990	<input type="checkbox"/>							
Ref peça	Quan.	Q.Tot.	Long	Revisão	Comentários																						
PINUS 4X9	1	1	2520	<input type="checkbox"/>																							
PINUS 4X9	1	1	990	<input type="checkbox"/>																							
Unidade de Medida : milímetros		Página: 4																									
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49																											

Espessura da sierra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barra: PINUS 4X9 Comprimento: 4000</b>			
PINUS 4X9	4	4	110 <input type="checkbox"/>
<b>(B21): Quantidade: 1 Perda: 135</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b> <b>Revisão</b> <b>Comentários</b>
PINUS 4X9	1	1	2520 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	1	990 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	3	3	110 <input type="checkbox"/>
<b>(B22): Quantidade: 7 Perda: 0</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b> <b>Revisão</b> <b>Comentários</b>
PINUS 4X9	1	7	2520 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	7	910 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	7	440 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	7	110 <input type="checkbox"/>
<b>(B23): Quantidade: 1 Perda: 5</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b> <b>Revisão</b> <b>Comentários</b>
PINUS 4X9	1	1	2520 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	1	890 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	1	600 <input type="checkbox"/>
<b>(B24): Quantidade: 1 Perda: 25</b>			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q.Tot.</b>	<b>Long</b> <b>Revisão</b> <b>Comentários</b>
PINUS 4X9	1	1	2520 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	1	840 <input type="checkbox"/>
PINUS 4X9	1	1	600 <input type="checkbox"/>
Unidade de Medida : milímetros			
Página 5			
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49			

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barra: PINUS 4X9 Comprimento: 4000</b>			
(B25): Quantidade: 1 Perda: 0			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2510
PINUS 4X9	1	1	760
PINUS 4X9	1	1	720
<u>Revisão</u> <input type="checkbox"/>			
<u>Comentários</u>			
(B26): Quantidade: 6 Perda: 130			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	6	2000
PINUS 4X9	1	6	1860
<u>Revisão</u> <input type="checkbox"/>			
<u>Comentários</u>			
(B27): Quantidade: 1 Perda: 25			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	1	1	2000
PINUS 4X9	1	1	1120
PINUS 4X9	1	1	840
<u>Revisão</u> <input type="checkbox"/>			
<u>Comentários</u>			
(B28): Quantidade: 1 Perda: 0			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	3	3	820
PINUS 4X9	2	2	760
<u>Revisão</u> <input type="checkbox"/>			
<u>Comentários</u>			
(B29): Quantidade: 1 Perda: 15			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X9	2	2	820
PINUS 4X9	1	1	800
PINUS 4X9	2	2	760
<u>Revisão</u> <input type="checkbox"/>			
<u>Comentários</u>			
Unidade de Medida : milímetros		Régua:6	
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49			

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barra: PINUS 4X8 Comprimento: 4000</b>			
( B30 ):      Quantidade: 1      Perda: 0			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q. Tot.</b>	<b>Long.</b>
PINUS 4X8	2	2	820
PINUS 4X8	2	2	790
PINUS 4X8	1	1	760
<b>Revisão</b> <input type="checkbox"/>			
<b>Comentários</b>			
( B31 ):      Quantidade: 1      Perda: 840			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q. Tot.</b>	<b>Long.</b>
PINUS 4X8	1	1	800
PINUS 4X8	2	2	790
PINUS 4X8	1	1	760
<b>Revisão</b> <input type="checkbox"/>			
<b>Comentários</b>			
Barras Total (PINUS 4X8 L=4000) : 93			
<b>Cortar sobre Barra: PINUS 4X8 Comprimento: 3000</b>			
( B32 ):      Quantidade: 3      Perda: 0			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q. Tot.</b>	<b>Long.</b>
PINUS 4X8	1	3	2520
PINUS 4X8	1	3	240
PINUS 4X8	2	6	110
<b>Revisão</b> <input type="checkbox"/>			
<b>Comentários</b>			
( B33 ):      Quantidade: 9      Perda: 250			
<b>Ref peça</b>	<b>Quan.</b>	<b>Q. Tot.</b>	<b>Long.</b>
PINUS 4X8	1	9	2520
PINUS 4X8	1	9	220
<b>Revisão</b> <input type="checkbox"/>			
<b>Comentários</b>			
Unidade de Medida : milímetros		Página 7	
Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49			

