

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR/MG**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**  
**RAYANE ARANTES SOUSA**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS CONSTRUTIVOS RESIDENCIAIS  
EM ALVENARIA CONVENCIONAL EM BLOCO CERÂMICO E *WOOD FRAME***

**FORMIGA-MG**

**2018**

RAYANE ARANTES SOUSA

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS CONSTRUTIVOS RESIDENCIAIS  
EM ALVENARIA CONVENCIONAL EM BLOCO CERÂMICO E *WOOD FRAME*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR - MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Esp. Mariana Del Hoyo Sornas.

FORMIGA-MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UNIFOR-MG

S725 Sousa, Rayane Arantes.  
Análise comparativa entre métodos construtivos residenciais em  
alvenaria convencional em bloco cerâmico e wood frame / Rayane Arantes  
Sousa. – 2018.  
64 f.

Orientadora: Mariana Del Hoyo Sornas.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro  
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária  
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Rayane Arantes Sousa

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS CONSTRUTIVOS RESIDENCIAIS  
EM ALVENARIA CONVENCIONAL EM BLOCO CERÂMICO E WOOD FRAME

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof.<sup>a</sup> Esp. Mariana Del Hoyo Somas  
Orientadora

  
Prof.<sup>a</sup> Dra. Kátia Daniela Ribeiro  
UNIFOR-MG

  
Washington Alair da Silva  
Engenheiro Civil

Formiga, 13 de novembro de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço imensamente a Deus por ser presente em minha vida, me iluminando durante toda caminhada e proporcionando a realização de um grande sonho. Sem Ele nada seria possível.

À minha mãe Adriana, pelo apoio incondicional durante minha trajetória, pela capacidade de acreditar em mim, transmitindo toda segurança e não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa.

Ao meu pai Rosalvo (*in memoriam*), que não pode estar presente neste momento tão incrível da minha vida.

Ao meu padrasto Adriano, pelo amor, amizade e constante apoio.

Ao meu irmão João Vitor, que embora não tenha consciência disto, sempre me faz capaz de buscar novos conhecimentos.

Aos meus familiares, que me ensinam valores importantes. E em especial a minhas madrinhas, por compartilhar experiências vividas, sempre presenteando com grandes conselhos e me incentivando a acreditar no meu potencial.

Agradeço ao meu namorado Robson, que sempre me apoiou nas horas difíceis, aguentando todas as minhas crises de ansiedade e estresse e por compreender minha ausência nestes últimos cinco anos. Obrigada “Preto” por fazer parte deste extraordinário momento.

Aos meus amigos, por todo incentivo e apoio. Especialmente às minhas amigas Izabel e Lorena que foram fundamentais para minha formação, por isso merecem o meu eterno agradecimento.

À minha orientadora Mariana, pela reciprocidade, por incentivar e me fazer acreditar que tudo daria certo, agradeço também pela confiança e incrível dedicação. Expresso aqui minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria e sua experiência.

Agradeço a todos os professores que me apoiaram durante a graduação, compartilhando conhecimentos, e demais funcionários do UNIFOR-MG.

## RESUMO

A construção civil é essencial para os seres humanos e encontra-se em constante desenvolvimento. Na busca de novas perspectivas que evite a utilização de recursos naturais, além da redução de poluição e geração de resíduos sólidos os sistemas industrializados se destacam. O sistema construtivo em *Wood frame* ressalta-se por sua racionalização e soluções alternativas empregadas para o aperfeiçoamento e desempenho das construções, qualificando a mão-de-obra, aumentando a produtividade e reduzindo impactos ambientais. O método é constituído por sistema estrutural em madeira reflorestada com painéis de fechamento. O presente trabalho busca destacar a individualidade do método construtivo em *Wood frame* comparado ao sistema de alvenaria convencional em blocos cerâmicos, com a adoção de um projeto construtivo para a análise de custos e sustentabilidade de ambos os métodos. Por consequência, o sistema alternativo *Wood frame* apresentou vantagens nos resultados obtidos. Com isso, iniciativas socioeconômicas e socioambientais aderidas na indústria da construção civil são essenciais para o desenvolvimento no Brasil.

Palavras-chave: Construção alternativa. Industrialização. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Civil construction is essential for human beings and is in constant development. In the search for new perspectives that avoid the use of natural resources, besides the reduction of pollution and solid waste generation the industrialized systems stand out. The construction system in Wood frame stands out for its rationalization and alternative solutions used for the improvement and performance of constructions, qualifying the workforce, increasing productivity and reducing environmental impacts. The method is constituted by structural system in reforested wood with closing panels. The present work seeks to highlight the individuality of the constructional method in Wood frame compared to the conventional masonry system in ceramic blocks, with the adoption of a constructive project for cost analysis and sustainability of both methods. Consequently, the alternative system Wood frame presented advantages in the obtained results. Thus, socio-economic and socio-environmental initiatives adhered to in the construction industry are essential for development in Brazil.

Keywords: Alternative construction. Industrialization. Sustainability.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema construtivo em alvenaria convencional.....	19
Figura 2 – Superestrutura .....	21
Figura 3 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal .....	24
Figura 4 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical .....	25
Figura 5 – Argamassa de assentamento.....	26
Figura 6 – Partes constituintes do telhado em madeira .....	27
Figura 7 – Revestimento cerâmico em paredes .....	30
Figura 8 – Sistema construtivo em Wood frame.....	33
Figura 9 – Direções axiais, radiais e longitudinais da madeira .....	35
Figura 10 – Radier.....	38
Figura 11 – Fixação do sistema estrutural à fundação.....	39
Figura 12– Ilustração da composição da parede externa e interna.....	40
Figura 13– Telha shingle .....	42
Figura 14 – Sistema hidráulico montado .....	43
Figura 15 – Vãos para esquadrias .....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação .....	23
Quadro 1 – Acabamento aplicado sobre o revestimento dos quadros estruturais das paredes... ..	43
Quadro 2 – Descrição das etapas construtivas de ambos sistemas .....	48

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação de custo unitário entre ambos sistemas .....	50
Gráfico 2 – Análise comparativa de custo por m <sup>2</sup> .....	51
Gráfico 3 – Percentual de resíduos gerados nos sistema construtivo em alvenaria convencional .....	52

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABDI: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDI: Benefícios e Despesas Indiretas

