

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**NAYARA RIBEIRO DOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA  
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA  
CONSTRUTIVO WOOD FRAME**

**ANÁPOLIS / GO**

**2021**

**NAYARA RIBEIRO DOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA  
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA  
CONSTRUTIVO WOOD FRAME**

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

**ORIENTADORA: KÍRIA NERY ALVES DO ESPÍRITO  
SANTOS GOMES**

**ANÁPOLIS / GO: 2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SANTOS, NAYARA RIBEIRO

Estudo comparativo entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo Wood Frame

72P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Wood Frame

2. Construção sustentável

3. Sistema convencional

4. Estrutura leve

I. ENC/UNI

II. Bacharel

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTOS, Nayara Ribeiro. Estudo comparativo entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo Wood Frame. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 72p. 2021.

## CESSÃO DE DIREITOS

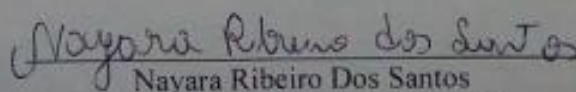
NOME DO AUTOR: Nayara Ribeiro Dos Santos

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo comparativo entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo Wood Frame

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

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

  
Nayara Ribeiro Dos Santos

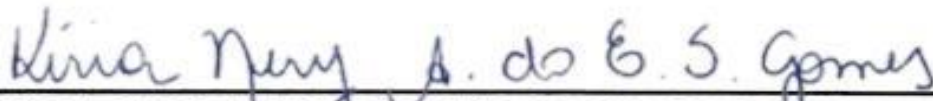
E-mail: nayararibeirosantos14@hotmail.com

**NAYARA RIBEIRO DOS SANTOS**

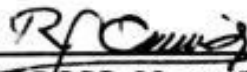
**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA  
CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA  
CONSTRUTIVO WOOD FRAME**

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

**APROVADO POR:**



**KÍRIA NERY ALVES DO ESPÍRITO SANTOS GOMES, Mestra  
(UnIEVANGÉLICA)  
(ORIENTADORA)**



**ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UnIEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**



**JULLIANA SIMAS VASCONCELLOS, Mestra (UEG)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 28 de Maio de 2021.**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a Deus pela vida e por ter me proporcionado essa oportunidade única que é estar realizando esse grande sonho, agradeço pelas forças, pelo amor e cuidado que Ele teve comigo durante toda minha trajetória.

Em segundo lugar eu agradeço ao Projeto Criar e Tocar que me proporcionou essa oportunidade, em especial minha querida coordenadora Eloide Maria que desde o início me incentivou e me ajudou a correr atrás deste sonho, agradeço também ao maestro Daniel Godoy e ao maestro Antônio, que quando mais precisei me recebeu de braços abertos e a professora Marisa por tanto carinho e cuidado comigo.

A minha mãe Divina e a minha irmã Nathalia por todo amor, motivação e apoio dado ao longo desses cinco anos. Ao meu querido marido Jonathan por tanta compreensão e cuidado comigo, e a minha sogra Francisca por todos os abraços e orações. Essa vitória também é de vocês. Não poderia deixar de agradecer também a minha tia Lucineia por todas as vezes que me escutou e me aconselhou, a minha prima Ludmilla por estar sempre ao meu lado, e ao meu primo Thalisson por não soltar a minha mão, e por tudo que fez e faz por mim.

Agradeço aos amigos que fiz durante essa caminhada porque sem eles não seria possível chegar até aqui. E agradeço aos meus amigos irmãos Juliana e Marcio por todo apoio e amor me dado durante todos esses anos.

A minha orientadora, Me. Kiria Nery, por toda dedicação, paciência e sabedoria a mim passado. Sem seu suporte e seus conhecimentos a finalização deste trabalho não seria possível, muito obrigada por esta oportunidade.

Agradeço também a empresa Tecverde em especial a Camila dos novos negócios por toda paciência e por todo material disponibilizado, os quais foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Porque Deus é o que opera em vós tanto o querer  
como o efetuar, segundo a sua boa vontade.

(FILIPENSES, Cap2, Versículo 13)

## RESUMO

Com o grande crescimento populacional e a preocupação com o meio ambiente, a indústria da construção civil tem procurado por novos sistemas construtivos, com o objetivo de ter uma produtividade maior e um menor desperdício de materiais. No Brasil o sistema predominante ainda é o sistema construtivo convencional. Uma alternativa de sistema sustentável é o sistema construtivo Wood Frame, sistema esse bastante utilizado em países desenvolvidos. Portanto, o seguinte trabalho tem como objetivo realizar um comparativo entre estruturas dos sistemas construtivos convencional em concreto armado e Wood Frame, e apresentar os custos de cada sistema. O comparativo realizado no trabalho foi em uma residência unifamiliar de 64,15 m<sup>2</sup>, e a diferença de custos da estrutura do Wood Frame foi de 10,066% mais cara que a estrutura do convencional. O Wood Frame apresenta vantagens em comparação ao sistema construtivo convencional por sua característica de construção a seco, isso faz com que a sustentabilidade seja um dos seus pontos positivos, mas seu custo ainda é alto o que dificulta ainda mais a aceitação das pessoas em relação a esse tipo de sistema construtivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Wood Frame. Sistema convencional. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

With the great population growth and the concern with the environment, the construction industry has been looking for new construction systems, with the objective of having a higher productivity and less waste of materials. In Brazil, the predominant system is still the conventional construction system. An alternative to a sustainable system is the Wood Frame construction system, a system that is widely used in developed countries. Therefore, the following work aims to make a comparison between structures of the conventional construction systems in reinforced concrete and Wood Frame, and present the costs of each system. The comparison made in the work was in a single-family residence of 64.15 m<sup>2</sup>, and the difference in costs of the structure of the Wood Frame was 10.066% more expensive than the structure of the conventional Wood Frame presents advantages in comparison to the conventional construction system due to its characteristic of dry construction, this makes sustainability one of its positive points, but its cost is still high, which makes it even more difficult for people to accept this type of construction system.

**KEYWORDS:** Wood Frame. Conventional system. Sustainability.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de ciclo fechado.....	18
Figura 2 – Sistema de ciclo aberto .....	19
Figura 3 – Perfis de madeira.....	23
Figura 4 – Forma radier .....	24
Figura 5 – Detalhe radier .....	24
Figura 6 – Composição da parede .....	25
Figura 7 – Quadro estrutural com aberturas para porta e janela.....	26
Figura 8 – Instalação hidráulicas .....	26
Figura 9 – Instalação elétrica.....	27
Figura 10 – Revestimento externo com placa cimentícia.....	28
Figura 11 – Estrutura do telhado .....	29
Figura 12 – Elementos de concreto armado .....	30
Figura 13 – Tipos de fundação .....	31
Figura 14 – Elementos básico da estrutura.....	32
Figura 15 – Alvenaria de vedação .....	34
Figura 16 – Instalação Hidráulica.....	35
Figura 17 – Instalação elétricas .....	36
Figura 18 – Revestimento.....	36
Figura 19 – Elemento de estrutura do telhado.....	38
Figura 20 – Planta Baixa .....	40
Figura 21 – Detalhamento da parede Wood Framing.....	42
Figura 22 – Detalhamento da área molhada (box) Wood Frame .....	43
Figura 23 – Detalhe área molhada convencional .....	43
Figura 24 – Comparativo entre Wood Frame e Concreto armado .....	50
Figura 25 - Locação dos pilares na fundação .....	58
Figura 26 – Detalhe da planta do radier .....	59
Figura 27 - Detalhe planta da cobertura .....	60
Figura 28 - Posicionamento das malhas na Laje .....	61
Figura 29 – Posicionamento dos trilhos na laje.....	62
Figura 30 – Detalhamento de Vigas .....	63
Figura 31 – Lista de armaduras .....	64
Figura 32 – Detalhamento dos ganchos.....	65

Figura 33 – Informações gerais .....	66
Figura 34 – Distribuição dos montantes .....	67
Figura 35 - Reforço dos montantes.....	68
Figura 36 – Vergas e Umbrais.....	69
Figura 37 – Ancoragem das paredes na fundação .....	70
Figura 38 – Detalhe da ancoragem das paredes na fundação .....	71
Figura 39 – Observação para os painéis das paredes.....	71
Figura 40 – Observações gerais do projeto.....	72

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Orçamento da estrutura em Wood Frame .....	45
Tabela 2 – Orçamento de vedação e revestimento em Wood Frame .....	46
Tabela 3 – Orçamento estrutura em concreto armado (pilares, vigas e laje).....	47
Tabela 4 – Orçamento da vedação da estrutura convencional.....	49
Tabela 5 – Orçamento do revestimento interno e externo.....	49
Tabela 6 – Orçamento geral.....	50

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
CBC	Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum
DATEc	Documento de Avaliação Técnica
OSB	Orientend Strand Board
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnicas
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS .....	14
<b>1.2.1 Objetivos Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>14</b>
1.3 METODOLOGIA .....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS .....	16
<b>2.1.1 Industrialização na construção civil .....</b>	<b>16</b>
2.1.1.1 Industrialização de ciclo fechado.....	17
2.1.1.2 Industrialização de ciclo aberto .....	18
2.1.1.3 Industrialização de ciclo flexibilizado .....	20
2.1.1.4 Modulação ou coordenação modular .....	20
2.2 SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME .....	22
<b>2.2.1 Etapas construtivas Wood Frame.....</b>	<b>23</b>
2.2.1.1 Fundação.....	23
2.2.1.2 Estrutura.....	25
2.2.1.3 Instalações elétricas e hidráulicas .....	26
2.2.1.4 Revestimento .....	27
2.2.1.5 Cobertura .....	28
2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO COVENCIONAL .....	29
<b>2.3.1 Etapas construtivas sistema convencional .....</b>	<b>30</b>
2.3.1.1 Fundação.....	30
2.3.1.2 Estrutura.....	32
2.3.1.2.1 <i>Pilar</i> .....	33
2.3.1.2.2 <i>Vigas</i> .....	33
2.3.1.2.3 <i>Lajes</i> .....	33
2.3.1.3 Alvenaria.....	33
2.3.1.4 Instalações elétricas e hidráulicas .....	34

2.3.1.5	Revestimento .....	36
2.3.1.6	Cobertura .....	37
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>39</b>
3.1	PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE CADA SISTEMA CONSTRUTIVO.....	41
3.1.1	<b>Estrutura .....</b>	<b>41</b>
3.1.2	<b>Vedação da estrutura .....</b>	<b>41</b>
3.1.3	<b>Revestimento .....</b>	<b>42</b>
3.2	SEMELHANÇA ENTRE SISTEMAS .....	43
3.2.1	<b>Instalação Elétrica .....</b>	<b>44</b>
3.2.2	<b>Instalação Hidráulica .....</b>	<b>44</b>
3.2.3	<b>Cobertura .....</b>	<b>44</b>
3.3	CUSTOS .....	44
3.3.1	<b>Custos da estrutura em Wood Frame.....</b>	<b>45</b>
3.3.2	<b>Custos da vedação e revestimento da estrutura Wood Frame.....</b>	<b>45</b>
3.3.3	<b>Custos estrutura convencional .....</b>	<b>47</b>
3.3.4	<b>Custo da vedação e revestimento da estrutura convencional.....</b>	<b>48</b>
3.4	COMPARATIVO DE CUSTO GERAL.....	49
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>51</b>
4.1	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....	51
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE A - PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO .....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO A – PROJETO ESTRUTURAL WOOD FRAME .....</b>	<b>67</b>

# 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Sistema de Inteligência Setorial – SIS (2019) “A construção civil é responsável por movimentar mais de 70 setores da economia e representa 6,2% do PIB Brasileiro”. Portanto o setor da construção civil é considerado um setor chave para o desenvolvimento da economia, já que está ligada diretamente com o crescimento das cidades e com a diminuição dos déficits habitacionais.

A construção civil de um modo geral no Brasil ainda está bastante atrasada em relação a outros países em desenvolvimento, pois é bastante marcado pelo sistema construtivo convencional. Observando novas possibilidades, técnicas e outros tipos de materiais, o setor tem procurado aprimorar-se em soluções, capazes de atender uma grande demanda.

Segundo Powell *et al.* (2009) embora a tecnologia teve grandes avanços nos últimos anos, para que esse avanço nas construções de habitações seja constante, é necessário não somente o estudo básico para adquirir conhecimento, mas também a transferência da tecnologia a ser executada na prática, visto que uma casa ideal tem que ser segura, confortável, acessível, durável, resistente a desastres e sustentável.

Analisando o cenário atual pode-se perceber que houve uma grande redução em recursos naturais, deste modo a sociedade se depara com a necessidade de obter novos hábitos de consumo, através de estudos de novas soluções capaz de fazer com que a sustentabilidade faça parte do cotidiano de modo natural. Através de estudos estima-se que o setor da construção civil seja responsável por cerca de 40% dos resíduos gerados em toda a economia (PIOVANZ JUNIOR; SILVA, 2007 *apud* SPANIOL, 2018).

Dentre várias das possibilidades para uma construção rápida e acessível o Wood Frame ganha destaque por ser uma construção sustentável a partir de madeiras reflorestadas, e seus processos serem grande parte industrializada, assim o tempo de execução da obra é reduzida pela metade do que o habitual. Outras características deste tipo de sistema construtivo são a sua durabilidade, o conforto térmico e acústico.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A proposta inicial para utilização do Wood Frame em prol da sustentabilidade surgiu através de observação da transformação dos métodos construtivos e tecnologias utilizadas que vem crescendo ao longo do tempo, o país tem buscado opções para o aumento das atividades econômicas, por tanto uma das alternativas para a abertura de novas possibilidades é o

incentivo ao desenvolvimento no setor florestal (CALIL JUNIOR; LAHR, 2003). Portanto, este trabalho tem por justificativa o interesse em apresentar um sistema alternativo para habitações unifamiliares, pois no Brasil grande partes das construções são executadas de maneira convencional, sendo que este sistema convencional ainda apresenta um número considerável de resíduos gerados em obras tornando-o assim uma construção não sustentável, e o seu tempo de execução não satisfatório.

O sistema alternativo Wood Frame é constituído por perfis de madeira leves e pré-fabricados, características essas que o leva a apresentar baixo desperdício de materiais que consequentemente gera baixos resíduos levando a ser assim um dos sistemas sustentáveis, além de apresentar rápida execução.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivos Geral

A pesquisa tem como objetivo geral elaborar um estudo a respeito do sistema construtivo Wood Frame, apresentá-lo como uma alternativa para as construções sustentáveis e fazer uma análise comparativa de custos entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo Wood Frame.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o sistema construtivo Wood Frame;
- Detalhar as etapas construtivas em Wood frame e o sistema construtivo convencional;
- Apresentar custos do sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em Wood Frame;
- Apresentar o sistema mais viável em relação a custos.

## 1.3 METODOLOGIA

As metodologias utilizadas foram de cunho teórico através de pesquisas bibliográficas de artigos, livros e sites que abordam o assunto de forma clara e objetiva. Para a



apresentação do resultado orçamentário foi realizado um estudo de caso de uma casa unifamiliar padrão Minha Casa Minha Vida para o sistema construtivo Wood Frame e para o sistema construtivo convencional.

Além de apresentar as vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos convencional e do sistema Wood Frame, a análise obtida através dos resultados deste orçamento será para demonstrar qual o sistema é mais viável em relação ao seu custo benefício.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a introdução ao tema e os sub tópicos: justificativa, os objetivos gerais e específico a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica sobre o tema, a diferença entre cada sistema construtivo: fundação, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, revestimento e cobertura.

O capítulo 3 apresenta o estudo de caso, descreve materiais utilizados na estrutura de cada sistema construtivos, suas particularidades e semelhanças, apresenta também orçamento de cada sistema.

No capítulo 4 é apresentada a conclusão do estudo de caso.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

Os sistemas construtivos são definidos pelo conjunto de técnicas e tecnologias aplicadas para as construções, sejam elas de grande, médio ou pequeno porte. Estes sistemas são caracterizados de duas maneiras, são eles: sistema construtivo industrializado e o sistema construtivo convencional, dentro destes sistemas existem também a diversidades de métodos construtivos.

Os sistemas construtivos industrializados no Brasil ainda são pequenos se comparada com países desenvolvidos, isso ocorre devido uma notável oscilação de implantação de novas tecnologias para o setor da construção civil assim como a falta de mão de obra, e também porque à aceitação do consumidor por essas novas construções ainda é um obstáculo (FERREIRA, 2014).

Uma das principais características deste tipo de sistema construtivo é o impacto positivo que é gerado na economia e no meio ambiente. Através de estudos é possível realizar uma comparação entre as construções industrializadas e as construções convencionais, e os principais pontos a serem avaliados é o tempo gasto em canteiros de obra, a redução de números de funcionários e a diminuição de desperdício de materiais utilizados (CAMPOS; LARA, 2012; MARCO, 2015).

Os métodos construtivos representam a parte estrutural de uma construção e essa é a parte mais importante. A escolha do tipo de método ideal se dá através de estudos realizados aonde a obra será executada, então depende de vários fatores. Existem diversos métodos construtivos, porém atualmente os mais utilizados são: alvenaria convencional, alvenaria estrutural, paredes de concreto e o Light Steel Frame (ENTENDANTES, 2020).

#### **2.1.1 Industrialização na construção civil**

O setor da construção civil ainda é consideravelmente atrasado em relação a outros setores quando se trata de industrialização. Durante alguns anos a pergunta que se fazia era, se a construção no Brasil seguiria os mesmos padrões das construções dos países da América do Norte, Ásia e Europa, que após o fim da segunda guerra mundial teve maior participação de materiais pré fabricados que possibilitasse maior produtividade e economia com a mão de obra (FARIA, 2008).

A industrialização no ramo da construção civil foi vista como uma única solução para a complexidade dos problemas que se enfrentavam, a partir deste momento a Europa começou a se reerguer e a França foi o grande exemplo no uso da mecanização de processos industriais na construção civil (Marco, 2015). Diante disto foram criados dois conceitos para definir a industrialização na construção que diferenciam pelo modo de utilização que são os sistemas de ciclo fechado, e de ciclo aberto.