Espessura da serra: 5		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barra s: PINUS 4X8 Comprimento:3000</b>			
( B34 ) :      Quantidade: 12      Perda: 245			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X8	1	12	2520
PINUS 4X8	2	24	110
<input type="checkbox"/> <u>Revisão</u> <u>Comentários</u>			
( B35 ) :      Quantidade: 45      Perda: 475			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X8	1	45	2520
<input type="checkbox"/> <u>Revisão</u> <u>Comentários</u>			
( B36 ) :      Quantidade: 1      Perda: 80			
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>
PINUS 4X8	1	1	2000
PINUS 4X8	1	1	910
<input type="checkbox"/> <u>Revisão</u> <u>Comentários</u>			
Barras Total (PINUS 4X8 L=3000) : 70			
Ordenação: 540,2 Mt		Consumo Total: 582,0 Mt	
Perda: 41,8 Mt=>7,744%		Custo total: R\$ 3.201	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>Unidade de Medida : milímetros</span> <span>Página8</span> <span>Data e Hora: 20/05/2018 21:52:49</span> </div>			



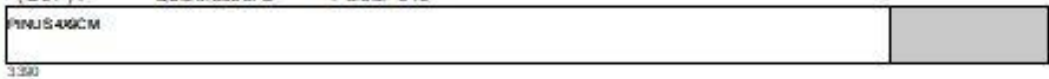
## APÊNDICE E – PLANO DE CORTE TESOURA

**Gráfico padrões de Cortes**

Espessura da sierra: 0      Excedente por barra: 0

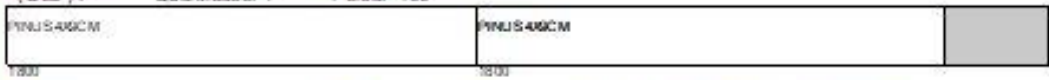
**Cortar sobre Barras: PINUS 4X9CM      Comprimento: 4000**

( B01 ):      Quantidade: 2      Perda: 610



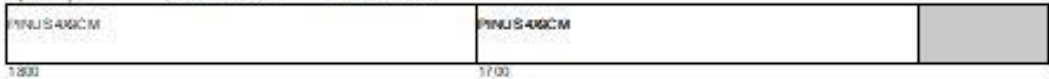
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
PINUS 4X9CM	1	2	3350	<input type="checkbox"/>	

( B02 ):      Quantidade: 1      Perda: 400



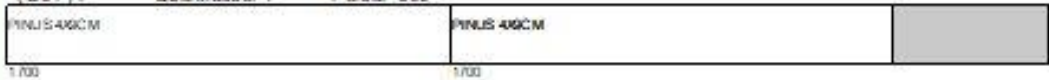
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
PINUS 4X9CM	2	2	1800	<input type="checkbox"/>	

( B03 ):      Quantidade: 1      Perda: 500



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
PINUS 4X9CM	1	1	1800	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9CM	1	1	1700	<input type="checkbox"/>	

( B04 ):      Quantidade: 1      Perda: 600




<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
PINUS 4X9CM	2	2	1700	<input type="checkbox"/>	

Barras Total (PINUS 4X9CM L=4000) : 5

**Cortar sobre Barras: PINUS 4X9CM      Comprimento:3000**

( B05 ):      Quantidade: 2      Perda: 50



<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q.Tot.</u>	<u>Long</u>	<u>Revisão</u>	<u>Comentários</u>
PINUS 4X9CM	1	2	2350	<input type="checkbox"/>	
PINUS 4X9CM	1	2	600	<input type="checkbox"/>	

Unidade de Medida : milímetros      Rqhnet      Data e Hora: 20/052018 21:58:53

Espessura da serra: 0		Excedente por barra: 0	
<b>Cortar sobre Barra s: PINUS 4X9CM Comprimento:3000</b>			
(B06):		Quantidade: 1	Perda: 0
PINUS 4X9CM 1800		PINUS 4X9CM 1200	
<u>Ref peça</u>	<u>Quan.</u>	<u>Q. Tot.</u>	<u>Long.</u>
PINUS 4X9CM	1	1	1800
PINUS 4X9CM	1	1	1200
<u>Revisão</u>			
<u>Comentários</u>			
Bares Total (PINUS 4X9CM L=3000) : 3			
Orden Neto : 26,2 Mt		Consumo Total : 29,0 Mt	
Perda : 2,8 Mt=>10,772%		Custo total : R\$ 160	
Unidade de Medida : milímetros			
Página2			
Data e Hora: 20/05/2018 21:58:53			