CBCS: Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

cm: Centímetro

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

m: Metro

m<sup>2</sup>: Metro quadrado

mm: Milímetro

mi: Massa inicial da madeira

MMA: Ministério do Meio Ambiente

ms: Massa da madeira seca

NBR: Norma Brasileira Regulamentadora

OSB: *Oriented Strand Board*

PVC: Policloreto de Vinila

SINAP: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

U: Teor de umidade

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	13
2.	OBJETIVOS .....	15
2.1.	Objetivo geral.....	15
2.2.	Objetivos específicos .....	15
3.	JUSTIFICATIVA .....	16
4.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
4.1.	Sistema em alvenaria convencional em bloco cerâmico .....	18
4.1.1.	Aspecto geral .....	18
4.2.	Processo de execução .....	19
4.2.1.	Fundações.....	20
4.2.2.	Superestrutura .....	20
4.2.3.	Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.....	22
4.2.4.	Argamassa de assentamento .....	25
4.2.5.	Cobertura.....	26
4.2.6.	Instalações prediais.....	28
4.2.7.	Revestimento de parede .....	28
4.2.8.	Esquadrias .....	30
4.2.9.	Pintura .....	31
4.3.	Sistema <i>Wood frame</i> .....	31
4.3.1.	Aspecto geral .....	32
4.4.	Propriedades das madeiras .....	33
4.4.1.	Propriedades físicas da madeira .....	34
4.4.2.	Tipos de madeira para construção.....	36
4.5.	Construção seca .....	37
4.6.	Processo de execução .....	37
4.6.1.	Fundação.....	38
4.6.2.	Laje.....	38
4.6.3.	Ancoragem .....	39
4.6.4.	Sistema de vedação.....	40
4.6.5.	Cobertura.....	41
4.6.6.	Revestimento .....	42
4.6.7.	Instalações prediais.....	43

4.6.8. Esquadria .....	44
4.7. Sustentabilidade .....	45
5. METODOLOGIA.....	47
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
6.1. Descrição dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e <i>Wood frame</i> .....	48
6.2. Comparação entre custo.....	50
6.3. Análise comparativa de aspectos ambientais.....	51
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	54
REFERÊNCIAS .....	55

## 1. INTRODUÇÃO

A sociedade brasileira possui exorbitante riqueza ligada aos elementos naturais, porém, a mesma passa por questionáveis problemas relacionados à exploração desses recursos.

Fernandes et al. (2004, p. 2) descrevem a humanidade no seguinte aspecto:

À medida que o homem foi modificando, descobrindo a natureza, modificou o seu modo de vida, aplicando suas novidades, criatividade e descobertas deste ambiente, torna-se assim, um explorador. Assim, o homem passou de simplesmente habitante natural para habitante explorador e usuário transformador do ambiente.

A construção civil encontra-se em constante desenvolvimento, entretanto, ainda apresenta aumento relacionado aos impactos causados por obras. O estudo e entendimento dos danos torna-se necessário para conscientizar a importância de aderir às obras alternativas.

A sustentabilidade em meio à construção civil evolui-se gradativamente, devido à pressão econômica, ambiental e social exercida sobre as atividades da construção civil, por virtude da utilização de recursos não naturais, poluição e geração de resíduos.

O *Wood frame* integra um sistema construtivo industrializado, executado em perfis de madeira tratada e reflorestada, constituindo painéis revestidos com outros materiais, com o designo de proporcionar conforto térmico e acústico, proteção à edificação de condições climáticas e fogo (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

Os sistemas industrializados proporcionam desenvolvimento tecnológico às construções, através de modernização no processo produtivo, diversificando construções que empregam mão-de-obra de forma artesanal.

O setor da construção civil possui a necessidade de incorporar atividades relacionadas à sustentabilidade, adquirindo formas preventivas viáveis e fundamentais para a execução de atividades relacionadas à área, evitando maiores danos ao meio ambiente.

Neste sentido, é imprescindível a reavaliação da utilização de recursos não renováveis, com a conscientização sobre o meio ambiente, não bastando o envolvimento relacionado aos custos de edificações, mas tornando elementar o envolvimento de comunidades, debatendo e compartilhando meios de construções

alternativas e novas tecnologias, com possíveis soluções, a fim de atingir uma rota viável para a construção civil.

O presente trabalho consiste em comparar o sistema construtivo em alvenaria convencional com o método alternativo em *Wood frame*, contribuindo para o conhecimento e a conscientização da população no sentido de optar por alternativas que não prejudiquem ainda mais o meio ambiente, relacionando também a sua viabilidade econômica.

## **2. OBJETIVOS**

Esse tópico tem por finalidade conceituar quais são os objetivos do presente trabalho a serem alcançados, sendo eles objetivo geral e objetivos específicos, conforme descritos a seguir.

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo comparativo entre os sistemas construtivos em alvenaria convencional, feita com blocos cerâmicos, e o *Wood frame* para edificações residenciais, através de análise de custos diretos e também com relação aos impactos ambientais.

### **2.2. Objetivos específicos**

Para atender ao objetivo geral, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Descrever as características construtivas de ambas vedações propostas, inferindo sobre as principais diferenças;
- Analisar os custos diretos de ambas as técnicas através de revisão bibliográfica apresentando o método construtivo que possui melhor relação custo/benefício;
- Verificar e analisar sobre os impactos ambientais dos sistemas construtivos em alvenaria convencional em bloco cerâmico e *Wood frame*.

### 3. JUSTIFICATIVA

A construção civil é um setor que está em constante crescimento e o mesmo acarreta grandes impactos ambientais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA mais de 50% dos resíduos sólidos gerados são resultantes da construção civil. O âmbito corresponde também a emissão de gases efeito estufa condizente ao uso desenfreado de cimento que gera cerca de 7% de CO<sub>2</sub>, e em países desenvolvidos o índice cresce para 10%, como a China (ALBANO; KIRST; DIZ, 2011).

A alta produção de resíduos ocorre por falta de técnicas e procedimentos adequados, existindo uma alta demanda de utilização de água e constante produção de materiais que contribuem para a poluição atmosférica, acarretando danos ao ecossistema.

As edificações residenciais no Brasil são executadas de maneira artesanal. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2010, 80,00% das residências brasileiras eram executadas de alvenaria com revestimento (tijolo com revestimento). Esse sistema construtivo é conhecido como alvenaria convencional e é caracterizado por gerar altos índices de resíduos sólidos e a constante extração de recursos naturais esgotáveis sem o correto manuseio, produzindo impactos ambientais.

Em contramão aos desperdícios, surgem as construções alternativas que buscam ressaltar a sustentabilidade, sempre inovando e propondo fontes alternativas para otimizar a redução do consumo de recursos extraídos da natureza, diminuindo os resíduos gerados e o consumo energético e hídrico.

Com base no Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS as construções alternativas podem colaborar para a redução do consumo de água potável entre 30% a 40%, contribuindo para a redução de impactos ambientais.

O sistema *Wood frame* é uma dessas alternativas inovadoras que se destaca pela agilidade de execução, a redução do custo com mão de obra e a quantidade de resíduos, além da emissão de CO<sub>2</sub> na natureza, cerca de 80% menor em comparação ao sistema construtivo tradicional (GIRIBOLA, 2013).

A produção industrial do *Wood frame* possibilita a redução de até 90% dos resíduos sólidos produzidos em termos de metro quadrado devido ao sistema construtivo não necessitar da utilização de água e ainda ser modular (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI, 2015).

O mercado brasileiro, mesmo que demonstre preocupação com o meio ambiente, expõe falta de vigor e resistência para o entendimento de construções com perfis alternativos, dificultando a aceitação de inovações construtivas, devido à cultura já aderida no país.