A ideia de industrialização na construção civil tem haver em transformar o canteiro de obras em uma grande linha de montagem assim como ocorre em indústrias automobilísticas. A proposta inicial com a industrialização seria que grande parte dos processos realizados, ainda manualmente por trabalhadores possam ser substituídos por pré-fabricados, deste modo o trabalho a ser realizado seria a montagem da estrutura e o acabamento, assim a execução das obras ocorreria com tempo menor (THORUS ENGENHARIA, 2020).

O início do processo industrial na construção ocorreu com o uso de peças de concreto pré-fabricadas, e isso promoveu um grande passo de qualidade e organização dentro dos canteiros de obras, pois através de uma produção controlada as obras aconteceriam com agilidade e segurança (BAPTISTA, 2005).

#### 2.1.1.1 Industrialização de ciclo fechado

O sistema denominado de ciclo fechado nasceu após o período de pós-guerra nos países da Europa, com a grande necessidade de uma rápida reconstrução a França foi o país que utilizou bastantes elementos pré-fabricados de concreto armado (BRUNA, 1976 *apud* MARCO, 2015).

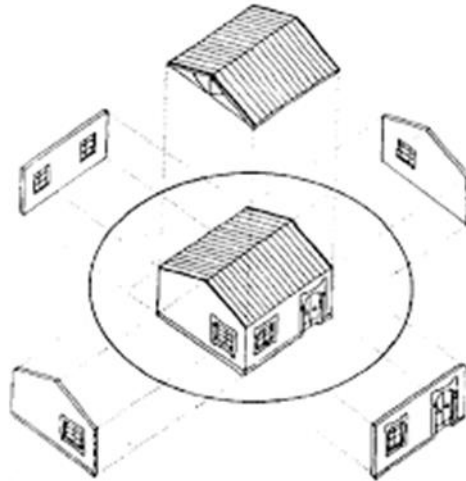
De acordo com Ferreira (2003) durante o período pós-guerra os elementos pré-fabricados representavam a tecnologia principal do ciclo fechado, onde a preocupação principal era aplicar na construção civil os mesmos conceitos aplicados em outros setores da indústria, procurando uma produção em série com um alto índice de repetição dos componentes pré-fabricados.

Conforme Marco (2015) o sistema de ciclo fechado baseia-se na fabricação de itens adequados a cada tipo específico de edificação, ou seja, a partir de um projeto de uma edificação é possível visualizar qual será o tipo de elemento adequado, a partir daí uma empresa realizará a execução em série destes itens que compõe a edificação, do começo ao

fim. Portanto o item que compõe uma edificação do sistema de ciclo fechado não pode ser uma combinação de outros sistemas ou fabricantes.

Em prática o sistema de ciclo fechado funciona com a divisão em partes dos objetos (Figura 1), esses objetos são capazes de serem conectados formando o tipo de edificação que foi projetada.

**Figura 1 – Sistema de ciclo fechado**



Fonte: MANDOLESI (1981 *apud* MARCO, 2015).

Portanto, a construção industrializada por sistema de ciclo fechado, é definida por produzir em grande escala tipos de pré-determinados de edificações através da pré-fabricação em série, porém com pouca flexibilidade arquitetônica dos componentes construtivos, que irão possuir o uso exclusivo do sistema adotado (FERREIRA, 2014).

#### 2.1.1.2 Industrialização de ciclo aberto

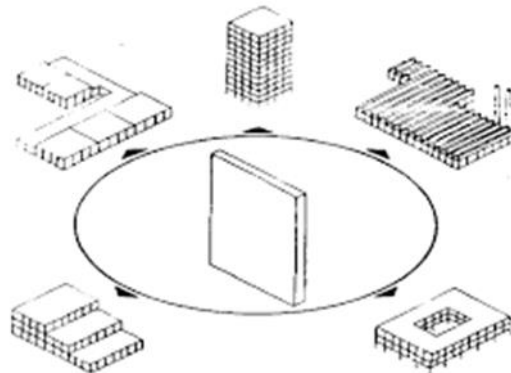
Em um determinado momento, surge na Europa o sistema de pré-fabricados de ciclo aberto que tem como finalidade a criação de técnicas, tecnologias e procedimentos de pré-fabricação mais flexíveis e menos rígidos (PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2005).

O sistema de ciclo aberto marca o início de uma nova técnica de um sistema mais flexível e que possibilita o uso de pré-fabricados que podem ser combinados de várias maneiras e pode ter uma combinação de vários fabricantes (STRABELI, 2015).

Ainda de acordo com Pigozzo, Serra e Ferreira (2005), os componentes industrializados serão destinados ao mercado e não a um tipo específico de construção, ou seja, estes componentes deverão ser multifuncionais de maneira que possam ser utilizados em qualquer tipo de edificação (Figura 2).

De acordo com Bruna (1976 *apud* MARCO, 2015), os elementos que serão produzidos poderão ser combinados entre si, em uma grande variedade de jeitos, assim possibilitando os mais diversos edifícios, e satisfazendo em grande escala as exigências funcionais e estéticas.

**Figura 2 – Sistema de ciclo aberto**



Fonte: MANDOLESI (1981 *apud* MARCO, 2015).

Através deste método foi possível racionalizar a concepção de projeto colocando as decisões no seu determinado tempo, na escala própria e permitindo realizar uma subdivisão dos componentes da edificação adequando-os a uma produção industrial, a qual permitia produzir na quantidade e no tempo exigido pelo mercado, e de uma maneira econômica. Desta forma, foi possível integrar ao mercado de consumo, como qualquer outro produto industrializado, um sistema de industrialização de habitações, experimentado e desenvolvido inteiramente dentro dos critérios de produção industrial (PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2005).

Diante disto, pode-se observar que o processo de ciclo aberto é o resultado do trabalho em conjunto dos projetistas do edifício, que definem as necessidades da edificação, e os projetistas das indústrias, que definem as características dos componentes, em outras palavras a construção por este ciclo é caracterizada pela produção de elementos construtivos por meio de procedimentos industrializados e de componentes planejados, que sejam independentes de um tipo específico de edificação (RIBEIRO; MICHALKA JUNIOR, 2003).

Com o propósito de que este sistema seja viável se faz necessário o uso de uma ferramenta que proporciona uma conexão à necessidade das edificações, e as possibilidades das indústrias. Esta ferramenta é conhecida como coordenação modular, que permite a compatibilização entre os componentes dos sistemas (MARCO, 2015; RIBEIRO; MICHALKA JUNIOR, 2003).

### 2.1.1.3 Industrialização de ciclo flexibilizado

Um novo sistema de pré-fabricados em concreto surge na Europa, apresentando novas tendências e inovações, segundo Elliot (2002 *apud* Ferreira, 2014), este novo sistema é tido como a terceira geração de pré-fabricados para edifício com alto grau de especificação, que vem tomando forma ao decorrer dos anos.

Este sistema é denominado de ciclo “flexibilizado” uma vez que, inclui tanto aspectos do ciclo fechado quanto do ciclo aberto. De fato, a definição de sistema flexibilizado vai além de trabalhos realizados somente dentro das fábricas, neste novo ciclo tem-se a possibilidade de produção de elementos dentro do canteiro, inserido em um sistema com o alto nível do controle de qualidade e organização da produção (FERREIRA, 2003).

Da mesma maneira que ocorre no sistema de ciclo aberto, a modulação também é importante no sistema flexibilizado, isto ocorre porque se tem esta modulação como parâmetro de controle da interface entre os elementos que compõe o interior do edifício. Contudo quando se trata de fachada, esta modulação perde a importância, exceto por questões de produção e montagem, ocorrendo assim uma maior flexibilidade na composição e projetos (FERREIRA, 2003).

A padronização destas soluções tecnológicas nos sistemas de ligações e juntas das interfaces entre cada elemento passa a assumir uma importância indispensável, tornando possível todo o potencial industrial essencial do sistema construtivo de pré-fabricados. Esta padronização apresenta-se como um dos principais entraves para o avanço do setor (PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2005).

### 2.1.1.4 Modulação ou coordenação modular

O sistema conhecido como modulação ou coordenação modular é um método que proporciona a integração entre as tecnologias e materiais dos processos industriais. A norma que regulamenta este tipo método é a NBR 15873 (ABNT, 2010).

A primeira norma publicada no Brasil foi no ano de 1950 havendo um esforço significativo para a normalização e adoção deste instrumento, que ocorreu entre as décadas de 60 e 70. O CBC (Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum) em 1969 foi contratado para desenvolver uma estratégia de implantação da coordenação modular no Brasil, porém as ações não tiveram êxito e nem recursos o suficiente para uma ampla difusão, por este motivo foi interrompida em 1972 (BALDAUF, 2004).

Com os processos de trabalho na construção civil passando por mudanças, tornou-se evidente a necessidade da retomada da coordenação modular, com o objetivo de melhorar a produtividade dos processos construtivos, a flexibilidade dos componentes construtivos e a comunicação entre as partes importantes do setor “fabricantes, construtores, projetistas, usuários e poder público” (ABDI, 2009).

De acordo com ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2009) o uso da norma técnica NBR 15873 (ABNT, 2010) será de suma importância já que a partir dela a viabilização e interoperabilidade técnica permitirá:

- Reduzir e dar coerência à variedade de medidas utilizadas na fabricação de componentes;
- Simplificar o processo de marcação no canteiro de obras para posicionamento e montagem de componentes construtivos;
- Reduzir cortes e ajustes de componentes e elementos construtivos e a geração de resíduos no canteiro de obras;
- Evitar cortes e ajustes desnecessários;
- Induzir maior cuidado na resolução de projetos e maior acuidade técnica na sua execução;
- Minimizar desperdícios, com redução de custos e diminuição nos prazos de execução das obras, devido à maior facilidade de ajustes e montagens.

O intuito deste sistema é o de organizar e padronizar as dimensões das construções, com a finalidade de reduzir a variedade de tamanho nos quais os componentes seriam produzidos, assim permitindo o seu uso no canteiro sem que sofra grandes alterações, adotando como referência a dimensão da base chamada de módulo (BRUNA, 1981 *apud* PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2005).

Este método pode ser compreendido como um sistema de medidas que permitem relacionar as medidas do projeto com as medidas modulares. Portanto a modulação e a padronização destes componentes possibilitam a base para que haja harmonia entre os elementos e os subsistemas, considerando o módulo como uma unidade de proporção, funcionando como o divisor comum de todas as dimensões do projeto (MARCO, 2015).

## 2.2 SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME

A tecnologia do sistema construtivo Wood Frame teve sua origem no século 19 em países norte americano, com o tempo este sistema foi crescendo e ganhando notoriedade em países da Ásia como o Japão, na Europa como a Suíça e a Alemanha e alguns na América do Sul como Chile e a Venezuela. O crescimento deste sistema está relacionado com a rápida execução das construções (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

De acordo Leite e Lahr (2018 *apud* Benson, 1997) a construção em madeira chegou no Brasil através dos emigrantes Europeu, porem só em 1990 a construção moderna de madeira foi inserida no mercado Brasileiro. No entanto obtiveram pouca aceitação de construtores e por conta disto o sistema cresceu pouco no país (ASSIS *et al*, 2017).

Segundo Molina e Calil Junior (2010), a primeira empresa a implantar definitivamente o sistema Wood Frame no Brasil foi a Bastistela, com a primeira casa sendo construído no Brasil em 2001 na cidade de Viamão. A partir daí o sistema foi ganhando popularidade no país e já está presente em vários estados.

A evolução deste sistema também está relacionada com a industrialização que está cada vez mais forte na construção civil, desempenhando um papel importante na redução de prazos e custos.

O sistema Wood Frame faz parte do sistema CES (Construção energitêmica sustentável) que tem como objetivo transmitir de forma clara as principais características deste tipo de construção, que são: a energitêmica que tem o objetivo de apresentar um ótimo desempenho térmico e economia de energia, e o sustentável que apresenta menor desperdício de materiais e geração de resíduos (LP, 2017).

Por tanto as residências em Wood Frame são econômicas e proporcionam um ótimo conforto por terem um ótimo isolamento, tanto térmico quanto acústico. Este tipo de sistema também permite que possam explorar a criação arquitetônica do tradicional até a arquitetura futurística. De acordo com Molina e Calil Junior (2010), este tipo de sistema permite construção de edificação de até 5 pavimento.

O principal material estrutural do sistema são os perfis de madeira (Figura 3) que devem ser de reflorestamento. Estes perfis em conjunto com as placas OSB (*Oriented Strand Board*) formam os painéis estruturais, e esta estrutura é capaz de suportar todas as cargas verticais que são as dos telhados e de pavimentos (caso houver), toda a carga perpendicular que é causada pelos ventos e a de corte transmitindo-as até a fundação (GARCIA *et al.*, 2014).



O processo construtivo por ser quase todo industrializado é a principal característica positiva deste método construtivo. A organização dos materiais já ocorre nas fábricas e é transportado até o local da obra conforme será executado desde a infraestrutura até a cobertura. Para que seja possível o dimensionamento das peças estruturais de madeira individuais fica estabelecido o uso da NBR 7190 (ABNT, 1997).

**Figura 3 – Perfis de madeira**



Fonte: EBS, 2016.

## **2.2.1 Etapas construtivas Wood Frame**

As etapas construtivas em Wood Frame são divididas da seguinte maneira: fundação, estrutura (parede), instalações elétricas e hidráulicas, revestimento e cobertura. Essas etapas serão descritas nos subitens a seguir.

### **2.2.1.1 Fundação**

As construções em Wood Frame são notavelmente mais leves que as estruturas convencionais, o que reduz a carga a ser suportada pela fundação. A escolha da fundação ideal vai depender do tipo de solo e das características que o terreno apresenta (plano ou pouco acidentado). O radier (Figura 4; Figura 5) apresenta ser a solução de fundação mais viável porque além de funcionar como fundação, ele é utilizado como contra piso para o pavimento térreo e tem uma rápida execução (TECVERDE, 2011).

Para outros tipos de terreno e características do solo com baixa resistência a Tecverde (2011) destaca que a fundação “deve ser definida em função de uma análise de solo

e uma planta topográfica fornecida pelo contratante. Conforme a situação encontrada poderá ser utilizadas soluções como estacas, blocos, sapatas corridas, etc.”.

**Figura 4 – Forma radier**



Fonte: PORTAL VIRTUHAB, 2012.

**Figura 5 – Detalhe radier**



Fonte: SH, 2016.

Geralmente o radier é assentado sobre uma base de solo compactado, e tem a espessura da laje maciça que varia entre 12 a 15 cm de altura com tela de armadura superior e inferior. Além disto, este tipo de fundação prevê as instalações elétricas e hidráulicas antes da concretagem (TECVERDE, 2011).

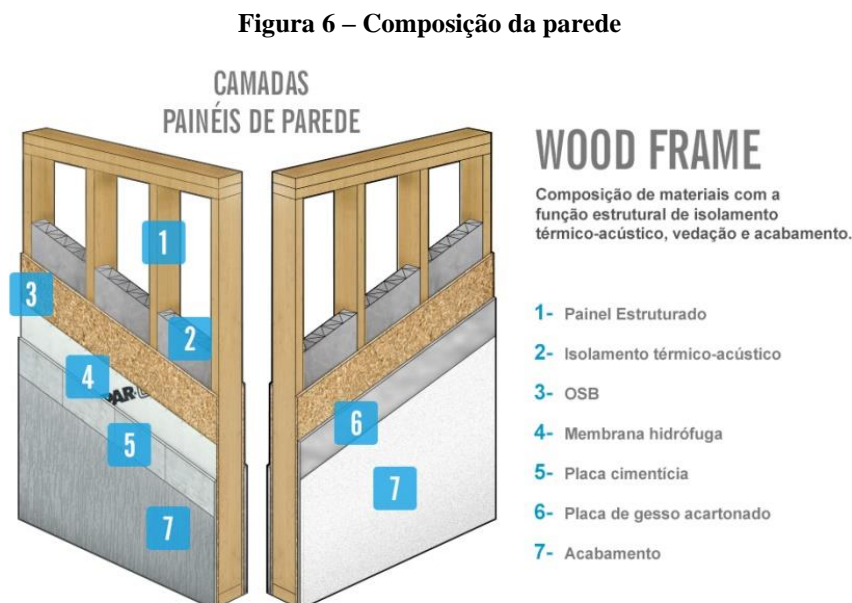
### 2.2.1.2 Estrutura

De acordo com o sistema nacional de avaliações técnicas (SINAT, 2017) diretriz n° 005 – Revisão 02, o quadro estrutural da parede é formado por “peças estruturais de madeira maciça serrada, denominadas montantes, travessas, bloqueadores, tratadas quimicamente sob pressão”.

Segundo a empresa Tecverde (2011) as paredes são formadas por uma composição de matérias (Figura 6) com função estrutural, de isolamento térmico e acústico, de vedação e acabamentos. Esta estrutura é formada basicamente por montantes verticais que funcionam como se fosse um pilar de madeira, por travessas que são peças de madeira perpendicular aos montantes, e com verga e contra-verga oferecendo suporte as aberturas de portas e janelas e também atuando com a diminuição dos comprimentos de flambagem dos pilares.

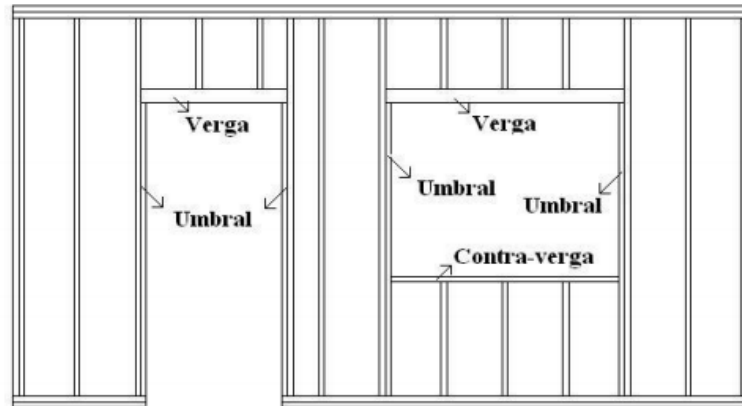
A ligação entre os montantes e os painéis é realizada com pregos galvanizados, pois deve garantir uma vida longa e útil. Os tipos de pregos utilizados são ardox e anelados dificultando assim um possível arranque (FERREIRA, 2014).