## APÊNDICE F – ORÇAMENTO ALVENARIA CONVENCIONAL

CÓDIGO	FONTE	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
<b>Serviços Preliminares</b>						<b>R\$766,81</b>
74077/003	SINAPI	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS P ONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m²	R\$4,99	39,14	R\$195,31
73948/016	SINAPI	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL)	m²	R\$3,81	150,00	R\$571,50
<b>Fundação (Radier h=12cm)</b>						<b>R\$4.063,23</b>
93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS.	m³	R\$60,63	6,66	R\$403,80
74076/003	SINAPI	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDAÇÃO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 10X	m²	R\$21,19	3,59	R\$76,07
94107	SINAPI	LASTRO DE BRITA	m³	R\$145,12	3,89	R\$564,52
68053	SINAPI	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, E SPESSURA 150 MICRAS.	m²	R\$4,99	55,55	R\$277,19
92800	SINAPI	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5.0 MM, UTILIZADO EM LAJE.	kg	R\$5,10	113,35	R\$578,09
90853	SINAPI	CONCRETAGEM DE LAJES CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA- LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	R\$324,86	6,66	R\$2.163,57
<b>Alvenaria</b>						<b>R\$6.786,46</b>
89302	SINAPI	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X39, (ESPESSURA DE 14 CM ), PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA.	m²	R\$57,33	105,17	R\$6.029,40
93190	SINAPI	VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA JANELAS C OM ATÉ 1,5 M DE VÃO.	m	R\$28,13	6,40	R\$180,03
93192	SINAPI	VERGA MOLDADA IN LOCO COM UTILIZAÇÃO DE BLOCOS CANALETA PARA PORTAS CO M ATÉ 1,5 M DE VÃO.	m	R\$32,60	5,75	R\$187,45
89998	SINAPI	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM.	kg	R\$4,58	49,92	R\$228,63
94963	SINAPI	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$268,24	0,60	R\$160,94
<b>Revestimento</b>						<b>R\$8.925,57</b>
87905	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (COM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L.	m²	R\$6,29	210,34	R\$1.323,04
89173	SINAPI	EMBOÇO/MASSA ÚNICA, APLICADO MANUALMENTE, TRAÇO 1:2:8, EM BETONEIRA DE 400L, PAREDES INTERNAS, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS, EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR (CASAS) E E DIFICAÇÃO PÚBLICA PADRÃO.	m²	R\$22,89	210,34	R\$4.814,68
87301	SINAPI	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) PARA CONTRAPISO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L.	m³	R\$381,34	1,11	R\$423,29
89045	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA A MBIENTES DE ÁREAS MOLHADAS, MEIA PAREDE OU PAREDE INTEIRA, COM PLACAS TIPO GRÊS OU SEMI-GRÊS, DIMENSÕES 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL	m²	R\$42,33	23,56	R\$997,29
87250	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 45X4 5 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2.	m²	R\$32,34	36,55	R\$1.182,03
88648	SINAPI	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_06/2014	m	R\$4,21	44,00	R\$185,24
<b>Cobertura</b>						<b>R\$5.969,50</b>
92549	SINAPI	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE TESOURA INTEIRA EM MADEIRA NÃO APARELHADA, VÃO DE 7 M, PARA TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO IÇAMENTO.	UN	R\$959,80	3,00	R\$2.879,40
94221	SINAPI	CUMEEIRA PARA TELHA CERÂMICA EMBOÇADA COM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (CIMENTO, CAL E AREIA) PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VER TICAL. AF_06/2016	m	R\$15,34	6,77	R\$103,85