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo são abordados os principais temas relevantes para a elaboração do trabalho através do embasamento teórico obtido por meio de pesquisa em literaturas existentes, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e artigos acadêmicos.

### **4.1. Sistema em alvenaria convencional em bloco cerâmico**

A utilização da alvenaria convencional é influente em construções brasileiras; um sistema elaborado de modo rústico com métodos construtivos tradicionais concedidos sem mão de obra qualificada (SILVA, 2003).

Nesta seção encontra-se a apresentação dos aspectos gerais, bem como os métodos de construção empregados para edificações residenciais de alvenaria convencional em blocos cerâmicos.

#### **4.1.1. Aspecto geral**

O sistema de construção em alvenaria convencional (FIG.1) é o principal sistema construtivo utilizado no Brasil (CAMPOS; LARA, 2012). Martins (2009, p. 3), define a alvenaria como “maciços construídos de pedras ou blocos, naturais ou artificiais, ligadas entre si de modo estável pela combinação de juntas e interposição de argamassa ou somente por um desses meios”.

Figura 1 – Sistema construtivo em alvenaria convencional



Fonte: A autora (2018).

No método construtivo convencional, as paredes não devem resistir às cargas verticais além de seu próprio peso, tornando-se apenas um sistema de vedação e estabelecendo condições mínimas de instalação para o habitante (MILITO, 2009).

A função estrutural do sistema fica incumbida pela inserção de pilares e vigas, assim, a aderência destes materiais se faz necessário para que estes trabalhem em conjunto, onde as barras de aço resistem à tração e o concreto resiste à compressão (BASTOS, 2006).

De acordo com Pinho e Lordsleem Junior (2009), o método construtivo de assentamento convencional de blocos cerâmicos pode alterar o custo da obra, correspondente ao desperdício gerado de materiais, devido à quebra para o acomodamento dos mesmos.

#### **4.2. Processo de execução**

A seguir serão apresentados os elementos que compõem o método construtivo de alvenaria convencional em blocos cerâmicos, tais como: fundações, superestrutura (pilares, vigas, lajes), revestimentos, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas e acabamentos.

### **4.2.1. Fundações**

Designa-se como fundação os elementos estabelecidos na parte inferior do terreno que suportam e transmitem ações originadas na edificação ao solo. Os carregamentos habitualmente são transmitidos através dos pilares, conduzidos até as fundações e distribuídos aos solos (BASTOS, 2016).

Segundo Rabello (2008), para se estabelecer a escolha das fundações e suas dimensões, é fundamental o conhecimento das características do solo, através de sondagens, a fim de se determinar as características físicas, de resistência e a existência de água no subsolo.

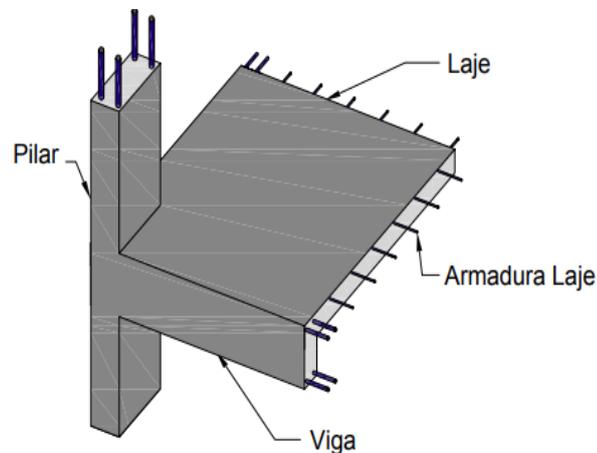
Quanto às classificações, as fundações se determinam em dois grupos: superficiais (diretas ou rasas) ou profundas.

- Superficial: aquela em que as “cargas da edificação (superestrutura) são transmitidas ao solo logo nas primeiras camadas”, de modo que o solo disponha de resistência em suas primeiras camadas para resistir aos esforços (RABELLO, 2008, p. 41).
- Profunda: a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 6122 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2010) estabelece fundação profunda para projetos e em casos que o solo só atinge a resistência suficiente em grande profundidade, superior a 3 metros.

### **4.2.2. Superestrutura**

A superestrutura (FIG. 2) em construções de alvenaria convencional constitui-se de elementos estruturais, tais como laje, viga e pilar, descritos a seguir.

Figura 2 – Superestrutura



Fonte: Spohr (2008).

- Laje: elemento bidimensional, de superfície plana, destinado a receber cargas derivadas da construção (móveis, pessoas, paredes) distribuídas de maneira linear ou permanente (BASTOS, 2015). Os carregamentos originados nas lajes são distribuídos em vigas e pilares da estrutura (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2003).

A seguir são apresentadas as lajes habitualmente empregadas na construção civil, como as lajes maciças e pré-fabricadas:

I. Maciça: composta por concreto incluindo armaduras longitudinais e transversais (BASTOS, 2015). Constituída com auxílio de fôrmas e necessidade de escoramento por meio de materiais metálicos ou em madeira (SILVA, 2005). O modo de execução torna-se viável pelo fato da reutilização de fôrmas (BRANDALISE; WESSLING, 2015).

II. Pré-fabricada: industrialmente produzida em grande escala, formada por vigotas e treliças (MARÇAL, 2014). Se comparada à laje moldada *in loco*, apresenta maior vantagem, pois, proporciona maior agilidade na execução, bem como a redução do uso de materiais (fôrma e escoramento), (SALGADO, 2009).

- Viga: “As vigas servem de apoio para lajes e paredes, conduzindo suas cargas até os pilares” (PINHEIRO; MUZARDO; SANTOS, 2003, p. 203). A viga de concreto armado é utilizada amplamente em obras civis, abrangendo grande

influência de sustentação nas edificações de concreto armado (SANTOS; GIONGO, 2008).

- Pilares: “Elementos lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes” NBR 6118 (ABNT, 2014, p. 84). Designados a transmitir os esforços para as fundações, asseguram a estabilidade das edificações quanto às ações horizontais e verticais (BASTOS, 2006). Os materiais empregados na execução dos pilares são principalmente o concreto e o aço (FERREIRA; DEBS; ELLIOTT, 2003).

#### **4.2.3. Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**

A alvenaria preserva a edificação contra quaisquer condições climáticas, penetração de animais bem como garante a conservação do local, combatendo ruídos, proporcionando conforto aos habitantes (SALGADO, 2009).

Segundo Nascimento (2002, p. 7):

A principal função de uma alvenaria é de estabelecer a separação entre ambientes, e principalmente a alvenaria externa que tem a responsabilidade de separar o ambiente externo do interno e para cumprir esta função deverá atuar sempre como freio, barreira e filtro seletivo, controlando uma série de ações e movimentos complexos quase sempre muito heterogêneos.

O sistema construtivo de vedação caracteriza-se pela construção das paredes executadas entre pilares e vigas armados, protegendo a estrutura de ações atuantes (GOUVEIA; LOURENÇO; VASCONCELOS, 2007).