De acordo com Dias (2005) para as aberturas de portas e janelas é necessário alterar a disposição das peças que compõe a estrutura, e para isto “devem ser confeccionados determinados elementos especiais, tais como vergas, umbrais e contra-vergas” como mostrada na Figura 7.



Fonte: GREEN LAR, s.d.

**Figura 7 – Quadro estrutural com aberturas para porta e janela**



Fonte: DIAS, 2005.

### 2.2.1.3 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações hidráulicas são executadas entre os montantes das paredes (Figura 8) e entre o forro e barrote do entepiso, o sistema pode ser de PVC ou PEX. Já a tubulação de esgoto não é possível embutir por possuir maior diâmetro sendo assim necessário o uso de shafts (TECVERDE, 2011).

**Figura 8 – Instalação hidráulicas**



Fonte: TECVERDE, 2011.

As instalações elétricas ocorrem da mesma maneira que em uma construção convencional, a fiação passa por dentro do eletroduto embutido na parede (Figura 9) e sobre o forro. Grandes partes desses eletrodutos já são instaladas na fábrica dentro dos painéis de

parede, em seguida esses painéis são encaminhados para o canteiro e é aonde ocorre a instalação do restante dos eletrodutos no forro, e a passada de fiação (PORTALVIRTUHAB, 2012).

**Figura 9 – Instalação elétrica**



Fonte: ATOS ARQUITETURA, s.d.

As duas instalações podem ser semelhantes ao da construção convencional, porém em comparação ao uso de alvenaria, o uso de paredes de madeira agrega praticidade e agilidade à construção tornando-a mais prática a eventuais reparos sem precisar quebrar paredes (MOLINA, CALIL JUNIOR, 2010).

#### 2.2.1.4 Revestimento

De acordo com Molina; Calil Junior (2010) o revestimento pode ser utilizado tanto dentro quanto fora da casa. O revestimento externo tem a função de proteger a estrutura contra eventuais problemas em especial contra a ação do sol. A parede externa pode ser executada com *sidings* (chapas) de madeira, aço ou pvc desenvolvida especialmente para este tipo de sistema construtivo. Outros revestimentos mais tradicionais também podem ser utilizados, como por exemplo, placas cimentícias (Figura 10), argamassa armada e tijolos aparente.

O revestimento da parte interna é comum a utilização do gesso acartonado e ainda de acordo com Molina e Calil Junior (2010) nas áreas molhadas é comum à utilização de placas cimentícias com selador acrílico anti-fungo e pintura de resina acrílica pura ou a utilização de placas de gesso acartonado revestida com azulejos.



Sobre essas placas podem ser utilizadas diversos tipos de material de acabamentos, como por exemplo tintas, grafiato, pedras, cerâmicas, porcelanato, etc.

**Figura 10 – Revestimento externo com placa cimentícia**



Fonte: TECVERDE, s.d.

#### 2.2.1.5 Cobertura

De acordo com a Tecverde (2011) “dependendo do tipo de cobertura, que será utilizado ela pode ser realizada em painéis ou também de forma convencional, utilizando treliças de madeiras pré-fabricadas, montadas na obra”. Não há restrições ao tipo de telha a ser utilizada.

Para casa com mais de um pavimento é recomendado o uso de treliças industrializada de madeira com conectores do tipo chapas de dentes estampadas, com espaçamento entre treliças variando entre 60 cm a 120 cm isso vai depender do tipo de telha que será utilizada (VASQUES; PIZZO, 2014).

De acordo com a SINAT diretriz n° 005 – Revisão 02 (2017), para a estrutura do telhado (não incluso o telhamento) (Figura 11) tem se “cumeeira, viga, terça, caibro, ripa e sarrafo, com alta resistência natural ao ataque de organismos xilófagos ou tratados quimicamente sob pressão” e o forro desta cobertura é composta por “chapas de gesso para drywall, e ou chapas cimentícias, em áreas molhadas, ou réguas de PVC (somente para unifamiliar, exceto cozinhas, em razão da necessidade da cobertura ter resistência ao fogo, que é, nestes casos, garantida pelo forro)”.

**Figura 11 – Estrutura do telhado**



Fonte: TOTAL CONSTRUÇÃO, 2019.

### 2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

O sistema construtivo convencional em concreto armado é o método construtivo mais utilizado no Brasil, tendo em combinação o uso de blocos cerâmicos que fica responsável pelo fechamento e isolamento da edificação (PRUDÊNCIO, 2013).

Conforme descrito por Martins (2009)

a alvenaria é o sistema construtivo de paredes e muros ou obras semelhantes, que podem ser executadas com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se repetem colocando-as umas sobre as outras ou em camadas parecidas que formam um conjunto rígido e compatível.

A alvenaria pode ser classificada como um sistema completamente artesanal, já que todo o seu processo é realizado “*in loco*” tornando assim todo o seu processo consideravelmente mais demorado que os outros tipos de sistemas construtivos. Grande parte da mão de obra também é despreparada e isso ocasiona desperdício de materiais e algumas vezes tem que refazer todo o trabalho (HASS; MARTINS, 2011).

São características do sistema convencional em concreto armado os elementos que fazem a função de sustentação, que são compostos por pilares, vigas e lajes (Figura 12). Portanto pode-se classificar a estrutura de concreto armado como sendo o conjunto de elementos estruturais isolados com a função de distribuir os esforços ao longo da estrutura até a fundação. Estes elementos em conjunto com os blocos cerâmicos que desempenha o papel de vedação formam o sistema construtivo convencional (PRUDÊNCIO, 2013).

**Figura 12 – Elementos de concreto armado**



Fonte: MAPA DA OBRA, 2016.

### **2.3.1 Etapas construtivas sistema convencional**

Diferentemente de outros sistemas construtivos, o sistema construtivo convencional de concreto armado é o sistema aonde toda a carga sofrida pela estrutura é absorvida pelas lajes, pilares e a vigas, transferindo para a fundação. Diferente do Wood Frame as paredes neste tipo de sistema não funcionam como elemento estrutural.

São características do sistema convencional as seguintes etapas construtivas: fundação, estrutura (pilar, viga, laje), a alvenaria, instalação elétrica e hidráulica, revestimento e a cobertura.

#### **2.3.1.1 Fundação**

A NBR 6122 (ABNT, 2010) destaca que para a elaboração e execução de uma fundação tem que levar em consideração alguns fatores. Em resumo a escolha da fundação (Figura 13) vai depender do tipo de solo que está sendo trabalhado e o tamanho da construção que será realizada.

Para o conhecimento do solo é realizada o ensaio de sondagem que ajuda a definir sua composição, a tipologia, a sua resistência e o lençol freático. O ensaio mais realizado é o SPT (*Standard Penetration Test*), porém ele tem uma limitação com solos aonde existem rochas do tipo “matacão”. Mas outros ensaios complementares podem ser realizados caso houver necessidade (ESCOLA ENGENHARIA, 2019).

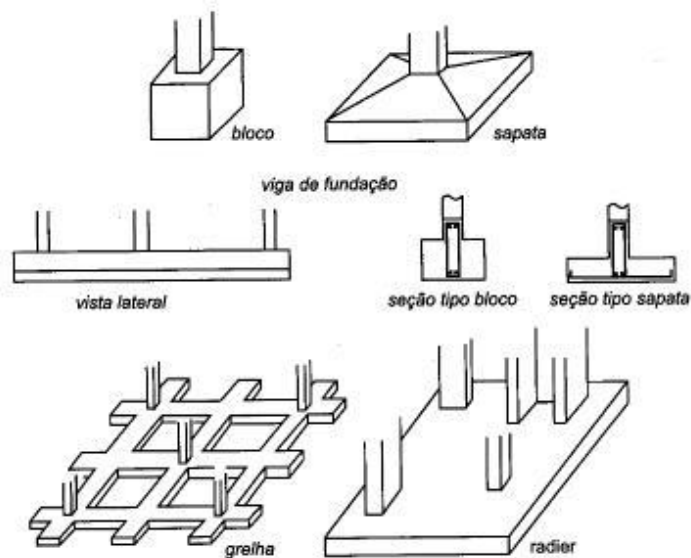


A fundação é dividida como superficial e profunda conforme descrito na NBR 6122 (ABNT, 2010):

- Superficial (rasa ou direta): É o tipo de fundações aonde a carga da estrutura é transmitida ao solo pelas tensões distribuídas sob a base da fundação, e a profundidade desta base tem que ser até duas vezes menores a sua dimensão em planta. Fazem parte desta classificação as fundações do tipo sapata, bloco, radier, sapata associada e sapata corrida;
- Profunda: Transmite a carga para o terreno por meio da base ou por superfície lateral ou até mesmo a combinação das duas. E tem sua profundidade superior a duas vezes a sua menor dimensão em planta ou no mínimo a três metros. Fazem parte desta classificação as fundações do tipo estaca e tubulão.

As fundações superficiais são fundações diretas que normalmente são utilizadas em obras pequenas. Segundo Escola Engenharia (2019), para que haja diminuição no volume de concreto e escavação é comum a utilização da fundação tipo sapata e para solos mais moles a melhor opção é o radier. Já a fundação profunda é utilizada em obras grandes como, por exemplo, prédios residenciais.

**Figura 13 – Tipos de fundação**



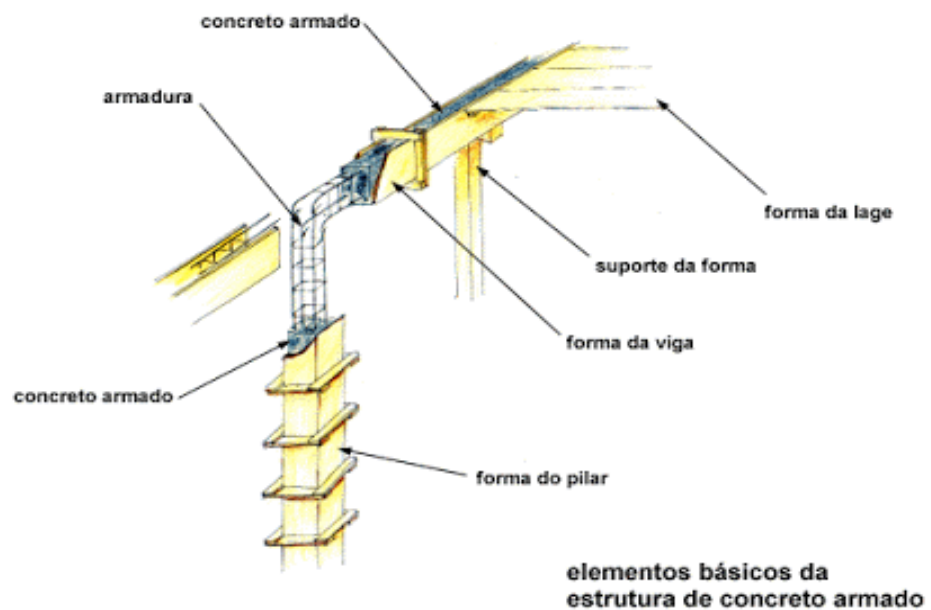
*Principais tipos de fundações superficiais*

Fonte: ESCOLA ENGENHARIA, 2018.

### 2.3.1.2 Estrutura

A estrutura da construção convencional é composta por pilares, vigas e lajes. São esses componentes que recebem toda carga sofrida e transferem para a fundação. Esses componentes são construídos com concreto armado e moldado “*in loco*” com fôrmas de madeira (Figura 14).

**Figura 14 – Elementos básico da estrutura**



Fonte: EDIFIQUE ARQ., 2014.

#### 2.3.1.2.1 *Pilar*

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014) “pilares são elementos lineares de eixo reto, usualmente disposto na vertical em que as forças normais de compressão são preponderantes”. Os pilares tem a função principal de transmitir todas as cargas que agem sobre ela para a estrutura que compõe a fundação, ele também age como um contraventamento que possibilita uma estabilidade na edificação (MIRANDA; ZAMBONI, 2016).

#### 2.3.1.2.2 *Vigas*

As vigas são dispostas na horizontal e tem a função de receber todo carregamento atuante nas lajes ou de outras vigas e transmitir essa carga para os pilares. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), a seção transversal da viga não pode ser menor de que 12 cm, caso este limite precisa ser reduzido a norma diz que deve respeitar o mínimo que é de 10 cm, sempre seguindo as condições descrita pela mesma.

#### 2.3.1.2.3 *Lajes*

Por último tem-se a laje. A laje é um elemento plano cuja função é de receber os esforços atuantes na estrutura, esses esforços podem ser de pessoas, móveis, paredes e pilares que possa estar apoiada sobre ela, já que ela também pode ser utilizada com forro, cobertura ou como piso, além da carga do seu peso próprio. Essas cargas normalmente são transmitidas para as vigas, mas podem ser também transmitidas diretamente para os pilares (Bastos, 2006).

Existem diferentes modelos de lajes, são as pré-fabricadas (lajes pré-fabricadas com lajotas cerâmicas, pré-fabricada com isopor, pré-fabricada de painéis treliçados) e as que são moldadas no local da obra que são as lajes maciças e as lajes nervuradas.

#### 2.3.1.3 *Alvenaria*

De acordo com Yazigi (2009) alvenaria é um conjunto de paredes composto de pedras naturais ou blocos de tijolos artificiais, ligados ou não com argamassa. Ainda de acordo com o autor a execução da alvenaria de vedação com bloco cerâmico sem função estrutural,

tem que ser moldada para facilitar o uso de componentes inteiros. A execução de alvenaria tem que ser realizada com argamassa apropriada e associando com juntas de amarração.

Segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) os blocos cerâmicos de vedação constituem as alvenarias externas e internas e não tem a função de resistir outras cargas verticais, além do peso da alvenaria que faz parte.

A alvenaria convencional ou alvenaria de vedação (Figura 15) tem somente a função de vedar e separar ambientes, sendo assim necessário o uso de pilares e vigas para dar sustentação para a edificação. Ele é o sistema construtivo mais utilizado no Brasil.

Durante a execução das paredes de alvenaria é necessário deixar aberturas para instalações de portas e janelas e sob essas aberturas devem ser executadas as vergas e contra vergas. As vergas possuem a função de redistribuir a carga para a alvenaria para evitar que o carregamento em cima da esquadria recaia sobre ela. Já as contra vergas possuem a função de as cargas concentradas uniformemente para a alvenaria abaixo da esquadria. As alturas de peitoril e a largura das aberturas devem seguir à risca o projeto arquitetônico (MIRANDA; ZAMBONI, 2016; BORGES, 2009).

**Figura 15 – Alvenaria de vedação**



Fonte: FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, S.D.

#### 2.3.1.4 Instalações elétricas e hidráulicas

As instalações elétricas e hidráulicas neste tipo de sistema construtivo ocorrem com o “rasgamento” da alvenaria para que os tubos fiquem embutidos e isso gera mais resíduos e o uso de argamassa para cobrir esse rasgamento.

As instalações hidráulicas e sanitárias (Figura 16) são normalmente executadas com tubo de PVC devida a facilidade de instalações, longa durabilidade e o custo baixo, mas podem também ser executada com outro tipo de material seguindo sempre as prescrições da mesma (Yazigi, 2009). Toda a instalação hidráulica e sanitária deve seguir o que foi prevista nas especificações de projeto.

**Figura 16 – Instalação Hidráulica**



Fonte: HABITISSIMO, 2010.

As instalações elétricas (Figura 17) devem ser dimensionadas conforme especificadas em projetos, de forma a atender as necessidades da edificação (Yazigi, 2009). A fiação elétrica passa por dentro do eletroduto embutido na parede e sobre o forro.

**Figura 17 – Instalação elétricas**



Fonte: PRONTO MIX, 2012.

#### 2.3.1.5 Revestimento

O revestimento no sistema construtivo possui inúmeras funções entre elas garantir que a edificação tenha um bom acabamento, uma boa resistência mecânica e proteger da umidade entre outros problemas (VASQUES; PIZZO, 2014).

O revestimento na alvenaria acontece em 3 etapas, são o chapisco, emboço e reboco (Figura 18).

**Figura 18 – Revestimento**



Fonte: OBRA EXPERTISE, 2019.

- Chapisco: É a primeira camada aplicada na alvenaria, tem uma superfície porosa e é feita de argamassa, sua função é garantir que o revestimento que será aplicado a seguir possua maior aderência;
- Emboço: É a segunda camada aplicada. Para a sua execução é necessário o uso de prumo e taliscas com o intuito que o emboço seja fique nivelado para o acabamento final. O emboço é executado com o auxílio de uma régua, regularizada com o auxílio de um sarrafo, e em seguida os reajustes finais é realizada com uma desempenadeira de madeira, isso tudo para diminuir o consumo no reboco (PILOTTO; VALLE, 2011).
- Reboco: É a última parte antes da massa corrida ou gesso (parte que antecede a pintura), sua função é de corrigir qualquer imperfeição que possa ter ocorrido na aplicação do emboço, sendo executada com uma desempenadeira (VASQUES; PIZZO, 2014).

Após a execução do revestimento, será realizada o acabamento final da edificação, onde é feita a execução de contra pisos, pinturas, e instalações de pisos, torneiras e louças.