94445	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO PLAN, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL.	m²	R\$ 28,28	64,16	R\$1.814,44
36230	SINAPI	FORRO DE PVC, FRISADO, BRANCO, REGUA DE 10 CM, ESPESSURA DE 8 MM A 10 MM E COMPRIMENTO 6 M	m²	R\$ 30,00	39,06	R\$1.171,80
		<b>Pintura</b>				<b>R\$4.783,13</b>
88415	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES	m²	R\$2,14	210,34	R\$450,13
88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	m²	R\$10,30	420,68	R\$4.333,00
		<b>Esquadrias</b>				<b>R\$4.169,51</b>
90822	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$285,17	4,00	R\$1.140,68
90821	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$288,03	1,00	R\$288,03
84645	SINAPI	VERNIZ SINTETICO BRILHANTE, 2 DEMAOS	m²	R\$16,08	16,38	R\$263,39
94569	SINAPI	JANELA BANHEIRO DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS, PADRONIZADA.	m²	R\$577,39	0,36	R\$207,86
94570	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS PADRONIZADA.	m²	R\$535,27	4,24	R\$2.269,54
		<b>Instalações Elétricas</b>				<b>R\$2.664,55</b>
91852	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 20 MM (1/2")	m	R\$5,62	19,00	R\$106,78
91854	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4")	m	R\$6,24	6,00	R\$37,44
91856	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 32 MM (1")	m	R\$7,73	30,00	R\$231,90
91940	SINAPI	CAIXA ELETRODUTO PVC 4 X 2"	UN	R\$9,26	15,00	R\$138,90
91937	SINAPI	CAIXA ELETRODUTO PVC 3 X 3"	UN	R\$7,98	1,00	R\$7,98
84402	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$56,07	1,00	R\$56,07
74094/001	SINAPI	LUMINARIA TIPO SPOT PARA 1 LAMPADA	UN	R\$26,34	7,00	R\$184,38
91953	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$18,44	3,00	R\$55,32
91959	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$29,19	2,00	R\$58,38
91997	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$23,62	7,00	R\$165,34
92005	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$39,52	1,00	R\$39,52
74130/001	SINAPI	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 24 0V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$13,38	3,00	R\$40,14
74130/002	SINAPI	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 35 A 50A 24 0V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$20,80	1,00	R\$20,80
91924	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$1,52	104,00	R\$158,08
91926	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$2,76	49,00	R\$135,24
91930	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$4,65	27,00	R\$125,55
91932	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$7,60	30,00	R\$228,00
9540	SINAPI	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO , INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	UN	R\$874,73	1,00	R\$874,73
		<b>Instalações Hidráulicas</b>				<b>R\$2.287,95</b>
89355	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$13,23	20,00	R\$264,60
89356	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$15,63	7,00	R\$109,41
89397	SINAPI	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$10,93	4,00	R\$43,72
89404	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$3,77	8,00	R\$30,16
89408	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,59	3,00	R\$13,77

90373	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$11,27	5,00	R\$56,35
89678	SINAPI	BUCHA DE REDUÇÃO, CPVC, SOLDÁVEL, DN28MM X 22MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$6,55	5,00	R\$32,75
89376	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20M M X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,14	2,00	R\$8,28
89383	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25M M X 3/4- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,84	4,00	R\$19,36
94783	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20 MM X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$12,75	1,00	R\$12,75
94703	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$14,74	3,00	R\$44,22
88504	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	R\$567,92	1,00	R\$567,92
89353	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA.	UN	R\$26,92	1,00	R\$26,92
89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$57,78	1,00	R\$57,78
89984	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 1/2", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$53,56	1,00	R\$53,56
94795	SINAPI	TORNEIRA DE BÓIA REAL, ROSCÁVEL, 1/2", FORNECIDA E INSTALADA.	UN	R\$40,44	1,00	R\$40,44
95469	SINAPI	VASO SANITARIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2016	UN	R\$152,88	1,00	R\$152,88
86902	SINAPI	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5" CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$149,05	1,00	R\$149,05
86933	SINAPI	BANCADA DE MÁRMORE SINTÉTICO 120 X 60CM, COM CUBA INTEGRADA, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA EM PLÁSTICO CROMADO TIPO AMERICANA E TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E IN STALAÇÃO.	UN	R\$253,59	1,00	R\$253,59
86876	SINAPI	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO SUSPENSO, 22L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO O E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	R\$129,45		R\$0,00
86916	SINAPI	TORNEIRA PLÁSTICA 3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$23,73	3,00	R\$71,19
95546	SINAPI	KIT DE ACESSORIOS PARA BANHEIRO EM METAL CROMADO, 5 PECAS, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	R\$121,51	1,00	R\$121,51
9535	SINAPI	CHUVEIRO ELETRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$60,46	1,00	R\$60,46
95635	SINAPI	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 25 (3/4) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$97,28	1,00	R\$97,28