No processo de execução é indispensável verificar o nivelamento, alinhamento e esquadro das paredes, evitando o desalinhamento para a colocação de esquadrias, assim como o retrabalho e o desperdício de materiais (CALÇADA, 2014).

Para o assentamento da alvenaria é primordial o planejamento e detalhamento dos projetos construtivos com a finalidade de evitar custos e o desperdício de materiais (SOARES, 2015).

A alvenaria de vedação em bloco cerâmico destaca-se pelo alto índice de quebras, retrabalhos, desperdícios e falta de padronização dos componentes de alvenaria (SALGADO, 2009). Soares (2015) completa que a incompatibilidade entre projetos desfavorece a mão de obra da construção civil.

Conforme NBR 15270-1 (ABNT, 2005, p. 2), “os blocos cerâmicos para vedação constituem as alvenarias externas ou internas que não têm a função de resistir a outras cargas verticais, além do peso da alvenaria da qual faz parte”.

Os blocos cerâmicos são fabricados por meio da argila sujeita a um processo de secagem e cozida em altas temperaturas; as cerâmicas vermelhas são originadas de argilas sedimentares, com elevada quantidade de compostos de ferro, e são resultantes da decomposição de rochas compostas por minerais como mica, quartzo, pirita, feldspato, hematita, bem como matéria orgânica (KAZMIEREZAK, 2007).

Os blocos cerâmicos devem apresentar regularidade nas dimensões para o perfeito assentamento, sem exibir falhas ou manchas e devem apresentar o exterior áspero para a aderência de argamassas; os materiais cerâmicos são definidos pela fragilidade, alta dureza, peculiaridade isolante, resistência a altas temperaturas e a desgastes (BOGAS, 2013). Os materiais possuem grandes variações quanto à textura, quantidade, tipo de furos e dimensões (VERÇOSA, 2011).

A existência de furos presentes nos blocos diminui o peso da alvenaria, permitindo maior economia no dimensionamento da estrutura em concreto armado, incumbida de sustentar as paredes de vedação (AZEREDO, 1997).

Os blocos cerâmicos podem ser produzidos de acordo com dimensões apontadas no QUADRO. 1, conforme especifica a NBR 15270-1 (ABNT 2005).

Quadro 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

Dimensões LxHxC Módulo Dimensional M= 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9

Continuação – Quadro 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

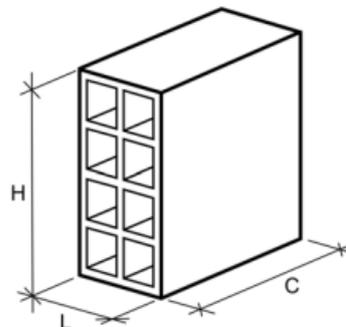
(5/4) M x (2) M x (5/2) M	11,5	19	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT 2005).

Os blocos cerâmicos podem apresentar trincas, deformações, superfícies irregulares e quebras que não influenciam na utilização, porém, alguns não apresentam padronização quanto à identificação, dimensões, resistência, cor, esquadro (SPOSTO; MORAIS; PEREIRA, 2007).

A NBR 15270-1 (ABNT 2005) indica que os blocos podem ser fabricados com furos na horizontal (FIG. 3) ou vertical.

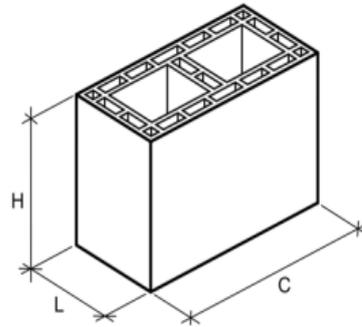
Figura 3 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT 2005).

A seguir a FIG.4 apresenta o bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.

Figura 4 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT 2005).

#### 4.2.4. Argamassa de assentamento

Segundo Carasek (2007), a argamassa de assentamento é disposta para o levantamento de paredes, muros ou blocos, possuindo as principais funções:

- Unir as unidades de alvenaria de forma a criar um elemento monolítico, contribuindo para a sua resistência aos esforços laterais;
- Distribuir de forma constante as cargas atuantes na parede por toda a área resistente dos blocos;
- Selar as juntas garantindo que não haja a penetração de água das chuvas na alvenaria;
- Sustentar as deformações naturais, como as de origem térmica e as de retração por secagem, a que a alvenaria estiver sujeita.

As argamassas de assentamento (FIG. 5) de alvenaria são compostas por cimento, cal hidratada e areia para a sobreposição das peças (SALGADO, 2009).

Figura 5 – Argamassa de assentamento



Fonte: A autora (2018).

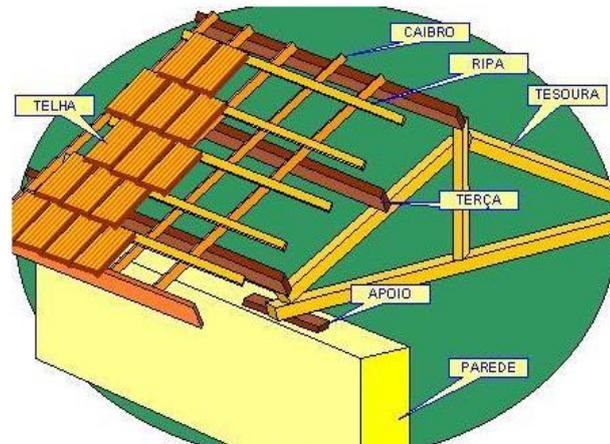
#### **4.2.5. Cobertura**

A cobertura de uma residência protege a edificação contra condições climáticas, proporcionando segurança e proteção aos usuários, atendendo a requisitos de impermeabilidade, leveza, propriedades isolantes, de secagem rápida, longa conservação e fácil manutenção (AZEREDO, 1997).

A disposição da cobertura varia conforme o estilo de edificação, condições climáticas, além dos materiais empregados no telhamento, pois, estes influenciam na inclinação; desta maneira, a declividade deve proporcionar um perfeito escoamento de água e neve sobre o telhado (MORETTI FILHO, 1956).

A cobertura é composta pela estrutura que sustenta o telhamento, como apresentado abaixo (FIG. 6).

Figura 6 – Partes constituintes do telhado em madeira



Fonte: Watanabe (2005).

Moliterno (2010) utiliza as seguintes definições para a estrutura do telhado executado em madeira:

- Terça: viga de madeira apoiada sobre as tesouras ou sobre as paredes para sustentação dos caibros.
- Cumeeira: parte mais alta do telhado.
- Ripas: peça de madeira de pequena esquadria paralela ao beiral, que se apoiam nos caibros, para o apoio das telhas.
- Caibros: peça de pequena esquadria, apoiadas sobre as terças para sustentação das ripas.

As telhas de materiais cerâmicos, inicialmente obtidas por processos de cozimento de argilas, podendo ser planas, curvas (romanas, coloniais, portuguesas ou árabes) e de encaixe (francesa ou de Marselha) são caracterizadas por baixo custo, durabilidade, bem como conforto térmico (FERREIRA, 1992).