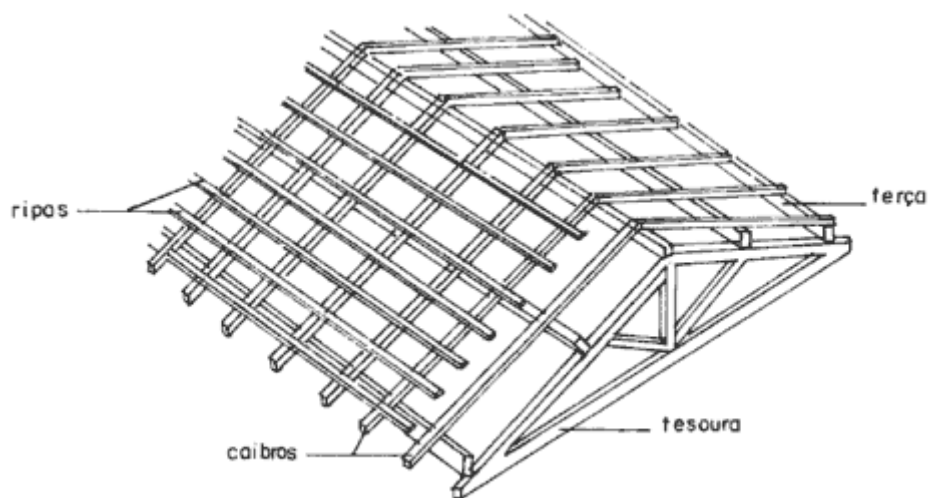
#### 2.3.1.6 Cobertura

Segundo Milito (2009) a estrutura do telhado é dividida em duas partes, a armação que é a parte estrutural que é composta pelas tesouras, escoras, cantoneiras e etc., e a trama que é formada por terças, caibros e ripas que se apoiam sobre a armação e servem de apoios para as telhas (Figura 19).

A cobertura de uma edificação convencional pode ser utilizada telhas de diferentes materiais, porém a mais utilizada é a telha cerâmica. Essas telhas são colocadas sobre as ripas e encaixadas uma sob as outras de forma que não possa apresentar frestas para que não ocorra entrada da água da chuva na edificação (MILITO, 2009; MIRANDA; ZAMBONI, 2016).

Em uma edificação unifamiliar de alvenaria convencional nem sempre é necessário o uso de lajes como forro, essa necessidade só existe caso tenha um segundo pavimento. Algumas vezes a cobertura das casa é realizada somente com o telhado.

Figura 19 – Elemento de estrutura do telhado



Fonte: MILITO, 2009.



### 3 ESTUDO DE CASO

O principal objetivo do trabalho é realizar uma análise comparativa entre os métodos construtivo convencional e o método construtivo em Wood Frame, levando em consideração tempo e o custo para execução da obra para os dois sistemas construtivos.

Para a realização comparativa foi utilizado um projeto de residência unifamiliar (Figura 20) com área construída de  $64,15m^2$  (Adaptado), composta por 2 dormitórios, 1 banheiro, sala e cozinha conjugados e uma pequena área de serviço.

A partir deste projeto foi possível definir a listagem de materiais necessários para a construção, em seguida foi realizado um quantitativo de todos esses materiais para a realização da obra.

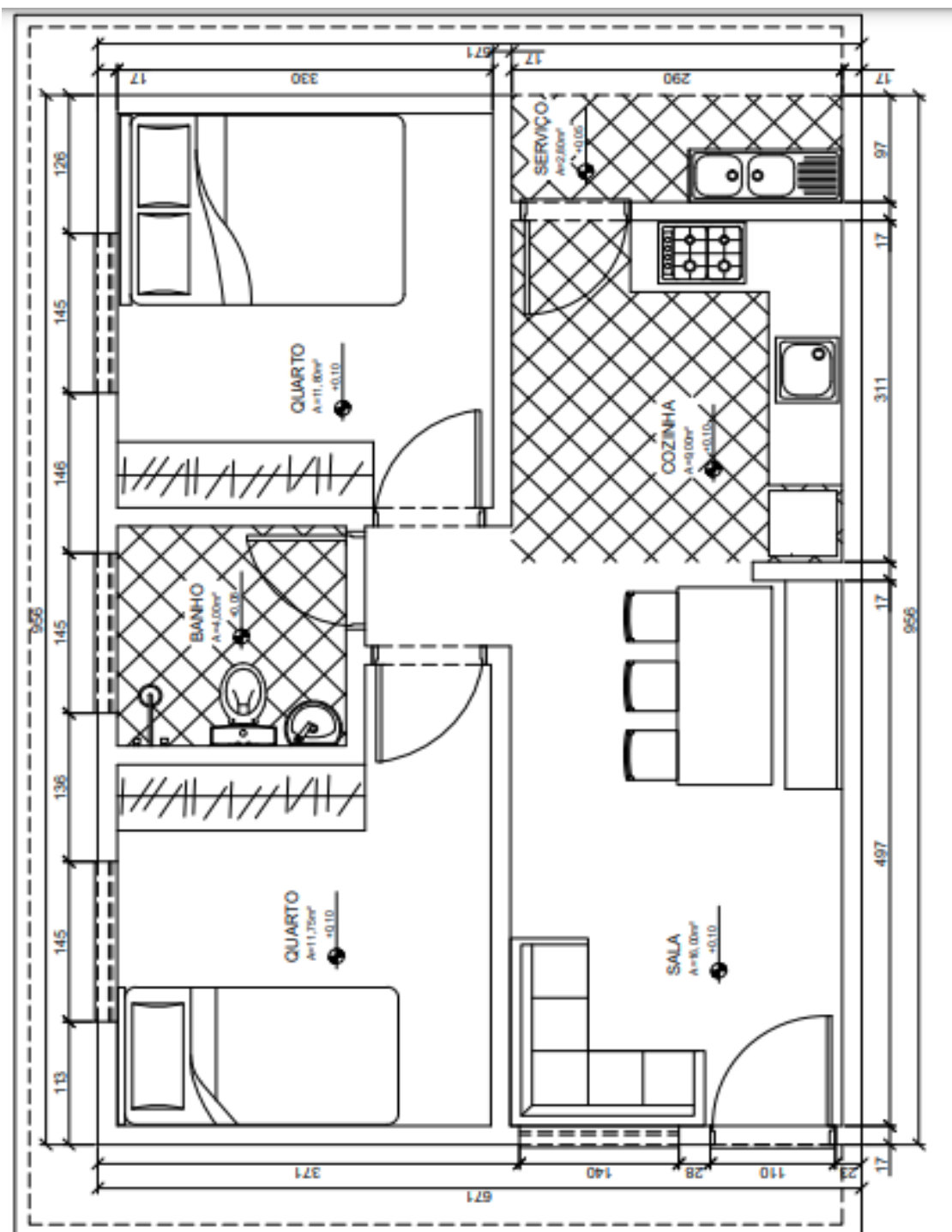
Para a fundação dos dois métodos construtivos ficou definido a utilização do tipo radier que terá sua espessura de 15 cm, e atenderá toda área da construção, servindo também como contra piso.

Para as instalações hidráulicas e elétricas, como são utilizados os mesmos materiais nos dois sistemas, esta etapa não será abordada no comparativo.

Para a estrutura do telhado dos dois sistemas foi utilizado uma estrutura com tesouras de treliças, com a cobertura feita por telha de cerâmica, esta etapa também não será abordada no comparativo.

A planta estrutural (Anexo A) do sistema Wood Frame foi concedida pela empresa Tecverde, esta mesma planta serviu como base para realização do projeto estrutural em concreto armado (Apêndice A) para que pudesse ser realizado a análise comparativa.

Figura 20 – Planta Baixa



Fonte: TECVERDE, 2020 (Adaptado).

## 3.1 PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE CADA SISTEMA CONSTRUTIVO

### 3.1.1 Estrutura

A execução da estrutura inicia-se após a fundação ser executada como prevista no projeto. Como o sistema Wood Frame tem sua grande parte industrializado, as paredes estruturais já saem pronta da fábrica só para sua montagem na obra. Essa parede estrutural é constituída por quadro estrutural formada por peças de madeiras serradas autoclavadas. As peças verticais são denominadas montantes e tem as medidas de 3,8cm x 9cm espaçada a cada 60cm e são fixadas nas travessas com auxílio de chapa de aço galvanizado. Além dos montantes e travessas essa estrutura também com umbrais, e com as vergas e contra vergas, as paredes são ancoradas na fundação com auxílio de parafusos.

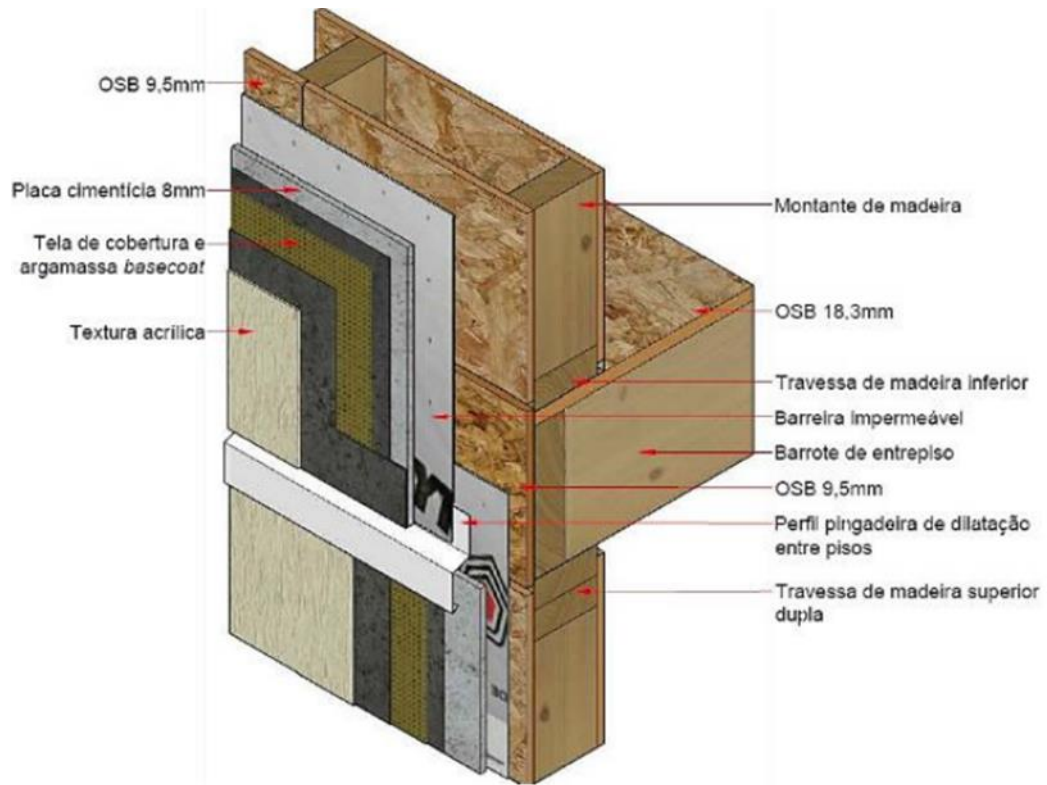
Já no sistema de concreto armado a estrutura é montada *in loco* iniciada pela execução dos pilares e das vigas (formas, armação e concretagem). Os pilares para esta construção terão as medida de 14cm x 30 cm, e as vigas terão medidas de 12 cm x 30 cm. Após a realização da concretagem dos pilares e vigas será realizado a execução e concretagem da laje, que neste caso será utilizado a laje treliçada, que é um tipo de laje pré moldada composto por vigotas de concreto armado e enchimento com lajotas cerâmicas.

### 3.1.2 Vedação da estrutura

Ambas as estruturas possuem material de vedação. Na estrutura de madeira esse fechamento é dividia em partes por diferentes materiais. De acordo com o DATec (Ministério das cidades, 2020) as paredes externas que ficam expostas a situações naturais (sol, chuva, vendavais, etc.) são compostas por chapa OSB de 9,5mm de espessura nas duas faces, com acabamento em membrana hidrófuga seguido da placa cimentícia de 8mm (as juntas entre as placas podem ser do tipo dissimulada ou aparente), argamassa cimentícia “*base coat*” com tela de fibra de vidro de 5mm (Figura 21). A parte interna desta parede é composta por duas camadas de placas de gesso acartonado de 12,5mm de espessura. As paredes internas das casas também são compostas por placas OSB de 9,5mm de espessura nas duas faces.

A vedação da estrutura de concreto é realizada por blocos cerâmicos que neste caso será utilizado o de 6 furos.

**Figura 21 – Detalhamento da parede Wood Framing**



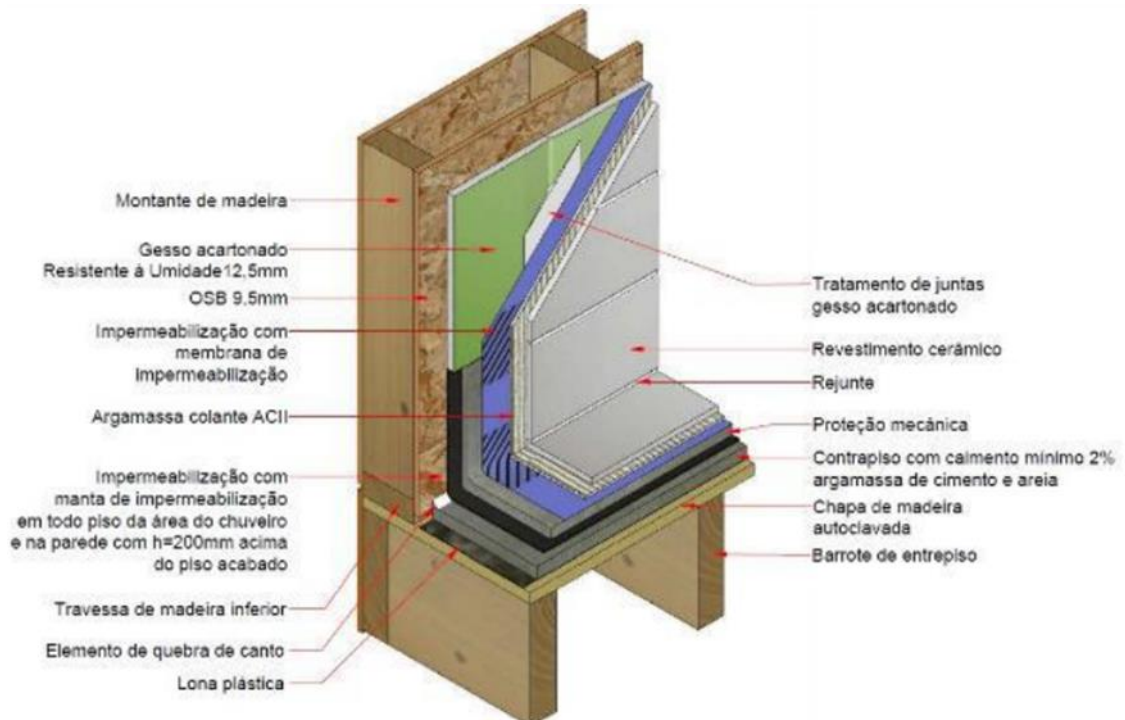
Fonte: DATEC, 2020.

### 3.1.3 Revestimento

O revestimento externo das casas construídas em Wood Frame é feito com o mesmo material que compõe a vedação que é a placa cimentícia e em cima desta placa é aplicado o acabamento que é feito por textura acrílica esse acabamento pode ser substituído conforme necessidade de projeto. O acabamento da parte interna não molháveis é feita por placa de gesso acartonado e em seguida aplicada o acabamento também de textura acrílica. E as áreas molháveis e molhadas (banheiro) é utilizado placa de gesso acartonado do tipo RU de 12,5mm seguida de acabamento em cerâmicas (Figura 22).

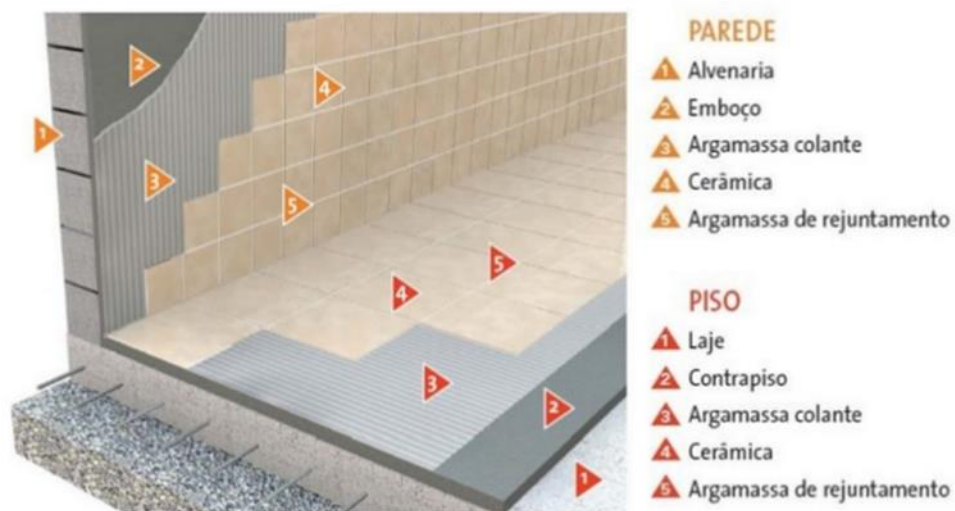
O revestimento na estrutura convencional, quanto interno e quanto externo é feito por 3 etapas, que é o chapisco, emboço e reboco. Após o reboco é comum aplicação de massa corrida para depois ir para o acabamento que é feito por tintura, e nas áreas molháveis é aconselhável a passar demão de impermeabilizante para evitar problemas futuros e ter acabamento em cerâmicas (Figura 23).

Figura 22 – Detalhamento da área molhada (box) Wood Frame



Fonte: DATEC, 2020.

Figura 23 – Detalhe área molhada convencional



Fonte: GOOGLE FOTOS, 2013.

### 3.2 SEMELHANÇA ENTRE SISTEMAS

Os sistemas construtivos tem suas diferenças e também suas semelhanças na hora da execução de alguns serviços básicos na construção. Neste tópico será apresentado as

semelhanças entre sistemas, como citado anteriormente, nessas etapas não serão realizadas base orçamentária por não possuir importância no comparativo.

### **3.2.1 Instalação Elétrica**

As instalações elétricas quanto no sistema convencional quanto no sistema Wood Frame são realizadas através de embutimento dos eletrodutos (mangueiras condutoras, caixa de passagem, quadro de distribuição e cabos condutores), não tem diferença de material, a única diferença é a praticidade já que no sistema construtivo Wood Frame não é necessário realizar rasgo na sua estrutura para o dimensionamento desses eletrodutos. E também se caso precisar de futuros reparos o mesmo será mais simples de resolver.