<b>Instalações Sanitárias</b>							<b>R\$3.955,19</b>
89711	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO.	m	R\$14,46	12,00	R\$173,52	
89712	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO.	m	R\$21,28	2,00	R\$42,56	
89714	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 100 MM, FORNECIDO E	m	R\$40,75	10,00	R\$407,50	
89728	SINAPI	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$7,62	3,00	R\$22,86	
89748	SINAPI	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$25,32	3,00	R\$75,96	
89726	SINAPI	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,95	2,00	R\$13,90	
89724	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,07	3,00	R\$18,21	
89571	SINAPI	TÊ, PVC, SERIE R, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO	UN	R\$47,54	2,00	R\$95,08	
89797	SINAPI	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$34,73	1,00	R\$34,73	
89546	SINAPI	BUCHA DE REDUÇÃO, PVC, SERIE R, , DN 50 X 40 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,53	1,00	R\$6,53	
89752	SINAPI	LUVA SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$4,38	3,00	R\$13,14	
89778	SINAPI	LUVA SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$12,02	1,00	R\$12,02	
89707	SINAPI	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12/2014	UN	R\$23,28	1,00	R\$23,28	
74104/001	SINAPI	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UN	R\$131,75	1,00	R\$131,75	
74051/002	SINAPI	CAIXA DE GORDURA SIMPLES EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 40MM COM TAMPA - F ORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$133,55	1,00	R\$133,55	

83449	SINAPI	CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA	UN	R\$317,80	1,00	R\$317,80
95463	SINAPI	FOSSA SÉPTICA EM ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO MACIÇO, DIMENSÕES EXTERNAS DE 1,90X1,10X1,40 M, VOLUME DE 1.500 LITROS, REVESTIDO INTERNAMENTE COM MASSA ÚNICA E IMPERMEABILIZANTE E COM TAMPA DE CONCRETO ARMADO COM ESPESSURA DE 8 CM	UN	R\$1.284,97	1,00	R\$1.284,97
74198/001	SINAPI	SUMIDOURO EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESSURA 10CM	UN	R\$1.147,83	1,00	R\$1.147,83
		<b>Limpeza Final</b>				<b>R\$126,65</b>
9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	R\$2,28	55,55	R\$126,65
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$44.498,54</b>