As telhas metálicas podem ser produzidas em alumínio, cobre, ferro e zinco, assim, apontam maior leveza, justamente por não ter porosidade e rugosidade, contudo, possui o preço elevado (AZEREDO, 1997).

#### 4.2.6. Instalações prediais

Os sistemas de instalações elétricas e hidráulicas abrangem respectivamente o fornecimento de energia, distribuição de água e coleta de esgoto, que são elementos primordiais oferecidos aos habitantes (BASTOS, 2009).

Segundo Farias (2010), as instalações elétricas residenciais são as mais básicas e devem conceder alimentação elétrica aos utensílios domésticos de forma a atender às necessidades dos usuários.

As instalações elétricas são responsáveis por gerar grande quantidade de resíduos devido aos cortes que são realizados para inserir as tubulações, além dos desperdícios de materiais, pois o retrabalho é necessário para o fechamento das canaletas com argamassa, acarretando uma mão-de-obra menos produtiva (STOLZ et al., 2010).

Conforme Carvalho Júnior (2013), em instalações hidráulicas podem ser empregadas tubulações e conexões, válvulas, registros, hidrômetros, bombas, reservatórios entre outros. Os materiais de grande proveito em tubos são:

- Policloreto de Vinila – PVC: indicado ao transporte de água fria, devido à alta resistência a pressão, leveza, facilidade de manuseio e transporte, durabilidade, menor perda de carga e baixo custo.
- Aço galvanizado: empregado em instalação aparente e em sistema de combate a incêndios.
- Cobre: utilizados habitualmente em instalações de água quente.

Os sistemas de instalações hidráulicas devem ser embutidos nas paredes de alvenaria, por essa razão, apresentam maior consumo de materiais, além de gerar grandes números de resíduos, causando impactos ao meio ambiente (STOLZ et al., 2010).

#### 4.2.7. Revestimento de parede

As argamassas se definem pela mistura de aglomerantes (cimento *Portland* e cal hidratada), agregados (areia natural lavada) e água, proporcionando endurecimento e aderência (FIORITO, 2009).

Os revestimentos argamassados integram o acabamento final da edificação e são constituídos por três partes: chapisco, emboço e reboco, (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2011).

- Chapisco: é a primeira argamassa aplicada à alvenaria, promovendo uma camada de aderência para o emboço, com a função de uniformizar a absorção da alvenaria (LEMOS, 2010).

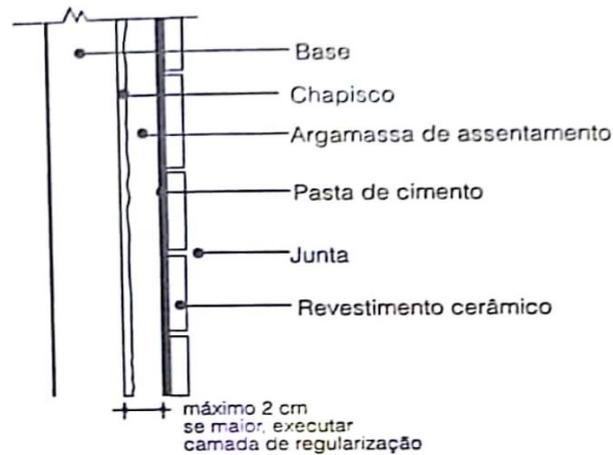
- Emboço: o emboço regulariza a superfície, corrigindo imperfeições da alvenaria e deve ter espessura média de 2 cm, para evitar maior consumo de material; entretanto, a espessura não pode ser uniforme devido à diferença nas dimensões dos blocos cerâmicos (BORGES, 2009). O emboço é estabelecido posteriormente à cura do chapisco, embutindo as tubulações e finalizando a cobertura (AZEREDO, 1997).

- Reboco: aplicado com desempenadeira de madeira, com espessura de 2 mm até 5 mm, é meramente estabelecido após a disposição de tubulações elétricas, peitoris e antes da disposição de rodapés (MILITO, 2009). Após seco, o revestimento encontra-se apropriado para receber a pintura (AZEREDO, 1997).

Os revestimentos cerâmicos não argamassados são assentados sobre o emboço após 14 dias de cura, com argamassas de fixação; os elementos cerâmicos são industrializados com diversidade em cores, com brilhos ou acetinados, lisos ou decorados (ZULIAN; DONÁ; VARGAS, 2002).

Deve-se executar juntas de dilatação no assentamento de revestimentos cerâmicos (FIG. 7), para que as tensões entre as peças sejam impedidas, beneficiando o alinhamento e compensando a diferença de medida das peças (ZULIAN; DONÁ; VARGAS, 2002).

Figura 7 – Revestimento cerâmico em paredes



Fonte: Fiorito (2009).

#### 4.2.8. Esquadrias

A esquadria é determinada para fechamento dos vãos da edificação proporcionando segurança, ventilação e iluminação aos habitantes, e podem ser de madeira, metal, PVC ou vidro (ARAÚJO, 2003).

Segundo Borges (2009), as portas de madeiras são constituídas por batentes onde é fixada a folha da porta por intermédio das dobradiças e para, o acabamento, devem ser instaladas as guarnições.

As disposições de portas de ferro são para ambientes externos favorecendo a segurança do ambiente, podendo ser peças de abrir e correr variando de dimensões de fabricação, chegando a larguras máximas de 3 m (BORGES, 2009).

Conforme Zulian, Doná e Vargas (2002), em geral, as janelas devem atender à determinação especificada em projetos arquitetônicos, bem como as condições impostas pelo usuário quanto ao material empregado, dimensões, forma e cor.

As esquadrias são executadas na fase de acabamento das edificações e devem estar prumadas, alinhadas e niveladas; caso não apresente estes fatores, para a execução das esquadrias, será necessário o retrabalho para o perfeito encaixe (ZULIAN; DONÁ; VARGAS, 2002).

#### 4.2.9. Pintura

A pintura protege superfícies contra intempéries, combatendo a degradação, protegendo e dificultando a deterioração, evitando maiores desgastes (SALGADO, 2009).

Segundo Verçosa (2011), o modo de proteger as estruturas dos mais diversos tipos de materiais é com a aplicação de tintas, além disso, as tintas são usuais para a decoração de ambientes e faixadas.

Para a aplicação de tinta, a superfície deve estar firme, sem sinais de umidade, sujeira, manchas e, em concreto recém executado, deve-se aguardar no mínimo 30 dias para a cura (UEMOTO, 2002).

Em pinturas sem massa corrida, recomenda-se a aplicação de fundo preparador e aplicar duas a três demãos de tinta de acabamento com diluição de acordo com o fabricante (SALGADO, 2009).

Segundo o SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (2017), a pintura interna para acabamento é de fina espessura, com realização de sucessivas demãos de tintas de fundo preparador, massas de nivelamento como massa corrida PVA, massa corrida acrílica e tintas de acabamento; na pintura externa utilizam-se tintas que possuem maior carga e são executadas sobre o selador.