### **3.2.2 Instalação Hidráulica**

Assim como nas instalações elétricas as instalações hidráulicas seguem o mesmo padrão, não há diferença de material única diferença é a praticidade. As instalações hidráulicas no sistema Wood frame é embutida entre os montantes das paredes, a diferença entre o sistema de concreto armado é que as instalações de esgoto não são possíveis embutir porque possui diâmetro maior que os montantes sendo assim realizada com auxílio de shafts.

### **3.2.3 Cobertura**

Outra semelhança entre sistemas é a cobertura das casas que neste caso será realizada com a estrutura de madeira e o telhamento realizado com telha cerâmica.

## **3.3 CUSTOS**

Após apresentar como é realizada a construção, as diferenças e semelhanças entre os sistemas, neste momento será realizada o comparativo entre sistemas, aqui será demonstrado com o orçamento.

Os levantamentos de custos foram separados por materiais de estrutura de ambos sistemas, materiais para vedação e materiais de revestimento (sem a parte de pintura e revestimento cerâmico) e a mão de obra inclusa dentro de cada etapa dos orçamentos. O sistema utilizado para a realização do orçamento foi a tabela SINAPI de Abril /2021.

### 3.3.1 Custos da estrutura em Wood Frame

A estrutura do Wood Frame é composta por perfis de madeira que são unidos entre si com auxílio de pregos e chapas. A Tabela 1 apresenta a parte orçamentária das paredes estrutural deste sistema

**Tabela 1 – Orçamento da estrutura em Wood Frame**

<b>Descrição</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço Unitário R\$</b>	<b>Total</b>
<b>PAREDE ESTRUTURAL EM WOOD FRAME</b>				<b>32.235,97</b>
Conjunto de elementos estruturais para parede estrutural de Wood Frame.	m <sup>3</sup>	1,15	940,10	1.081,11
Painel estrutural OSB.	m <sup>2</sup>	128,30	52,98	6.797,33
Prego de 4mm de diâmetro de 75mm de comprimento de aço galvanizado de alta aderência.	UN	3.421,38	0,16	547,42
Chapa perfurada reta de aço galvanizado tipo S250GD+Z275N, para montagem de Wood Frame.	UN	898,10	17,01	15.276,68
Chapa perfurada angular para ligação da estrutura à fundação de aço galvanizado tipo s250gd+z275n, para montagem de Wood Frame.	UN	329,22	17,01	5.599,99
Madeira serrada de pinus (pinus spp) para vigota de 11x9 cm de seção, com classe de resistência C25, para um teor de umidade de 12%, segundo NBR 7190.	m <sup>3</sup>	0,18	940,10	170,00
Mão de obra.	h			2.793,44

Fonte: AUTORA, 2021

### 3.3.2 Custos da vedação e revestimento da estrutura Wood Frame

Todos os materiais utilizados para o fechamento e para o revestimento da estrutura está presente nesta etapa do orçamento, por ser os mesmos materiais a somatória foi realizada junta, como pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 – Orçamento de vedação e revestimento em Wood Frame

(continua)

Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unitário R\$	Total
<b>VEDAÇÃO/ REVESTIMENTO</b>	m <sup>2</sup>			<b>32.560,94</b>
Argamassa cimentícia "base coat" com tela de fibra de vidro de 5mm.	kg	153,96	110,00	16.935,60
Membrana hidrófuga.	m <sup>2</sup>	726,18	16,00	11.618,85
<b>FECHAMENTO DAS PAREDES COM PLACA DE GESSO ACARTONADO EM APENAS UMA FACE</b>	m <sup>2</sup>			
Pino de aço com arruela cônica	CENTO	1,40	44,64	62,59
Placa / chapa de gesso acartonado, standard (ST)	m <sup>2</sup>	50,91	14,71	748,92
Perfil guia, formato u, em aço zincado, para estrutura parede Drywall	m	43,96	6,46	284,01
Perfil montante, formato c, em aço zincado, para estrutura parede Drywall	m	140,21	7,33	1.027,74
Fita de papel micro perfurado, 50 x 150 mm, para tratamento de juntas de chapa de gesso Drywall	m	60,50	0,16	9,68
Fita de papel reforçada com lâmina de metal para reforço de cantos de chapa de gesso para Drywall	m	38,32	2,18	83,53
Massa de rejunte em pó para Drywall, a base de gesso, secagem rápida, para tratamento de juntas de chapa de gesso	kg	24,97	2,92	72,91
Parafuso Drywall, em aço fosfatizado, cabeça trombeta e ponta agulha (TA), comprimento 25 mm	UN	483,69	0,06	29,02
Parafuso Drywall, em aço zincado, cabeça lenticilha e ponta broca (lb), largura 4,2 mm, comprimento 13 mm	UN	44,24	0,14	6,19
<b>FECHAMENTO DAS PAREDES COM PLACA DE GESSO RESISTENTE A UMIDADE EM APENAS UMA FACE</b>	m <sup>2</sup>			
Pino de aço com arruela cônica, diâmetro arruela = *23* mm e comp. haste = *27* mm (ação indireta)	CENTO	0,46	44,64	20,45
Chapa de gesso acartonado, resistente a umidade	m <sup>2</sup>	16,64	24,79	412,44
Perfil guia, formato u, em aço zincado, para estrutura parede Drywall	m	14,37	6,46	92,81
Perfil montante, formato c, em aço zincado, para estrutura parede Drywall	m	45,82	7,33	335,85



Tabela 2 – Orçamento de vedação e revestimento em Wood Frame

(conclusão)

Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unitário R\$	Total
Fita de papel micro perfurado, 50 x 150 mm, para tratamento de juntas de chapa de gesso Drywall	m	19,77	0,16	3,16
Fita de papel reforçada com lâmina de metal para reforço de cantos de chapa de gesso drywal	m	12,52	2,18	27,30
Massa de rejunte em pó para Drywall, a base de gesso, secagem rápida, para tratamento de juntas de chapa de gesso	kg	8,16	2,92	23,82
Parafuso Drywall em aço fosfatizado, cabeça trombeta e ponta agulha (TA)	UN	158,06	0,06	9,48
Parafuso Drywall, em aço zincado, cabeça lenticilha e ponta broca (lb)	UN	14,46	0,14	2,02
Mão de Obra	h			754,57

Fonte: AUTORA, 2021

### 3.3.3 Custos estrutura convencional

A estrutura convencional é composta por vigas, pilares e laje a Tabela 3 mostra o orçamento desta etapa do sistema de concreto armado.

Tabela 3 – Orçamento estrutura em concreto armado (pilares, vigas e laje)

(continua)

Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unitário R\$	Total
<b>ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO</b>				<b>47.783,64</b>
Concreto fck = 25mpa, traço 1:2,3:2,7 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira	m <sup>3</sup>	3,03	378,98	1.148,31
Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares e estruturas similares, pé-direito simples, em madeira serrada	m <sup>2</sup>	31,68	217,46	6.889,13
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm	kg	266,44	10,43	2.778,96

**Tabela 3 – Orçamento estrutura em concreto armado (pilares, vigas e laje)**

(conclusão)

<b>Descrição</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Preço Unitário R\$</b>	<b>Total</b>
Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de bomba em edificação com seção média de pilares maior que 0,25 m <sup>2</sup> - lançamento, Adensamento e acabamento	m <sup>3</sup>	1,51	355,77	537,21
Montagem e desmontagem de fôrma de viga, escoramento com pontalete de madeira, pé-direito simples, em madeira serrada	m <sup>2</sup>	25,62	197,06	5.048,68
Concretagem de vigas e lajes, fck=20 mpa, para qualquer tipo de laje com baldes em edificação térrea, com área média de lajes menor ou igual a 20 m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,52	320,55	487,24
Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, para forro, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento + capa) = (8+3)	m <sup>2</sup>	64,15	110,10	7.062,91
Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça, pé-direito simples, em madeira serrada,	m <sup>2</sup>	64,15	199,92	12.824,87
Mão de obra.	h			11.006,33

Fonte: AUTORA, 2021.

### 3.3.4 Custo da vedação e revestimento da estrutura convencional

Nesta etapa está descrito os materiais e respectivos custos para vedação (Tabela 4) e revestimento interno e externo (Tabela 5) da estrutura convencional.

Tabela 4 – Orçamento da vedação da estrutura convencional

Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unitário R\$	Total
<b>VEDAÇÃO</b>				<b>5.155,86</b>
Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m <sup>2</sup> com vãos e argamassa de assentamento com preparo manual.	m <sup>2</sup>	64,15	34,27	2.198,42
Mão de obra.	h			2.957,44

Fonte: AUTORA, 2021.

Tabela 5 – Orçamento do revestimento interno e externo

Descrição	Unid.	Quant.	Preço Unitário R\$	Total
<b>REVESTIMENTO INTERNO/ EXTERNO</b>				<b>5.931,03</b>
Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo em Betoneira 400l	m <sup>2</sup>	64,15	1,77	113,54
Emboço	m <sup>2</sup>	64,15	18,40	1.180,36
Reboco Interno	m <sup>2</sup>	64,15	18,40	1.180,36
Chapisco aplicado em alvenarias e estruturas de concreto internas, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo em Betoneira 400l	m <sup>2</sup>	64,15	1,77	113,54
Reboco Externo	m <sup>2</sup>	64,15	18,40	1.180,36
Mão de obra.	h			2.162,87

Fonte: AUTORA, 2021.

### 3.4 COMPARATIVO DE CUSTO GERAL

Com a realização da análise orçamentária da estrutura dos dois sistemas construtivos, neste momento é possível verificar qual sistema é o mais viável em relação ao custo. Na tabela pode-se observar o comparativo de custos entre sistemas.

Tabela 6 – Orçamento geral

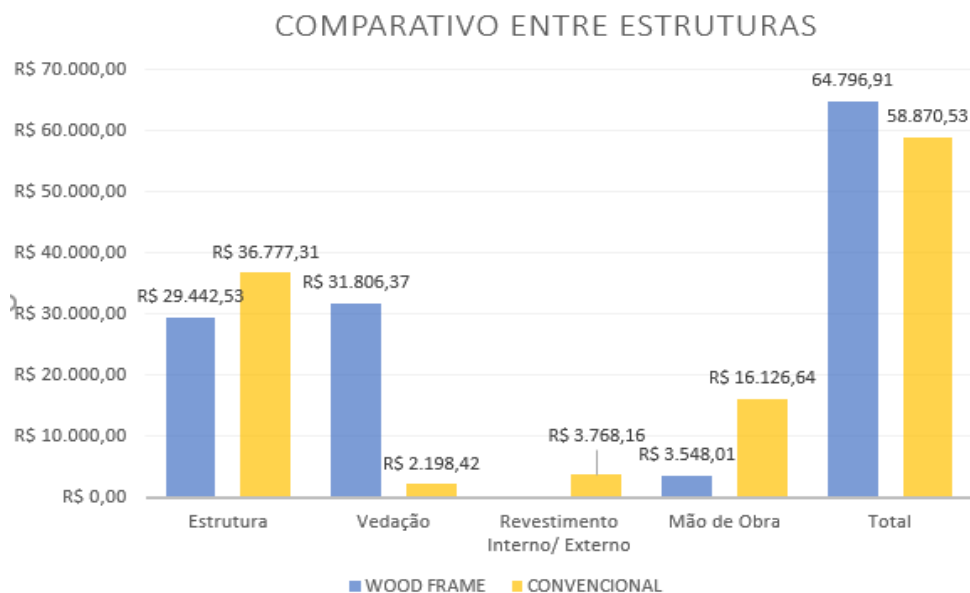
Descrição	Wood Frame	Convencional
Estrutura	R\$ 29.442,53	R\$ 36.777,31
Vedação	R\$ 31.806,37	R\$ 2.198,42
Revestimento interno/externo	-	R\$ 3.768,16
Mão de obra	R\$ 3.548,01	R\$ 16.126,64
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 64.796,91</b>	<b>R\$ 58.870,53</b>

Fonte: AUTORA, 2021.

Após a realização do custo geral foi possível visualizar que por mais que o sistema Wood Frame seja um sistema com vários pontos positivo, o seu custo ainda não é viável aqui no Brasil. Lembrando que o cálculo do revestimento interno e externo do Wood Frame está incluso no valor da vedação porque os materiais fazem as duas funções.

A diferença entre o valor total da estrutura do Wood Frame para a estrutura de concreto armado foi de 10,068% aproximadamente R\$ 5.926,38 a mais. Na Figura 24 é possível visualizar melhor a diferença entre sistemas.

Figura 24 – Comparativo entre Wood Frame e Concreto armado



Fonte: AUTORA, 2021.

Por mais que o sistema Wood Frame tenha saído um pouco mais caro que o convencional os benefícios que ele proporciona para a obra é maior. Levando em consideração o seu tempo de execução e a sustentabilidade que ele gera no meio ambiente.

## 4 CONCLUSÃO

A construção civil vem se reformulando a cada dia que passa a fim de tornar os seus processos mais rápidos e a construção o mais sustentável possível. Existem métodos de reaproveitamento de materiais que em alguns casos são aplicados, mas ainda assim não é a grande maioria.

Por tanto, a utilização de novas tecnologias que substitui os métodos convencionais estão em crescimento em algumas regiões do Brasil, possibilitando assim uma oportunidade de expansão desses novos métodos para o meio de toda a construção civil.

O sistema Wood Frame apresenta várias vantagens e proporciona um maior desenvolvimento se comparado com o sistema convencional, em virtude da alta tecnologia, sustentabilidade, redução de tempo para a sua execução e a alta qualidade que as casas proporcionam.

A respeito da sustentabilidade o sistema se destaca também através da sua principal matéria prima para a construção das casas que se dá a partir de madeiras reflorestadas, assim proporcionando em sua fabricação a redução de gases que as fabricas de tijolos geralmente soltam.

A comparação realizada no trabalho entre os sistemas construtivo mostra de forma coerente como funciona cada método, sendo possível desta forma uma análise do que é mais viável. De acordo com os dados obtidos através do orçamento por mais que o sistema Wood frame seja um sistema sustentável e um sistema industrializado a sua utilização ainda no Brasil não é vantajoso por conta de seu custo, pois o seu preço estrutural junto com a mão de obra foi 10,066% maior que o sistema de concreto armado.

Para que haja crescimento desse sistema é importante que aconteça uma expansão de conhecimentos sobre novos métodos construtivos, pensando principalmente na sustentabilidade e no tempo ganho que estes sistemas podem proporcionar em uma construção de larga escala.

### 4.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Uma sugestão para futuros trabalhos é um estudo mais detalhado sobre construções industrializadas, como por exemplo as construções a seco, as construções com pré-fabricados e com os pré-moldados, até mesmo um comparativo entre esses sistemas. E os benefícios que elas podem proporcionar para a construção civil especialmente no país.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873: Coordenação modular para edificações**. 2010.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de estrutura de madeira**. 1997.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. 2010.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estrutura de concreto – execução**. 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1: Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos**. 2005.
- ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Relatório de avaliação dos esforços para implantação da coordenação modular no Brasil**. 2009.
- ASSIS, G.A.G.D *et al.* **Sistema construtivo Wood frame**. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira, Florianópolis, 2017.
- BAPTISTA, Sheyla Mara. **Racionalização e industrialização da construção civil**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à Implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil**. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Notas de aula - Universidade Estadual Paulista, Bauru SP, 2006.
- BENSON, T. *The Timber-Frame Home: Design, Construction, Finishing*. Taunton Press: Connecticut, 1997 *apud* LEITE, Januária Cecilia Pereira Simões; LAHR, Francisco Antônio Rocco. **Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame**. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4017>>. Acesso em 06 Dez. 2020.
- BERTI, Luiz Henrique; RAFAEL, Vitor Eyng. **Comparação de custos de material de uma obra de pequeno porte em alvenaria estrutural em relação a alvenaria convencional**. 2019. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2019.
- BRUNA, Paulo Júlio Valentino. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP Perspectiva, 1976 *apud* MARCO, Marina Drummond. **Industrialização na construção civil: pré-fabricados em concreto armado**. 2015. 59 f. Monografia

(Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Escola De Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

BRUNA, Paulo Júlio Valentino. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP Perspectiva, 1976 *apud* PIGOZZO, Bruno Nogueira.; SERRA, Sheyla Mara Baptista.; FERREIRA, Marcelo Araujo. **A industrialização na construção e o estudo de uma rede de empresas em obra de pré-fabricados em concreto armado**. SIMPEP: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 09 f. 2005, São Paulo

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. Disponível em: <[https://www.academia.edu/26808815/PR%C3%81TICA\\_DAS\\_PEQUENAS\\_CONSTRU%C3%87%C3%95ES](https://www.academia.edu/26808815/PR%C3%81TICA_DAS_PEQUENAS_CONSTRU%C3%87%C3%95ES)>. Acesso em 08 Dez. 2020.

CAMPOS, Patricia Farrielo de; LARA, Arthur Hunold. **Sistema construtivos alternativos para habitações populares**. Disponível em: <[http://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/1dia/Artigo\\_Patricia%20Campos.pdf](http://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/Artigo_Patricia%20Campos.pdf)>. Acesso em 5 Dez. 2020.

CALIL JUNIOR, Carlito.; LAHR, Francisco Antonio Rocco.; DIAS, Antonio Alves. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. 1. ed. São Paulo: Manole, 2003

CIVILIZAÇÃO, Engenharia. **Construção industrializada: Desafios e perspectivas no Brasil**. Disponível em: <[civilizacaoengenheira.wordpress.com/2016/08/31/construcao-industrializada-desafios-e-perspectivas-no-brasil/](http://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2016/08/31/construcao-industrializada-desafios-e-perspectivas-no-brasil/)>. Acesso em 16 Nov. 2020

CONSTRUTIVA, Soluções. **Construção energitêmica sustentável**. Disponível em: <[https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Constru%C3%A7%C3%A3o-CES\\_PDV.pdf](https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Constru%C3%A7%C3%A3o-CES_PDV.pdf)>. Acesso em 25 Nov. 2020

CONSTRUÇÃO, Casa. **Panorama do setor de construção civil**. Disponível em: <<https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>>. Acesso em 18 Set. 2020.

DATec - Documento de Avaliação Técnica. **Sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada – Tecverde (Tipo light wood framing)**. Número 020-D, 2020.