## APÊNDICE G – ORÇAMENTO WOOD FRAME

CÓDIGO	FONTE	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO	QUANTIDADE	VALOR TOTAL
		<b>Serviços Preliminares</b>				<b>R\$766,81</b>
74077/003	SINAPI	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS P ONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	m²	R\$4,99	39,14	R\$195,31
73948/016	SINAPI	LIMPEZA MANUAL DO TERRENO (C/ RASPAGEM SUPERFICIAL)	m²	R\$3,81	150,00	R\$571,50
		<b>Fundação (Radier h=12cm)</b>				<b>R\$4.063,23</b>
93358	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS.	m³	R\$60,63	6,66	R\$403,80
74076/003	SINAPI	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 10X.	m²	R\$21,19	3,59	R\$76,07
94107	SINAPI	LASTRO DE BRITA	m³	R\$145,12	3,89	R\$564,52
68053	SINAPI	FORNECIMENTO/INSTALACAO LONA PLASTICA PRETA, PARA IMPERMEABILIZACAO, E SPESSURA 150 MICRAS.	m²	R\$4,99	55,55	R\$277,19
92800	SINAPI	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5.0 MM, UTILIZADO EM LAJE.	kg	R\$5,10	113,35	R\$578,09
90853	SINAPI	CONCRETAGEM DE LAJES CONCRETO USINADO BOMBÉÁVEL, FCK 20 MPA, LANÇADO COM BOMBA- LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO.	m³	R\$324,86	6,66	R\$2.163,57
		<b>Painéis</b>				<b>R\$15.454,64</b>
		<b>Estrutura</b>				<b>R\$5.434,13</b>
	Mercado	Soleira Pinus 50x110mm, c=3m	pç	R\$ 27,16	6,00	R\$162,96
	Mercado	Soleira Pinus 50x110mm, c=4m	pç	R\$ 36,71	7,00	R\$256,97
	Mercado	Parafuso 3/16 X 20cm	UN	R\$ 3,95	31,00	R\$122,45
	Mercado	Estrutura em madeira tratada formada por montantes e guias Pinus 40x90mm, c=4,00m	pç	R\$22,00	93,00	R\$2.046,00
	Mercado	Estrutura em madeira tratada formada por montantes e guias Pinus 40x90mm, c=3,00m	pç	R\$16,50	70,00	R\$1.155,00
	Mercado	Prego 18x36 galvanizado Fixação painel soleira	kg	R\$10,90	1,00	R\$10,90
	Mercado	Prego 18x36 galvanizado Painel	kg	R\$10,90	12,10	R\$131,89
	Mercado	BANDA ACUSTICA 70 X 4 X 10.000mm	RL	R\$56,00	4,00	R\$224,00
	Mercado	Lã de vidro 75mm - ISOVER	m²	R\$12,98	102,00	R\$1.323,96
		<b>Revestimento interno</b>				<b>R\$1.396,90</b>
	Mercado	Gesso acartonado 1,20mx1,80mx12,5mm	UN	R\$25,00	50,00	R\$ 1.250,00
	Mercado	Pregos para fixação	kg	R\$11,30	13,00	R\$ 146,90
		<b>Revestimento externo</b>				<b>R\$ 6.435,14</b>
	Mercado	Painel OSB LP 1200mm x 2400mm x 9,5mm	UN	R\$ 57,00	41,00	R\$ 2.337,00
	Mercado	Pregos para fixação	kg	R\$11,30	13,00	R\$ 146,90
79463	SINAPI	PINTURA A OLEO, 1 DEMAIO	m²	R\$ 12,69	105,17	R\$1.334,61
88415	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PAREDES	m²	R\$2,14	210,34	R\$450,13
88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS.	m²	R\$10,30	210,34	R\$2.166,50
		<b>Mão de obra (Estrutura + Revestimento interno + Revestimento)</b>				<b>R\$881,64</b>
		Mão de obra montador	h	R\$14,85	51,47	R\$764,33
		Mão de obra ajudante	h	R\$11,40	10,29	R\$117,31
		<b>Impermeabilização</b>				<b>R\$1.306,84</b>
	Mercado	Membrana tytar rolo com 27,74m²	RL	R\$198,00	4,00	R\$792,00
	Mercado	Pregos para fixação	kg	R\$11,30	26,00	R\$293,80
	Mercado	Mão de obra	h	R\$21,46	10,30	R\$221,04