#### 4.3. Sistema *Wood frame*

De origem norte-americana, o progresso do sistema construtivo *Wood frame* define-se pela praticidade, redução de prazos para montagem e custos quando comparado à construção no sistema convencional, devido aos elementos que estão conectados a outros elementos (GARCIA et al. 2014).

A madeira em construções é utilizada desde tempos primordiais, empregada de forma variável por civilizações; ainda assim, existem fatores que podem influenciar o seu uso, sendo eles a disposição de espécies arbóreas em diferentes regiões, clima e terreno (HOFFMANN, 2009).

No decorrer dos tempos, a madeira era utilizada de forma irregular e descartada de forma incorreta; entretanto, o emprego em abundância do material não retratava preocupação ao homem (PEREIRA, 2013).

Torna-se essencial extrair a madeira de forma sustentável, com respeito, além de garantir sempre a disponibilidade do material (ARAÚJO et al., 2017). O consumidor deve conhecer o procedimento da madeira antes de adquirir o produto, certificando-se que o material é derivado de fonte renovável, evitando contratempos (ZENID, 2009).

O que dificulta o progresso do método construtivo em *Wood frame* no Brasil é a falta de disseminação do sistema no mercado devido à utilização da madeira em construções civis ser desconhecida, bem como a necessidade de mão-de-obra qualificada e ferramentas características, baixa oferta de mão-de-obra e a restrição das edificações superiores a cinco pavimentos (VASQUES; PIZZO, 2014).

O usuário da edificação deve estar consciente quanto às particularidades que o sistema possui atentando-se às restrições que o sistema apresenta, além de realizar manutenção periódica adequada ao sistema através do Manual de Uso, Operação e Manutenção cedida por meio dos construtores (PIZZONI; VALLE, 2017).

Conforme Molina e Calil Junior (2010), a obra não se refere apenas a uma construção de madeira, ao contrário, trata de edificações de alta qualidade, tecnologia, proporcionando conforto, produzidas com agilidade e desenvolvimento sustentável.

#### **4.3.1. Aspecto geral**

De acordo com Vidal et al. (2015), a madeira, se comparada com outros materiais como o concreto, aço, plástico, apresenta inúmeras vantagens como resistência, baixo consumo energético para o seu processamento, isolamento térmico, entre outros benefícios.

Zenid (2017, p. 6), completa:

O aspecto, no entanto, que distingue a madeira dos demais materiais é a possibilidade de produção sustentada nas florestas nativas e plantadas e nas modernas técnicas silviculturais empregadas nos reflorestamentos, que permitem alterar a qualidade da matéria-prima de acordo com o uso final desejado.

Ainda assim, a falta de conhecimento pode tornar a aplicação da madeira em construções civis inviáveis; logo, torna-se necessário o estudo de construções alternativas, para determinar aplicações de diferentes espécies que podem ser empregadas em vários setores da construção civil, cessando assim a falta de

conhecimento e preconceitos com os quais o material afronta (PEDRESCHI; GOMES; MENDES, 2005).

O sistema construtivo *Wood frame* utiliza madeira de reflorestamento, com perfis estruturais e placas de OSB (*Oriented Strand Board*); as peças são pré-fabricadas, chegando à obra pronta para montagem, permitindo a realização de uma obra sem desperdício, com qualidade e maior rapidez (BALEN; PANSERA; ZANARDO, 2016).

Esse método permite a construção de residências em até cinco pavimentos, empregando madeira na forma estrutural, viabilizando a construção de uma estrutura suave e ágil, devido à produção ser industrializada (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

As obras brasileiras necessitam aderir ao conceito de sustentabilidade, aliando-se às construções em *Wood frame* (FIG. 8) para evitar ao máximo o desperdício de materiais e danos provocados ao meio ambiente.

Figura 8 – Sistema construtivo em *Wood frame*



Fonte: Torquato (2010).

#### 4.4. Propriedades das madeiras

A madeira é um material heterogêneo (formas e tamanhos diferentes), que dispõe de diversas variações, existindo distintas espécies com diferentes propriedades; desta maneira, serão apresentadas as propriedades deste material para o melhor entendimento e aplicação na construção civil (GESUALDO, 2003).

#### 4.4.1. Propriedades físicas da madeira

Devido à diversidade das espécies de madeira, o conhecimento do material é essencial para a utilização na construção civil. Quanto às características físicas do material, destacam-se umidade, densidade e estabilidade dimensional.

- Umidade:

Conforme Almeida (2012, p. 17), “a madeira é um material higroscópico, ou seja, é um material que perde ou ganha umidade em função do ambiente em que está inserido, nomeadamente, em função de alterações de temperatura e de umidade relativa”.

Existem fatores que podem influenciar as propriedades e características, bem como a trabalhabilidade do material; a madeira pode ter a estabilidade dimensional afetada pela retratabilidade (diminuição) e inchamento (aumento) de sua seção de acordo com a umidade do local de manipulação, armazenamento, assim como sua estabilização (SILVA; OLIVEIRA, 2003).

Segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997), o grau de umidade da madeira é proporcional à relação entre a massa da água nela contida e a massa da madeira seca, expressa pela Equação (1).

$$U\% = \frac{m_i}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

U = teor de umidade (%);

$m_i$  = massa inicial da madeira (g);

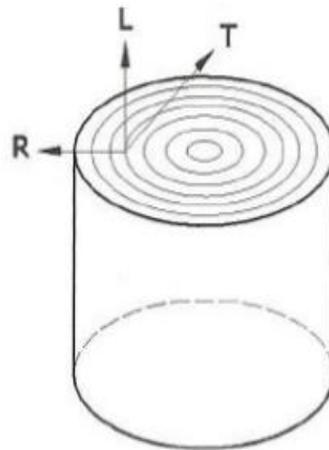
$m_s$  = massa da madeira seca (g).

A resistência da madeira pode variar de acordo com o teor de umidade da peça, sendo que, quanto maior a presença de água, mais chances a madeira tem de perder a sua resistência; assim, a alternância da umidade pode causar irregularidades na peça (LOGSDON; CALIL JUNIOR 2002).

- Estabilidade dimensional da madeira:

A estabilidade dimensional da madeira é retratada pela instabilidade volumétrica quando o material sofre alterações em consequência da umidade, retraindo ou inchando as fibras nas direções axiais, radiais e tangenciais (FIG. 9) (PFEIL, 2012).

Figura 9 – Direções axiais, radiais e longitudinais da madeira



Fonte: Pfeil (2012).

De acordo com Silva e Oliveira (2003, p. 382):

Em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial; a razão entre a contração tangencial e radial (relação T/R), comumente chamada de fator de anisotropia, geralmente varia de 1,5 a 2,5 e tornou-se um índice muito importante nos estudos de contração de madeira; quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e empenamento da madeira.