DIAS, Gustavo Lacerda. **Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (Sistema plataforma) submetidas a força horizontal no seu plano**. 2005. 165 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ECKER, Taienne Winni Paiz; MARTINS, Valdemar. **Comparativo dos sistemas construtivos steel frame e wood frame para habitações de interesse local**. 2014. 154 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

ELLIOT, R. S. Precast frame concepts, economics and architectural requirements *apud* FERREIRA, Augusto Sendtko. **Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados: paredes de concreto, steel frame e wood frame**. 2014. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2014.

ENTENDANTES. **Sistema construtivo: tudo o que você precisa saber.** Disponível em: <<https://entendaantes.com.br/sistemas-construtivos/#:~:text=Dessa%20maneira%2C%20os%20m%C3%A9todos%20construtivos,concreto%2C%20container%20e%20concreto%20PVC>>. Acesso em 15 Nov. 2020.

ENGENHARIA, Escola. **O que é alicerce?**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alicerce/>>. Acesso em 04 Dez. 2020.

ENGENHARIA, Escola. **O que é alvenaria?**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria/>>. Acesso em 06 Dez. 2020.

ENGENHARIA, Thorus. **Industrialização da construção: Tendências para a nova década.** Disponível em <<https://thorusengenharia.com.br/industrializacao-da-construcao-tendencias-para-a-nova-decada>>. Acesso em 18 Nov.2020.

FARIA, Renato. **Industrialização econômica.** Revista Técnica, Ed 136, Jul, 2008

FERREIRA, Augusto Sendtko. **Estudo comparativo de sistemas construtivos industrializados: paredes de concreto, steel frame e wood frame.** 2014. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2014.

FERREIRA, Marcelo Araujo. **A importância dos sistemas flexibilizados.** Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

GARCIA, S.; BERNARDES, M.; MARTINS, M. S.; ROMANINI, A.; FOLLE, D. **Sistema construtivo wood frame.** VIII Mostra de iniciação científica IMED, 2014.

HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais.** 2011. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KATO, Ricardo Bentes. **Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria da construção enxuta.** 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LEITE, Januária Cecilia Pereira Simões; LAHR, Francisco Antônio Rocco. **Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame.** Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4017>>. Acesso em 06 Dez. 2020.

LEITE, Mariana de Araújo. **Construção de edificações pré-fabricadas em wood frame para habitação de interesse social no estado do ceará: análise da viabilidade econômico-financeira, técnica e ambiental.** 2017. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.



LP – Building Products. **CES: Construção energitêmica sustentável**. Disponível em: < [https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Constru%C3%A7%C3%A3o-CES\\_PDV.pdf](https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Constru%C3%A7%C3%A3o-CES_PDV.pdf)>. Acesso em 1 Dez. 2020.

MARCO, Marina Drummond. **Industrializa o na constru o civil: pré-fabricados em concreto armado**. 2015. 59 f. Monografia (Especializa o) – Curso de Engenharia Civil, Escola De Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

MARTINS, João Guerra. **Alvenaria - Condi es técnicas de execu o**. Disponível em: < [https://www.academia.edu/8916567/Alvenarias\\_Condi%C3%A7%C3%B5es\\_T%C3%A9cnicas\\_de\\_Execu%C3%A7%C3%A3o](https://www.academia.edu/8916567/Alvenarias_Condi%C3%A7%C3%B5es_T%C3%A9cnicas_de_Execu%C3%A7%C3%A3o)>. Acesso em 24 Nov. 2020

MILITO, José Antonio. **Técnicas de constru o civil e constru o de edifícios**. Disponível em: < [https://www.academia.edu/9173515/T%C3%89CNICAS\\_DE\\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\\_CIVIL\\_E\\_CONSTRU%C3%87%C3%83O\\_DE\\_EDIF%C3%8DCIOS](https://www.academia.edu/9173515/T%C3%89CNICAS_DE_CONSTRU%C3%87%C3%83O_CIVIL_E_CONSTRU%C3%87%C3%83O_DE_EDIF%C3%8DCIOS)>. Acesso em 09 Dez. 2020

MIRANDA, Deividy; ZAMBONI, Luiz Ricardo. **Estudo comparativo entre o sistema construtivo light steel frame e o sistema de alvenaria convencional em casas populares**. 2016. 100f. Trabalho de conclusão de curso (Gradua o) – Curso de Engenharia civil, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2016.

MOLINA, Julio Cesar; CALIL JUNIOR, Carlito. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. São Paulo, SP. 2010. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

PIGOZZO, Bruno Nogueira.; SERRA, Sheyla Mara Baptista.; FERREIRA, Marcelo Araujo. **A industrializa o na constru o e o estudo de uma rede de empresas em obra de pré-fabricados em concreto armado**. SIMPEP: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODU O, 09 f. 2005, São Paulo.

PILOTTO, Gisah Abramocici; VALLE, Thompson Ricardo. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento piazza maggiore**. 2011. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (Gradua o) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PIOVEZAN JÚNIOR, Gilson Tadeu Amaral.; SILVA, Carlos Ernando. **Investiga o dos resíduos da constru o 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 *apud* SPANIOL, Norton Cesar. **Anlise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e wood frame para habita o de interesse social**. 2018. 96 f. Trabalho de conclusão de curso (Gradua o) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

POWEEL, Kevin.; TILOTTA, David.; MARTINSON, Karen. **Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing**. Disponível em: < <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/33416>>. Acesso em 21 Set. 2020

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing**. 2013. 66 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

RIBEIRO, Marcellus Serejo. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. 2002. 37 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

RIBEIRO, Marcello Serejo.; MICHALKA JUNIOR, Camilo. **A contribuição dos processos industriais de construção para adoção de novas tecnologias na construção civil no Brasil**. Revista Vértices, n. 5, p. 90-104, Set/Dez, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS.- Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos. **Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”)**. Diretriz n° 005 – Revisão 02. MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação. Brasília, 2017.

SILVESTRE, Cíntia da Silva.; FIGUEIREDO, Filipe Bittencourt. **Análise comparativa de uma residência unifamiliar em alvenaria convencional e wood frame na cidade de Dourados - MS**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal Da Grande Dourados, Dourados MS, 2018.

SACCO, M. F.; STAMATO, G. C. **Light wood frame - construções com estrutura leve de madeira**. Revista Técnica, São Paulo, ed. 140: Nov, 2008.

SOUZA, Laurilan Gonçalves. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood frame**. Revista Online Especialize, jan. 2013.

STRABELI, Giovana Innocenti. **Diretrizes para projeto e desempenho de sistemas construtivos em painéis pré-moldados de concreto: Edifícios habitacionais**. 2015. 158 f. Dissertação (Mestrado) – Estrutura em construção civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

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

TECVERDE. **Como projetar em Wood frame**. Curitiba, 2011.

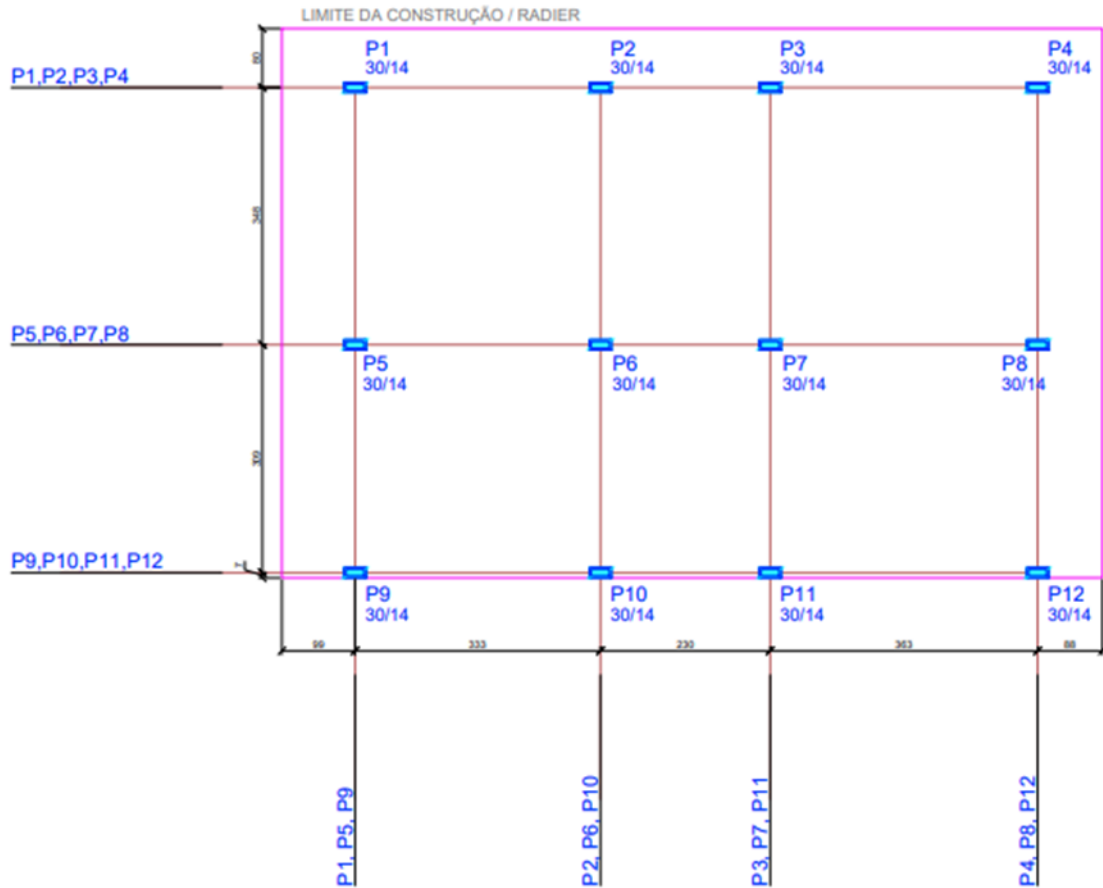
VASQUES, Caio Camargo Penteadado Correa Fernandes.; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **Comparativo de sistema construtivo, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Disponível em: <  
[https://www.academia.edu/32192982/COMPARATIVO\\_DE\\_SISTEMAS\\_CONSTRUTIVOS\\_CONVENCIONAL\\_E\\_WOOD\\_FRAME\\_EM\\_RESIDENCIAS\\_UNIFAMILIARES](https://www.academia.edu/32192982/COMPARATIVO_DE_SISTEMAS_CONSTRUTIVOS_CONVENCIONAL_E_WOOD_FRAME_EM_RESIDENCIAS_UNIFAMILIARES)>. Acesso em 26 Nov. 2020.

VIRTUHAB, Portal. **Sistema construtivo Wood frame**. Disponível em: <  
<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/wood-frame-3/>>. Acesso em 07 Dez. 2020.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10 ed. São Paulo: Pini: Sinduscon, 2009.

## APÊNDICE A - PROJETO ESTRUTURAL CONCRETO ARMADO

Figura 25 - Locação dos pilares na fundação

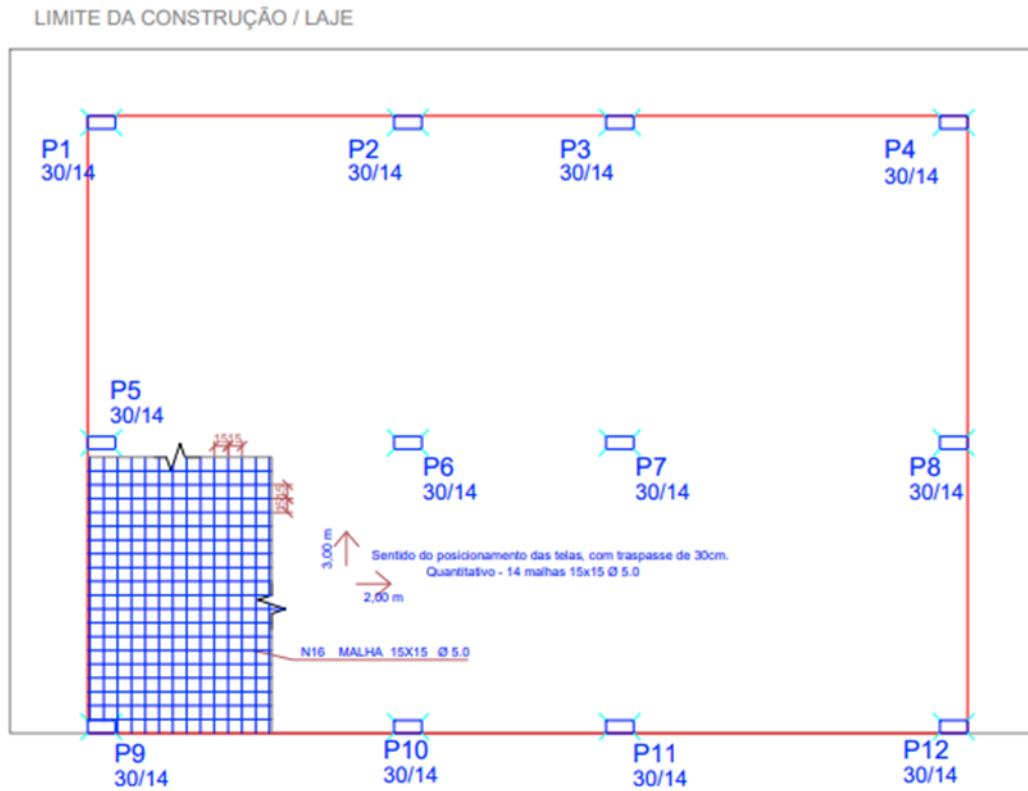


### LOCAÇÃO DE PILARES NAS FUNDAÇÕES

Escala 1:50

Fonte: AUTORA, 2021.

**Figura 26 – Detalhe da planta do radier**

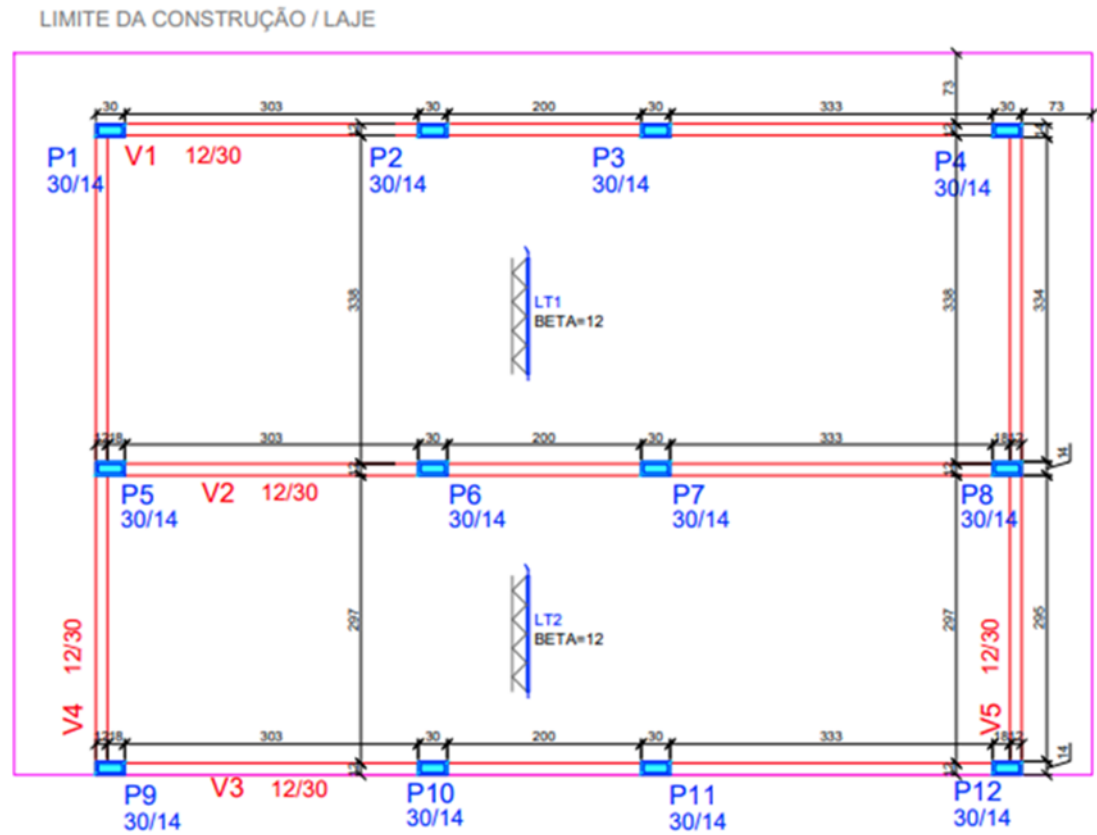


## PLANTA DE FORMA - RADIER (+0,00)

Escala 1:50

Fonte: AUTORA, 2021.

Figura 27 - Detalhe planta da cobertura

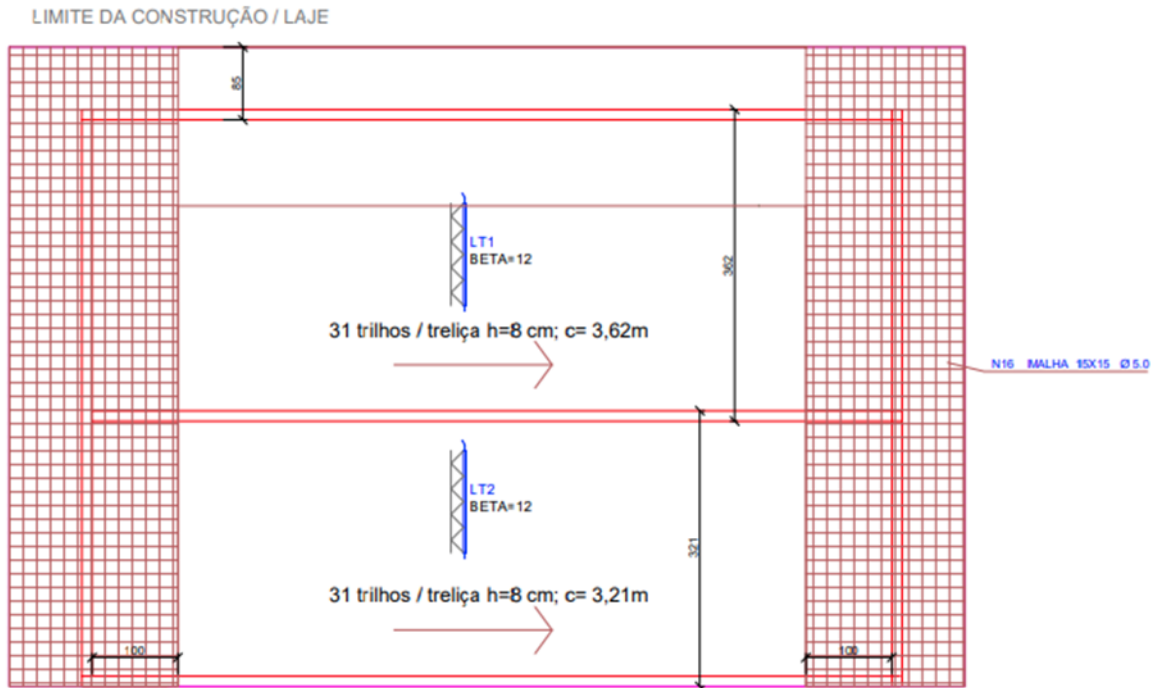


## PLANTA DE FORMA - COBERTURA (+2,90)

Escala 1:50

Fonte: AUTORA,2021.