Cobertura							R\$5.354,23
	Mercado	Estrutura em madeira tratada formada por banzo, montante e diagonal; Pinus 40x90mm, c=4,00m	pç	R\$22,00	20,00	R\$440,00	
	Mercado	Estrutura em madeira tratada formada por banzo, montante e diagonal; Pinus 40x90mm, c=3,00m	pç	R\$16,50	90,00	R\$1.485,00	
	Mercado	Pregos 18x36 Galvanizado	kg	R\$10,90	3,00	R\$32,70	
	Mercado	Ripas 2,5x5cm; C= 4m	pç	R\$9,19	12,00	R\$110,28	
	Mercado	Mão de obra carpinteiro	h	R\$20,55	10,63	R\$218,45	
		Mão de obra ajudante de carpinteiro	h	R\$16,82	10,63	R\$178,80	
94207	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MAIOR QUE 10°, C OM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO.	m²	R\$ 29,12	58,97	R\$1.717,21	
36230	SINAPI	FORRO DE PVC, FRISADO, BRANCO, REGUA DE 10 CM, ESPESSURA DE 8 MM A 10 MM E COMPRIMENTO 6 M	m²	R\$ 30,00	39,06	R\$1.171,80	
Revestimento							R\$2.364,56
89045	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA A MBIENTES DE ÁREAS MOLHADAS, MEIA PAREDE OU PAREDE INTEIRA, COM PLACAS TIPO GRÊS OU SEMI-GRÊS, DIMENSÕES 20X20 CM, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL	m²	R\$42,33	23,56	R\$997,29	
87250	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 45X4 5 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2.	m²	R\$32,34	36,55	R\$1.182,03	
88648	SINAPI	RODAPÉ CERÂMICO DE 7CM DE ALTURA COM PLACAS TIPO GRÊS DE DIMENSÕES 35X35CM. AF_06/2014	m	R\$4,21	44,00	R\$185,24	
Equadrias							R\$4.169,51
90822	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 80X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$285,17	4,00	R\$1.140,68	
90821	SINAPI	PORTA DE MADEIRA PARA PINTURA, SEMI-OCA (LEVE OU MÉDIA), 70X210CM, ESPESSURA DE 3,5CM, INCLUSO DOBRADIÇAS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$288,03	1,00	R\$288,03	
84645	SINAPI	VERNIZ SINTÉTICO BRILHANTE, 2 DEMAOS	m²	R\$16,08	16,38	R\$263,39	
94569	SINAPI	JANELA BANHEIRO DE ALUMÍNIO MAXIM-AR, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS, PADRONIZADA.	m²	R\$577,39	0,36	R\$207,86	
94570	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER, 2 FOLHAS, FIXAÇÃO COM PARAFUSO SOBRE CONTRAMARCO (EXCLUSIVE CONTRAMARCO), COM VIDROS PADRONIZADA.	m²	R\$535,27	4,24	R\$2.269,54	
Instalações Elétricas							R\$2.664,55
91852	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 20 MM (1/2")	m	R\$5,62	19,00	R\$106,78	
91854	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4")	m	R\$6,24	6,00	R\$37,44	
91856	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 32 MM (1")	m	R\$7,73	30,00	R\$231,90	
91940	SINAPI	CAIXA ELETRODUTO PVC 4 X 2"	UN	R\$9,26	15,00	R\$138,90	
91937	SINAPI	CAIXA ELETRODUTO PVC 3 X 3"	UN	R\$7,98	1,00	R\$7,98	
84402	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA P/ 6 DISJUNTORES - FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$56,07	1,00	R\$56,07	
74094/001	SINAPI	LUMINARIA TIPO SPOT PARA 1 LAMPADA INCANDESCENTE/FLUORESCENTE COMPACTA	UN	R\$26,34	7,00	R\$184,38	
91953	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (1 MÓDULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$18,44	3,00	R\$55,32	
91959	SINAPI	INTERRUPTOR SIMPLES (2 MÓDULOS), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$29,19	2,00	R\$58,38	
91997	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (1 MÓDULO), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$23,62	7,00	R\$165,34	
92005	SINAPI	TOMADA MÉDIA DE EMBUTIR (2 MÓDULOS), 2P+T 20 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$39,52	1,00	R\$39,52	
74130/001	SINAPI	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 10 A 30A 24 0V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$13,38	3,00	R\$40,14	
74130/002	SINAPI	DISJUNTOR TERMOMAGNETICO MONOPOLAR PADRAO NEMA (AMERICANO) 35 A 50A 24 0V, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$20,80	1,00	R\$20,80	
91924	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 1,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$1,52	104,00	R\$158,08	
91926	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$2,76	49,00	R\$135,24	
91930	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$4,65	27,00	R\$125,55	



91932	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$7,60	30,00	R\$228,00
9540	SINAPI	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA AÉREA MONOFÁSICA 50A COM POSTE DE CONCRETO, INCLUSIVE CABEAMENTO, CAIXA DE PROTEÇÃO PARA MEDIDOR E ATERRAMENTO.	UN	R\$874,73	1,00	R\$874,73