Calil Júnior, Lahr e Dias (2003) completam que as espécies com baixa relação T/R possuem performance superior à estabilidade dimensional; a variação do material pode causar o aparecimento de trincas, empenamentos, rachaduras, torcimentos e encanoamentos<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Encanoamento: Empenamento transversal da face; curvatura através da largura de uma peça de madeira.

- Resistência ao fogo:

A madeira, se comparada ao concreto estrutural, possui melhor comportamento contra incêndios; mesmo exposta a altas temperaturas, o sistema estrutural é conservado, pois as peças robustas afetam exclusivamente a parte exterior da peça (PINTO, 2001).

Figueroa e Moraes (2009) completam que a madeira exposta ao calor produz chamas e tende a pegar fogo, entretanto, o material apresenta pouca condutibilidade térmica, tornando o calor lento de modo que o interior do material não seja alterado.

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013, p. 22):

As paredes estruturais devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, assegurando neste período condições de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmica, no caso de edificações habitacionais de até cinco pavimentos.

#### **4.4.2. Tipos de madeira para construção**

De acordo com Pfeil (2012), as madeiras utilizadas na construção civil classificam-se em dois grupos:

- Madeiras maciças:

I. Madeira bruta ou roliça: é empregada em construção provisória, como escoramentos, e de forma definitiva em postes, estacas e colunas. As madeiras brutas mais utilizadas no Brasil são o pinho-do-paraná e os eucaliptos. As peças são propensas à retração devido ao modo de secagem ser num curto período.

II. Madeira falquejada: pode ser maciça com maiores dimensões; os troncos são obtidos por corte de machado. Pode ser empregada em estacas, cortinas cravadas, pontes, entre outros.

III. Madeira serrada: os troncos são desdobrados em serras especiais, preferencialmente em épocas de seca, quando esses possuam pouca umidade; com dimensões uniformes, que geralmente são padronizadas, o comprimento das peças variam aproximadamente de 4 m a 6 m.

- Madeiras industrializadas:

I. Madeira compensada: é formada através de colagem de três ou mais lâminas dispostas em direções distintas e empregada de maneira em que as camadas fiquem em número ímpar; as lâminas variam de 1 mm a 5 mm de espessura.

II. Madeira laminada: é colada por pressão, em direções paralelas com espessuras de 1,5 cm a 3,0 cm, podendo chegar a 5,0 cm. As peças podem atingir grandes comprimentos. A secagem da madeira é realizada em estufas que variam de um, a vários dias.

III. Madeira recomposta: varia de 1 mm a 5 mm de espessura, adquirida por corte rotatório da peça da mesma forma para a obtenção da madeira compensada podendo atingir a 20 m de comprimento. Sua colagem é realizada sob pressão e, se comparada às madeiras compensada e laminada, a peça possui maior resistência.

#### **4.5. Construção seca**

O sistema construtivo *Wood frame* é um elemento industrializado associado a um material renovável, reciclável, sustentável e eficiente, com menores índices de desperdício, possibilitando a execução de todo o processo com qualidade e agilidade (LEITE; LAHR, 2015).

Segundo Bertolini (2013), a obra é isenta da utilização de água, caracterizada por não utilizar argamassas no processo executivo, gerando maior economia de água. O sistema se difere das obras tradicionais pela composição de elementos pré-fabricados, utilizando menor quantidade de água (apenas para a fundação) (VIVAN; PALIARI; NOVAES, 2010).

#### **4.6. Processo de execução**

O processo de execução consiste em apresentar os elementos que compõem o sistema construtivo em *Wood frame*, tais como: fundações, laje, ancoragem, sistema de vedação, cobertura, revestimento, instalações prediais e esquadrias.

#### 4.6.1. Fundação

O sistema construtivo *Wood frame* é integrado por uma estrutura, onde os componentes recebem esforços que estão conectados a outros elementos; o sistema é formado por madeira (pinus) e placas OSB formando painéis com função estrutural resistente a cargas perpendiculares, verticais e de corte, onde esse possui a função de transmitir o carregamento até a fundação (GARCIA et al. 2014)

Devido à leveza da estrutura, o sistema construtivo *Wood frame* possibilita a execução da fundação radier (FIG.10) (ABDI, 2015).

Figura 10 – Radier



Fonte: Tecverde (2016).

#### 4.6.2. Laje

Segundo Silva (2010), as lajes podem ser executadas por dois tipos: seca e mista.

- Seca: em chapas OSB que possuem função de contrapiso, que podem receber revestimentos sobre a estrutura; para o encaixe, recomenda-se que as placas sejam do tipo macho e fêmea. Ferreira (2013) completa que, em sobrados, a laje do sistema construtivo *Wood frame* utiliza a mesma concepção das paredes, porém, com vigas mais reforçadas; sobre as vigas de madeira é agregado o painel OSB com espessura de 18 mm e sobre os mesmos são inseridos uma manta e piso laminado.

- Mista: laje em OSB que recebe aplicação de polietileno e sobre o revestimento aplica-se uma camada de aproximadamente de 5 cm de concreto armado com malha metálica, onde a estrutura pode receber revestimentos cerâmicos e porcelanatos.

#### 4.6.3. Ancoragem

A ancoragem (FIG. 11) do sistema estrutural à fundação é responsável por transmitir as cargas aplicadas para o alicerce; as ligações são realizadas por meio de parafusos denominados auto-atarraxantes (*parabolts*) ou barras de ancoragem (CAMPOS, 2006).

Figura 11 – Fixação do sistema estrutural à fundação



Fonte: Cardoso (2015).

O sistema de ancoragem ocorre por meio de fixação de parafusos posicionados preferencialmente antes da cura do concreto da fundação; assim, a travessa inferior da parede é fixada à fundação (DIAS, 2005).

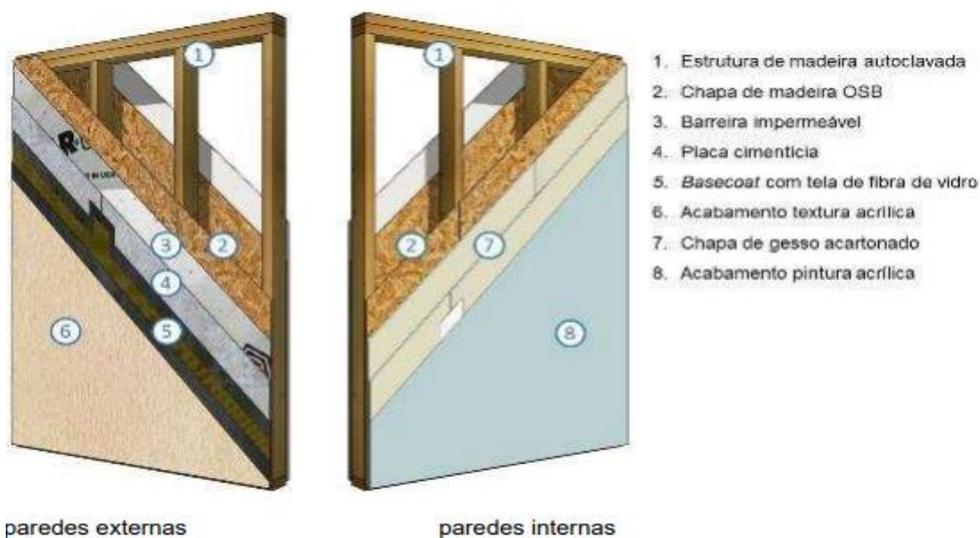
A fundação deve receber impermeabilizantes antes de receber os quadros estruturais; a ancoragem é feita com chumbadores (*wedgebolt ou parabolts*) onde o espaçamento é preestabelecido em projetos, porém, a distância máxima é de 1500 mm (MOREIRA; BAPTISTA; OLIVEIRA, 2014).