**Figura 28 - Posicionamento das malhas na Laje**

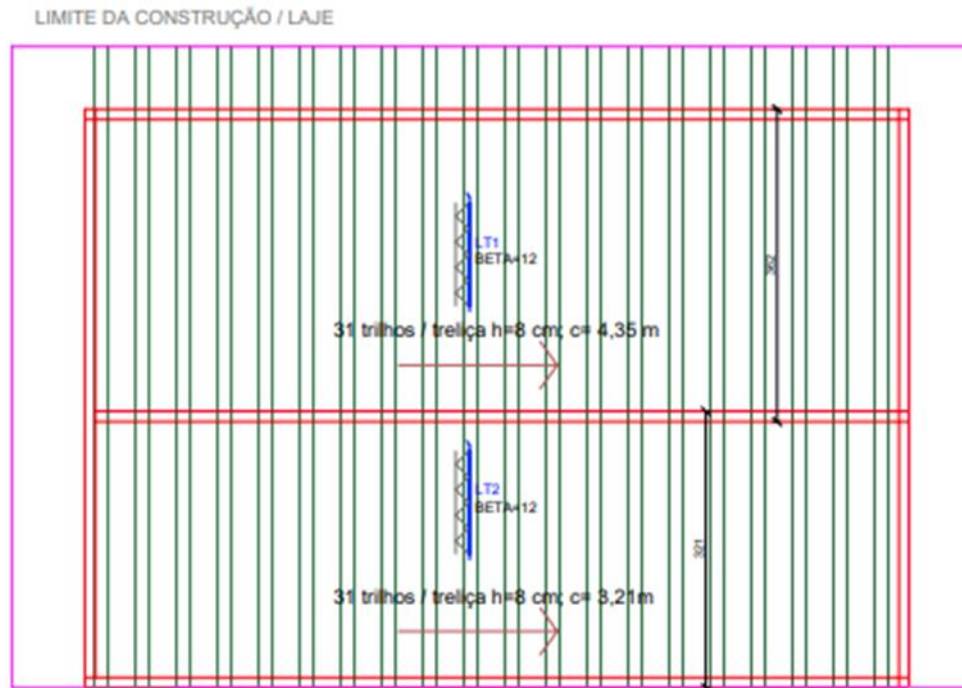


## COBERTURA (+2,90) - Posicionamento das malhas

Escala 1:50

Fonte: AUTORA,2021.

Figura 29 – Posicionamento dos trilhos na laje



## COBERTURA (+2,90) - Posicionamento dos trilhos

Escala 1:50



Local de posicionamento dos trilhos

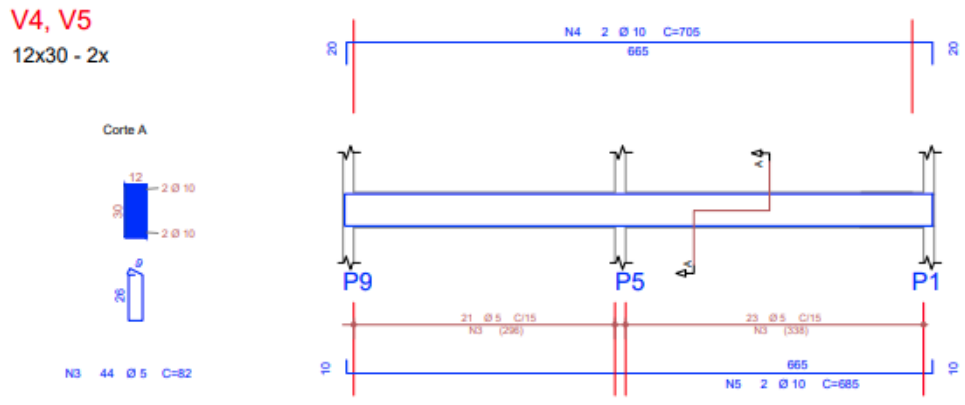
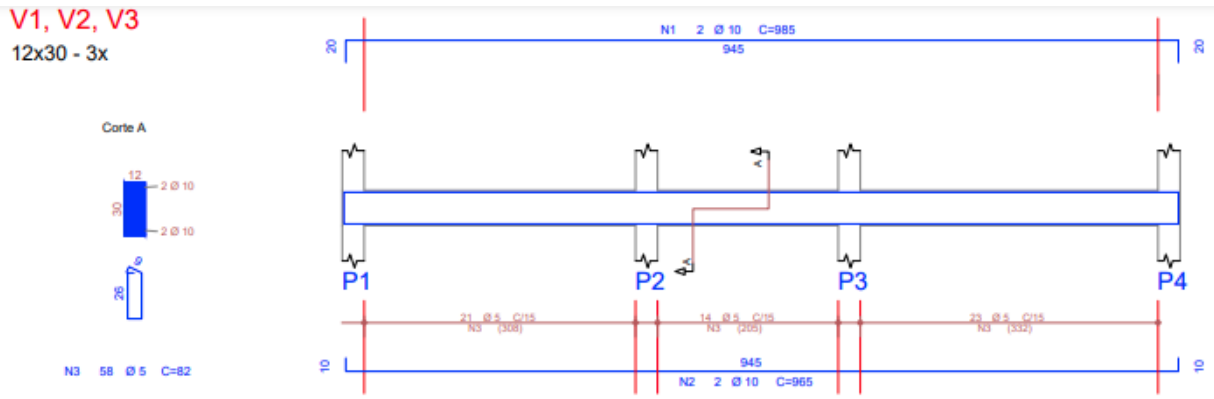
Local de posicionamento da malha (N16 MALHA 15X15 Ø 5.0)

Quantitativo: 31 - trilhos / treliça h=8 cm; c= 3,21m  
 31 - trilhos / treliça h=8 cm; c= 4,35m  
 6 - N16 MALHA 15X15 Ø 5.0  
 Volume de Concreto (m³) = 6,62

Fonte: AUTORA, 2021.



Figura 30 – Detalhamento de Vigas



Fonte: AUTORA,2021.

Figura 31 – Lista de armaduras

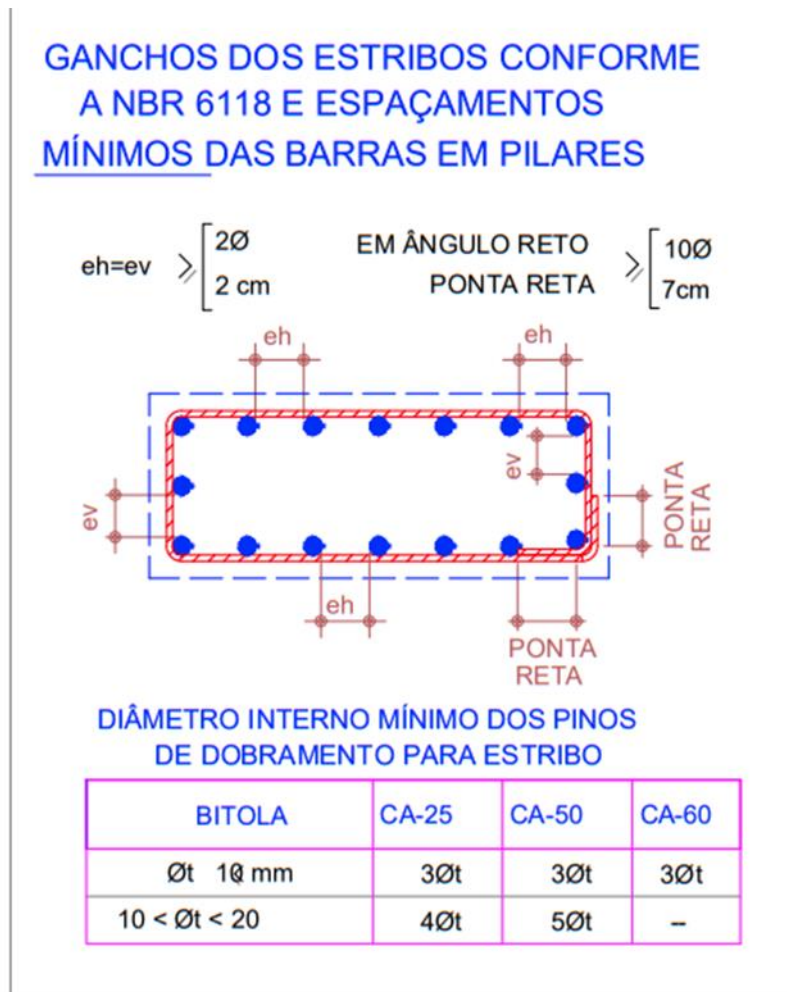
LISTA DE ARMADURAS					
ELEMENTO	N	Ø (mm)	QUANT.	COMP (cm)	
				UNIT	TOTAL
<b>V1, V2, V3 - x3</b>					
	1	10	6	985	5910
	2	10	6	965	5790
	3	5	174	82	14268
<b>V4, V5 - x2</b>					
	4	10	4	705	2820
	5	10	4	685	2740
	3	5	88	82	7216
<b>P1 - P12 - x12</b>					
	11	10	48	288	13824
	12	10	48	145	6960
	13	5	240	82	19680

RESUMO DOS FERROS (CA-50/CA-60)				
TIPO	Ø (mm)	COMPR (m)	PESO (Kg)	PESO+10%
60	5	411,64	63,39	69,73
50	10	380,44	234,73	258,20
Peso Total 60 =				69,73
Peso Total 50 =				258,20




VOLUME DE CONCRETO: 13,5624 m <sup>3</sup>
PILARES: 1,5624 m <sup>3</sup>
VIGAS: 2,37 m <sup>3</sup>
RADIER: 9,63 m <sup>3</sup>

Fonte: AUTORA, 2021.

Figura 32 – Detalhamento dos ganchos



**Figura 33 – Informações gerais**

CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO:					
- RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA DO CONCRETO ( $f_{ck}$ ): 25 MPa					
- RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO ( $a/c$ ): 0.60					
- MÓDULO DE ELASTICIDADE LONGITUDINAL SECANTE, PARA AGREGADO DE CALCÁRIO METAMÓRFICO (MICAXISTO) E METASEDIMENTOS, UTILIZADO NAS ANÁLISES ELÁSTICAS DESTE PROJETO $E_{cs} = 21.74$ GPa					
COBRIMENTOS DAS ARMADURAS, COM RÍGIDO CONTROLE DE QUALIDADE:					
- VIGAS: 2.0 cm					
- PILARES: 2.0 cm					
- LAJES: 1.5 cm					
DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS:					
- MOLHAR BEM AS FORMAS ANTES DA CONCRETAGEM.					
- NOS PRIMEIROS 7 DIAS APÓS A CONCRETAGEM A SUPERFÍCIE DO CONCRETO DEVERÁ SER MANTIDA ÚMIDA OU PROTEGIDA COM PELÍCULA IMPERMEÁVEL.					
- UTILIZAR ESPAÇADORES ENTRE A FORMA E AS ARMADURAS PARA GARANTIR O COBRIMENTO.					
ELEMENTOS DE REFERÊNCIA:					
- NBR 6118 - PROJETO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO ARMADO-PROCEDIMENTO.					
- NBR 6120 - CARGAS PARA O CÁLCULO DE ESTRUTURAS DE EDIFICAÇÕES-PROCEDIMENTO.					
- NBR 6123 - FORÇAS DEVIDO AO VENTO-PROCEDIMENTO.					
- NBR 8681 - AÇÕES E SEGURANÇA NAS ESTRUTURAS-PROCEDIMENTOS.					
- PROJETO ARQUITETÔNICO FORNECIDO PELA ARQUITETO JOÃO HENRIQUE,					
CARREGAMENTOS UTILIZADOS:					
CARGA ACIDENTAL	REVESTIMENTOS	BLOCO CERÂMICO	BLOCO CONCRETO	ENCHIMENTOS	
2.00 kN/m <sup>2</sup>	1.00 kN/m <sup>2</sup>	13.0 kN/m <sup>3</sup>	22.0 kN/m <sup>3</sup>	----	
LEGENDA:					
	- PILAR NASCE		- PILAR SEGUE		- PILAR MORRE
				PFn - PONTO DE FUNDAÇÃO	

Fonte: AUTORA, 2021.

## ANEXO A – PROJETO ESTRUTURAL WOOD FRAME

Figura 34 – Distribuição dos montantes

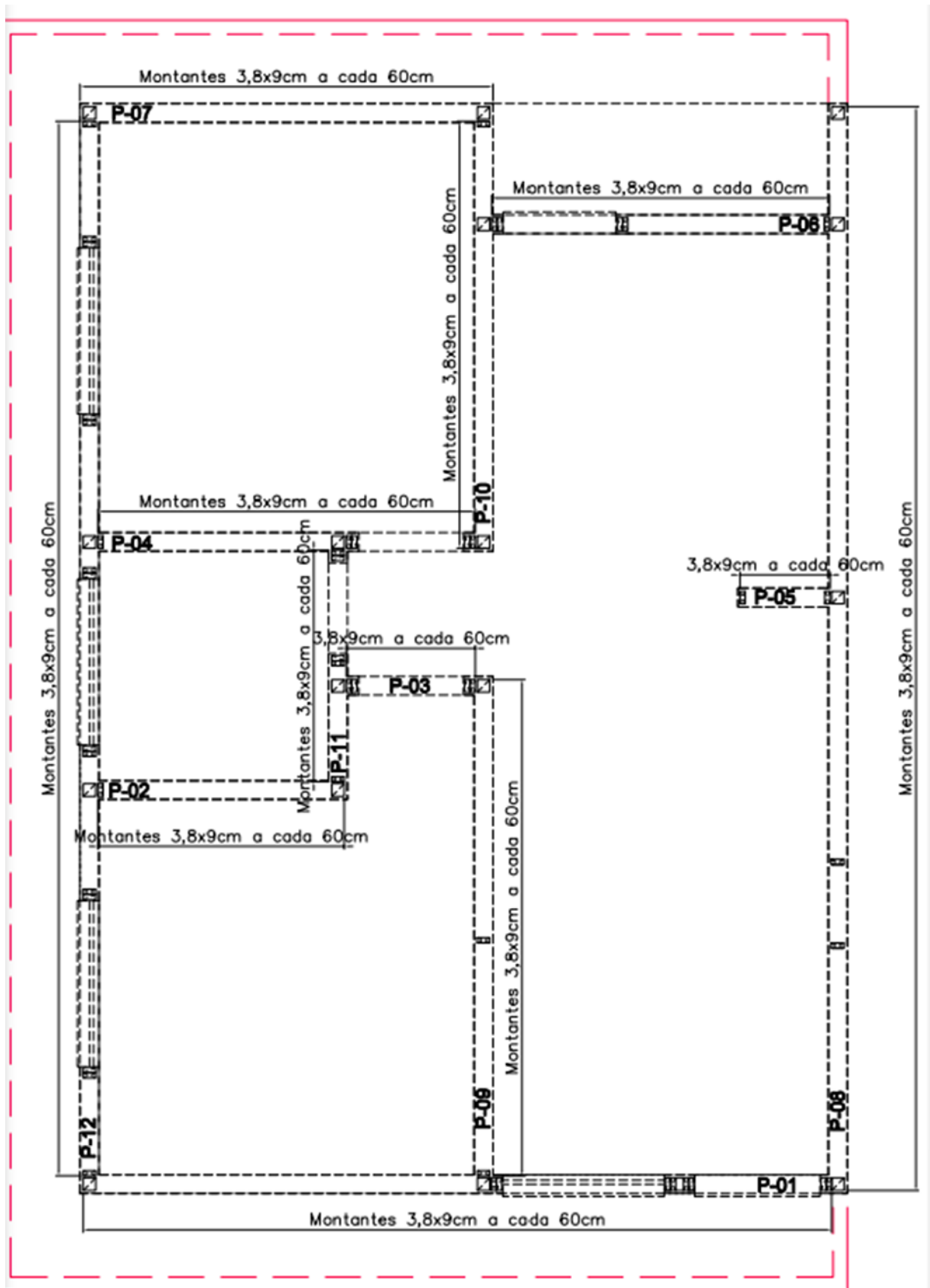
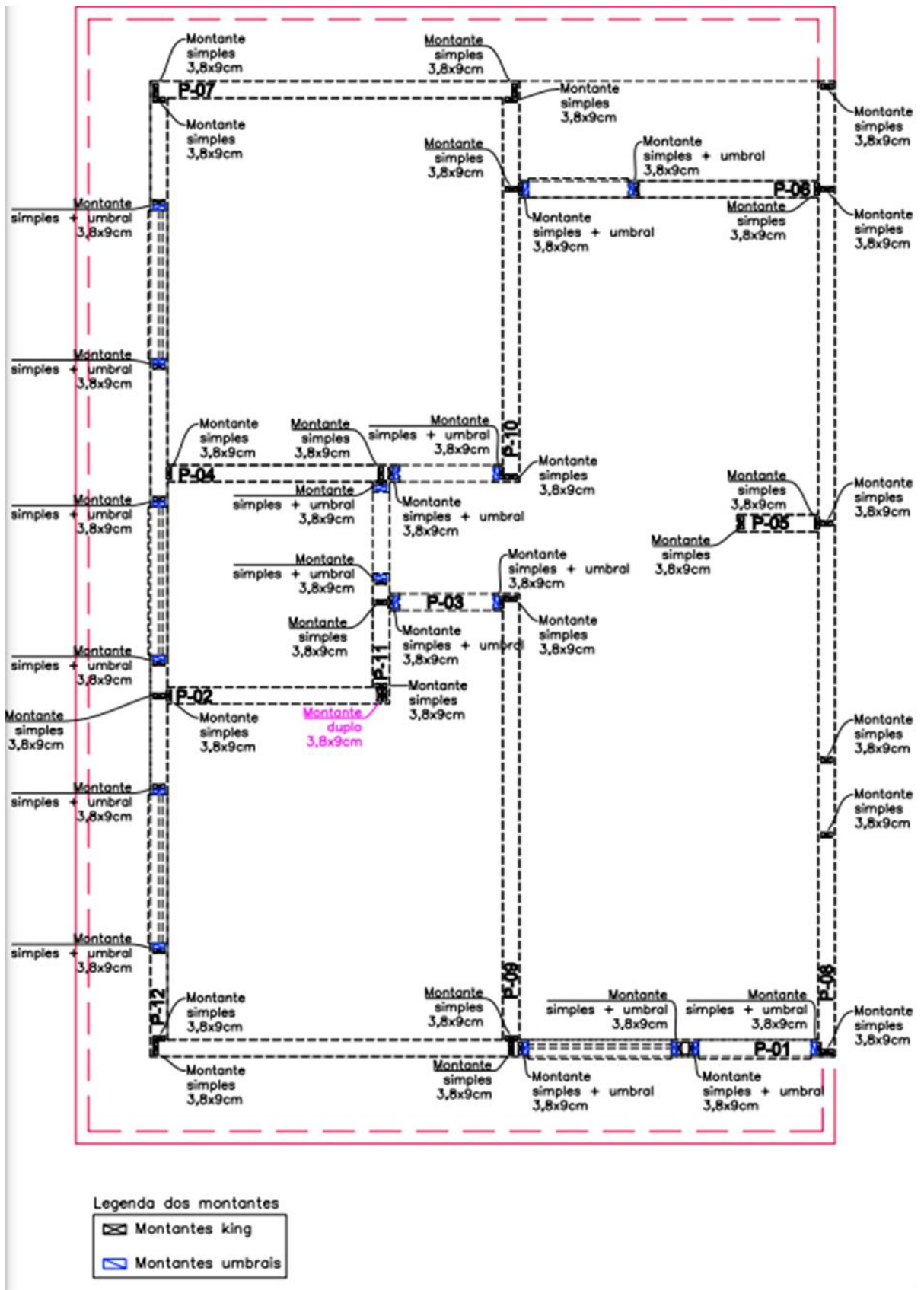