<b>Instalações Hidráulicas</b>							<b>R\$2.287,95</b>
89355	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$13,23	20,00	R\$264,60	
89356	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	m	R\$15,63	7,00	R\$109,41	
89397	SINAPI	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$10,93	4,00	R\$43,72	
89404	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$3,77	8,00	R\$30,16	
89408	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,59	3,00	R\$13,77	
90373	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$11,27	5,00	R\$56,35	
89678	SINAPI	BUCHA DE REDUÇÃO, CPVC, SOLDÁVEL, DN28MM X 22MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$6,55	5,00	R\$32,75	
89376	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20M M X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,14	2,00	R\$8,28	
89383	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25M M X 3/4- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$4,84	4,00	R\$19,36	
94783	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 20 MM X 1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$12,75	1,00	R\$12,75	
94703	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$14,74	3,00	R\$44,22	
88504	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS, COM ACESSÓRIOS	UN	R\$567,92	1,00	R\$567,92	
89353	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA.	UN	R\$26,92	1,00	R\$26,92	
89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$57,78	1,00	R\$57,78	
89984	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 1/2", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$53,56	1,00	R\$53,56	
94795	SINAPI	TORNEIRA DE BÓIA REAL, ROSCÁVEL, 1/2", FORNECIDA E INSTALADA.	UN	R\$40,44	1,00	R\$40,44	
95469	SINAPI	VASO SANITARIO SIFONADO CONVENCIONAL COM LOUÇA BRANCA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2016	UN	R\$152,88	1,00	R\$152,88	
86902	SINAPI	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUNA, *44 X 35,5* CM, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$149,05	1,00	R\$149,05	
86933	SINAPI	BANCADA DE MÁRMORE SINTÉTICO 120 X 60CM, COM CUBA INTEGRADA, INCLUSO SIFÃO TIPO GARRAFA EM PVC, VÁLVULA EM PLÁSTICO CROMADO TIPO AMERICANA E TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$253,59	1,00	R\$253,59	
86876	SINAPI	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO SUSPENSO, 22L OU EQUIVALENTE - FORNECIMENTO O E INSTALAÇÃO. AF_12/2013	UN	R\$129,45		R\$0,00	
86916	SINAPI	TORNEIRA PLÁSTICA 3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$23,73	3,00	R\$71,19	
95546	SINAPI	KIT DE ACESSORIOS PARA BANHEIRO EM METAL CROMADO, 5 PECAS, INCLUSO FIXAÇÃO.	UN	R\$121,51	1,00	R\$121,51	
9535	SINAPI	CHUVEIRO ELETRICO COMUM CORPO PLASTICO TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$60,46	1,00	R\$60,46	
95635	SINAPI	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC SOLDÁVEL DN 25 (¾) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UN	R\$97,28	1,00	R\$97,28	

<b>Instalações Sanitárias</b>							<b>R\$3.955,19</b>
89711	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO.	m	R\$14,46	12,00	R\$173,52	
89712	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO.	m	R\$21,28	2,00	R\$42,56	
89714	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO.	m	R\$40,75	10,00	R\$407,50	
89728	SINAPI	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$7,62	3,00	R\$22,86	
89748	SINAPI	CURVA CURTA 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$25,32	3,00	R\$75,96	
89726	SINAPI	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,95	2,00	R\$13,90	
89724	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,07	3,00	R\$18,21	

89571	SINAPI	TÊ, PVC, SERIE R, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$47,54	2,00	R\$95,08
89797	SINAPI	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$34,73	1,00	R\$34,73
89546	SINAPI	BUCHA DE REDUÇÃO, PVC, SERIE R, , DN 50 X 40 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$6,53	1,00	R\$6,53
89752	SINAPI	LUVA SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$4,38	3,00	R\$13,14
89778	SINAPI	LUVA SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO.	UN	R\$12,02	1,00	R\$12,02
89707	SINAPI	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_12 /2014	UN	R\$23,28	1,00	R\$23,28
74104/001	SINAPI	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UN	R\$131,75	1,00	R\$131,75
74051/002	SINAPI	CAIXA DE GORDURA SIMPLES EM CONCRETO PRE-MOLDADO DN 40MM COM TAMPA - F ORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	R\$133,55	1,00	R\$133,55
83449	SINAPI	CAIXA DE PASSAGEM 60X60X70 FUNDO BRITA COM TAMPA	UN	R\$317,80	1,00	R\$317,80
95463	SINAPI	FOSSA SÉPTICA EM ALVENARIA DE TIJOLO CERÂMICO MACIÇO, DIMENSÕES EXTERNAS DE 1,90X1,10X1,40 M, VOLUME DE 1.500 LITROS, REVESTIDO INTERNAMENTE COM MASSA ÚNICA E IMPERMEABILIZANTE E COM TAMPA DE CONCRETO ARMADO COM ESPESSURA DE 8 CM	UN	R\$1.284,97	1,00	R\$1.284,97
74198/001	SINAPI	SUMIDOURO EM ALVENARIA DE TIJOLO CERAMICO MACICO DIAMETRO 1,20M E ALTURA 5,00M, COM TAMPA EM CONCRETO ARMADO DIAMETRO 1,40M E ESPESSURA 10CM	UN	R\$1.147,83	1,00	R\$1.147,83
		<b>Limpeza Final</b>				<b>R\$126,65</b>
9537	SINAPI	LIMPEZA FINAL DA OBRA	m²	R\$2,28	55,55	R\$126,65
					<b>TOTAL</b>	<b>R\$41.207,32</b>