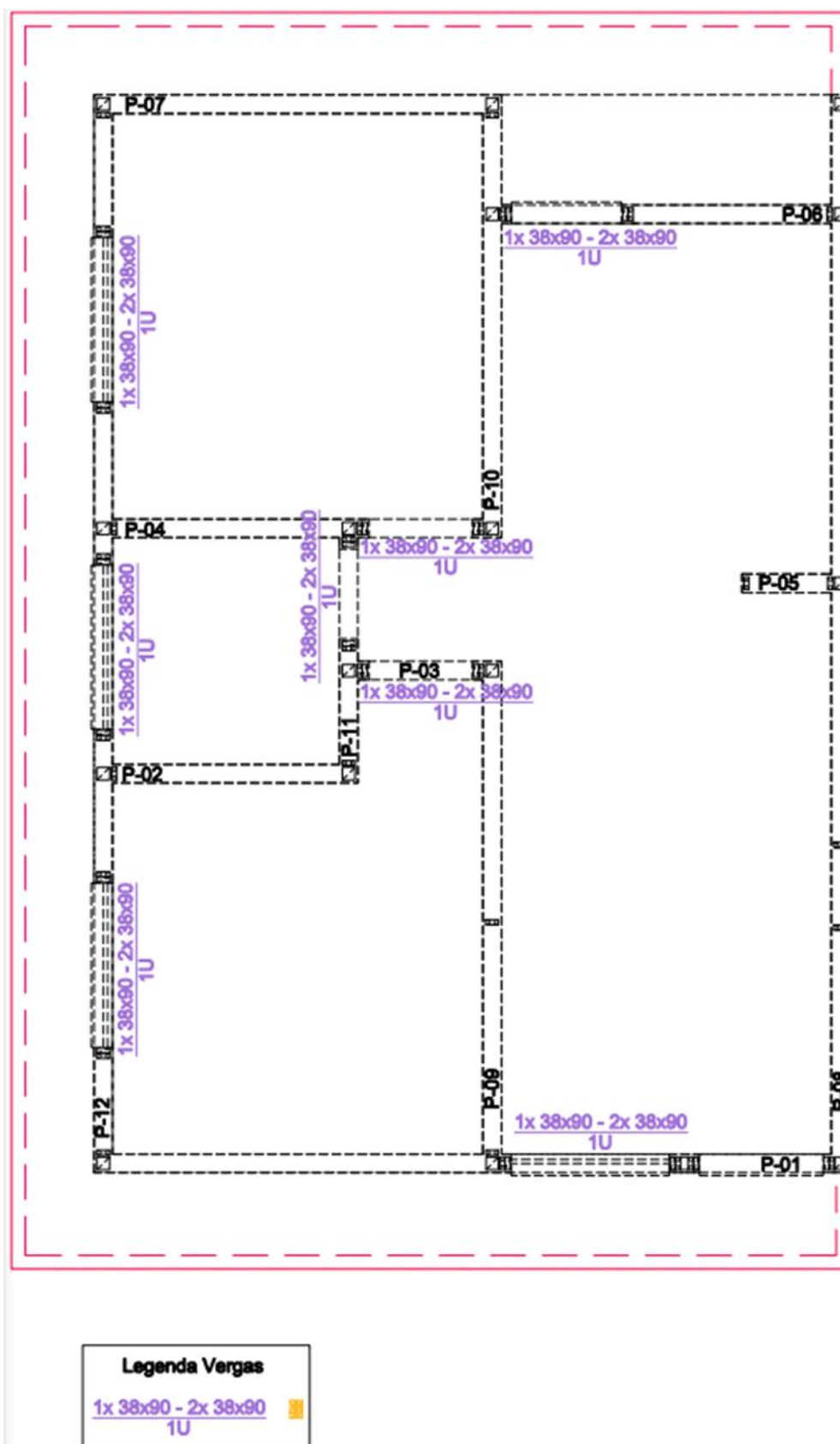
Figura 35 - Reforço dos montantes



Fonte: STAMADE, 2018.

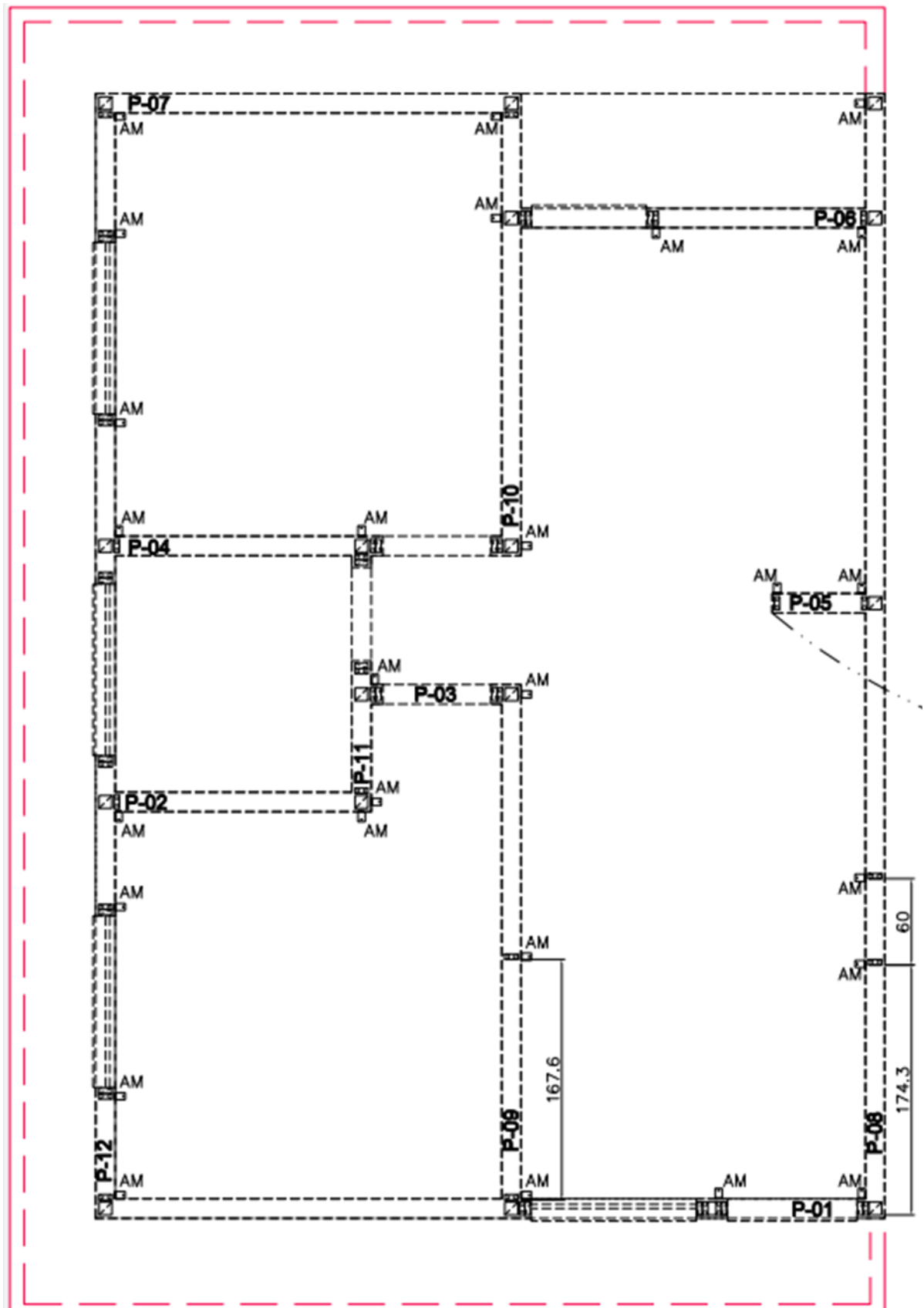


Figura 36 – Vergas e Umbrais



Fonte: STAMADE, 2018.

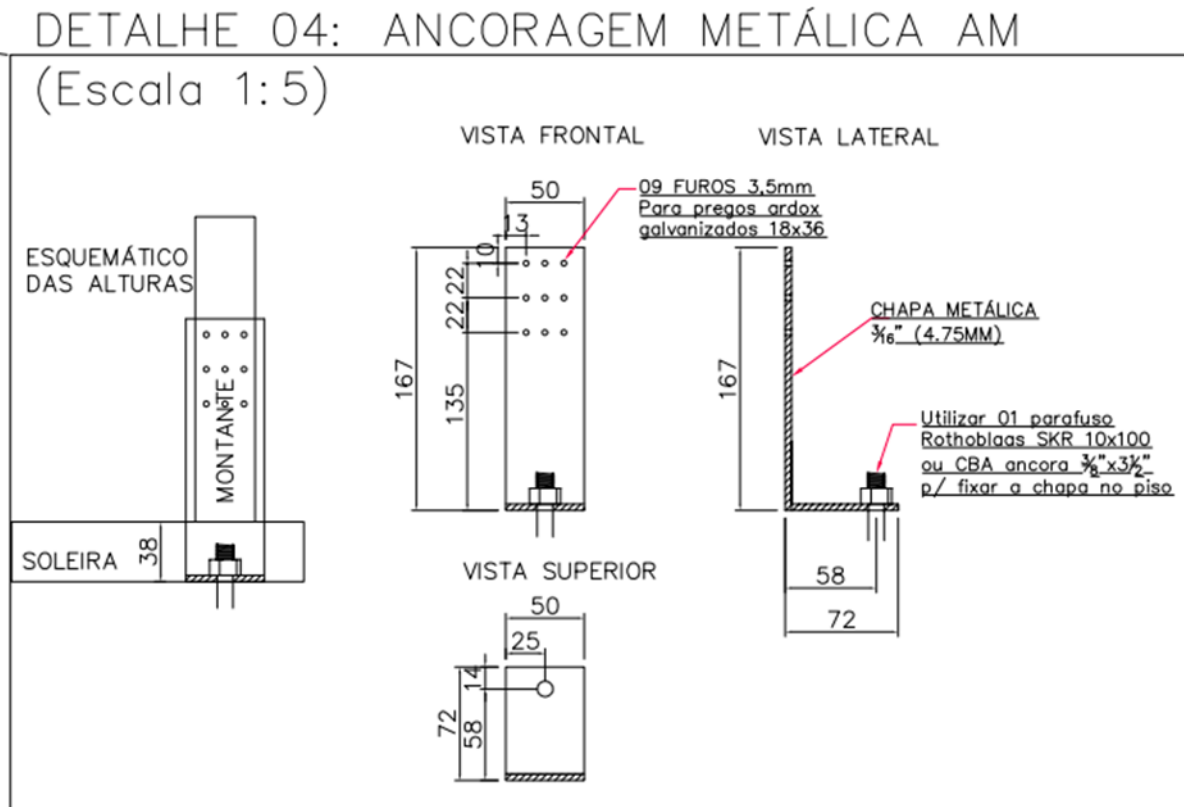
Figura 37 – Ancoragem das paredes na fundação



Fonte: STAMADE, 2018.



Figura 38 – Detalhe da ancoragem das paredes na fundação



Fonte: STAMADE, 2018.

Figura 39 – Observação para os painéis das paredes

OBSERVAÇÕES PARA PAINÉIS DE PAREDE:

Para as paredes devem ser utilizados espaçamento entre pregos de:

- Perímetro das chapas de osb: 20 cm entre pregos.
- Fixação aos montantes internos às chapas: 20cm.

(Essa consideração é válida para paredes com osb nas duas faces da parede)

Fonte: STAMADE, 2018.

Figura 40 – Observações gerais do projeto

OBSERVAÇÕES GERAIS:

- 1) As madeiras utilizadas devem ser: Pinus classe C25 ou superior.
- 2) Toda madeira utilizada deve ser tratada com CCA, em autoclave, garantindo impregnação mínima de  $4\text{kg}/\text{m}^3$  de I.A.
- 3) As peças utilizadas deverão ser selecionadas quanto aos seus defeitos naturais, não podendo apresentar nós maiores que 25% da seção, nem deformações excessivas que comprometam a geometria das paredes.
- 4) Todas as peças metálicas utilizadas (pregos, apoios, chapas metálicas, etc) deverão ser galvanizadas a fogo.
- 5) As peças não devem apresentar diferença de seção maior que 5mm em relação ao projeto.
- 6) Todas as parede internas e externas são consideradas estruturais, qualquer alteração ou reforma a ser executada deve ser analisada por projetista capacitado, considerando a redistribuição dos esforços com a alteração pretendida.

CONSIDERAÇÕES PARA AS CARGAS:Cargas Permanentes sem combinação:

Considerando peso próprio de paredes e telhados com seus respectivos revestimentos e caixa d'água central dupla de 500 kgf cada.

Cargas de vento para cada direção sem combinação:

Considerando as cargas de pressão conforme características listadas abaixo

PERMANENTES (NBR 7190 – PROJETOS DE ESTRUTURAS DE MADEIRA):

Densidade do Madeiramento – Pinus C25:  $550\text{kg}/\text{m}^3$

Paredes secas: Revestimentos em gesso simples interno e chapa cimentícia externa.

Paredes úmidas: Revestimentos em gesso verde e azulejos interno e chapa cimentícia externa.

Telhado: telha cerâmica e forro de gesso simples.

Caixa d'água 1000L.

\* Não estão consideradas cargas dos pisos e contrapisos.

VENTO SUCCÃO (NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES):

Vento básico Ribeirão Preto/SP:  $40\text{m}/\text{s}$ ;

S1=1,0 (Terreno Plano com poucas ondulações);

S2=0,82 (Categoria 3; Classe A) Z=2,60m;

S3=1,0 (Grupo 2);

Vento Característico:  $32,8\text{m}/\text{s}$ ;

$q=66\text{kgf}/\text{m}^2$ ;

Sinais:

(+) Sucção;

(-) Carga de Gravidade;

CONTROLE DE REVISÕES		
REV	DATA	DESCRIÇÃO
0	14/12/2018	EMIÇÃO INICIAL
<b>OBRA:</b> <b>Reserva Macaúba</b> <small>RODOVIA ALEXANDRE BALBO KM 328</small>		 <b>STAMADE</b> <small>CONSULTORIA EM ESTRUTURAS DE MADEIRA  Rua Passado das Flores, 80 - São Carlos-SP tel: 11 98328 6010  e-mail: stamade@stama.com.br</small>
<b>PROPRIETÁRIO:</b> <b>MACAUBA EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS SPE I</b>		
<b>EDIFICAÇÃO:</b> <b>Teoverde Engenharia SA</b> <small>Arq. Pedro Virmond Moreira  CAD-PR: AB4487-4</small>		<b>REFERÊNCIA:</b> <b>RU1 - RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR  PROJETO PAREDES</b>
<b>PROJETO:</b> <b>Stamade Consultoria em Estruturas de Madeira</b> <small>Eng. Guilherme Corrêa Stamato  CREA: 600485218</small>		<b>ESCALA:</b> 1/50 cm
<b>ARQUIVO:</b> MRV_MAC_EST-EX_R03 - 01 a 03 PAREDES E COBERTURA.dwg		<b>DATA:</b> 12/12/2018
		<b>PROJETO:</b> <b>EST</b>
		<b>FRANCA:</b> <b>3</b>

Fonte: STAMADE, 2018.