A fixação da estrutura à fundação ocorre por meio de parafusos metálicos com comprimento mínimo de 100 mm, diâmetro de 7,5 mm e espaçamento máximo de 1500 mm; os pregos e espaçamentos são definidos em projetos (TECVERDE, 2018).

#### 4.6.4. Sistema de vedação

O sistema de vedação externo é composto pela estrutura de madeira autoclavada, chapa de madeira OSB, barreira impermeável, placa cimentícia, tela de fibra de vidro, acabamento de textura acrílica, chapa de gesso acartonado e acabamento pintura acrílica (FIG. 12) (TECVERDE, 2016). Ferreira (2013) completa que as paredes externas possuem 14 cm de espessura e as internas 12 cm.

Figura 12– Ilustração da composição da parede externa e interna



paredes externas

paredes internas

Fonte: Tecverde (2016).

As placas cimentícias localizadas nas partes externas são preparadas com membrana hidrófuga e chapas cimentícias, junto a uma camada protetora e impermeável por fluidos fixada ao sistema de madeira (MOREIRA; BAPTISTA; OLIVEIRA, 2014).

Ainda conforme os autores supracitados, o gesso acartonado é formado por chapas de gesso para *drywall* que possuem 12,5 mm de largura e que também são fixados à estrutura de madeira por parafusos.

O sistema construtivo recebe fechamento em placa OSB, que apresenta alta resistência estrutural; as placas “são formadas por camadas de partículas com resinas fenólicas, que são orientadas numa mesma direção e então prensadas sob alta temperatura para sua consolidação” (BERTOLINI, 2013, p. 47). O sistema ainda

possui internamente lã de vidro e com espessura de 50 mm (MOREIRA, BAPTISTA, OLIVEIRA, 2014).

#### 4.6.5. Cobertura

A cobertura é executada de modo idêntico ao da alvenaria convencional, podendo ser empregadas telhas *shingles* que possuem características de leveza e qualidade (LEITE; LAHR, 2015). O sistema possui uma variedade nos tipos de coberturas utilizadas, sendo elas, *shingles*, metálicas, cerâmicas, fibrocimento (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

Após a execução de toda estrutura, a cobertura conclui os elementos estruturais, pois, essa é incumbida pelo contraventamento e travamento da edificação (CAMPOS, 2006).

Conforme Cardoso (2000), os telhamentos das estruturas podem ser executados com os seguintes materiais:

- Telha tipo *Shingles*: são telhas à base de asfalto cobertas por grânulos em dimensões de 30,48 cm x 91,44 cm, composta por quatro camadas, assim sendo: asfalto, fibra de vidro impregnada por uma manta asfáltica impermeável, asfalto e a última camada composta por asfalto e grânulos (permite cor a cobertura).
- Metálica: peças pré-fabricada de utilização comum em edifícios industriais e em galpões, sob a forma de treliças planas e vigas a elas perpendiculares (terças), geralmente feitas em aço.
- Telhas cerâmicas: de uso comum no Brasil, empregadas principalmente em construções residenciais unifamiliares, porém apresentam desvantagens como deslocamento devido a intempéries, acúmulo de musgos, além do grande número de juntas.
- Fibrocimento: produzido com mistura homogênea de cimento Portland e fibras de amianto, utilizadas em edifícios comerciais e industriais; são apoiadas em estruturas de madeira, metálicas ou de concreto, fixadas com acessórios fornecidos pelo fabricante, possuindo baixo custo, porém, não proporcionam conforto térmico.

As telhas *shingle* (telha asfáltica bastante popular nos Estados Unidos) (FIG.13), são peças leves e flexíveis e se harmonizam ao sistema construtivo. (ZAPARTE, 2014).

Figura 13– Telha *shingle*



Fonte: Brasilit (2014)

#### 4.6.6. Revestimento

No acabamento, podem ser utilizadas placas cimentícias no lado externo e, no lado interno, chapas e gesso acartonado, onde estas podem receber cerâmicas, porcelanatos, pedras, pastilhas e pinturas (TECVERDE, 2016).

O acabamento interno deve possuir características delicadas, demonstrando não só a beleza dos acabamentos, mas também a resistência aos usuários; as aplicações de revestimentos devem seguir as orientações dos fabricantes para a correta instalação (ZAPARTE, 2014).

As paredes internas das áreas secas são formadas por chapas de gesso de 12,5 mm de espessura, em áreas molháveis os painéis são revestidos com gesso de alta resistência revestida com cerâmica com a utilização de argamassa colante (TECVERDE, 2018).

As paredes externas podem ser revestidas com *sidings* de aço<sup>2</sup>, madeira e PVC, placas cimentícias que possuem acabamento equivalente ao do sistema

---

<sup>2</sup> *Sidings* de aço: Sistema de revestimento, produzido em chapa de aço galvanizado.

construtivo em alvenaria convencional; os revestimentos devem ser fixados nas paredes, garantindo a estabilidade de toda estrutura (MOLINA; CALIL JÚNIOR, 2010).

O QUADRO 2 demonstra a variedade de acabamentos em diferentes tipos de ambientes.

Quadro 2 – Acabamentos aplicados sobre o revestimento dos quadros estruturais das paredes

Ambiente	Tipos de revestimento	Acabamento da superfície
Externo	Placa cimentícia - classe A3	Selador, base coat e textura acrílica
Interno em áreas secas	Chapa de gesso para drywall tipo ST	Pintura acrílica
Interno em áreas molhável (cozinha) e molhada (banheiro)	Chapa de gesso para drywall tipo RU	Placa cerâmica (do piso ao teto no box) até 1500mm de altura nas demais áreas

Fonte: Tecverde (2018).

#### 4.6.7. Instalações prediais

De acordo com a ABDI (2015), em 2013, os painéis de *Wood frame* foram desenvolvidos com elementos elétricos e hidráulicos dispostos para o acabamento final (FIG 14).

Figura 14 – Sistema hidráulico montado



Fonte: Tecverde (2016).

Durante a fabricação dos painéis, as tubulações são inseridas no interior das paredes para, logo em seguida, as paredes serem fechadas com OSB e dispostas a receber o revestimento interno (TECVERDE, 2016).

As paredes que recebem as instalações hidráulicas não apresentam função estrutural, assim, os tubos de PVC são dispostos na parte interna do painel mediante braçadeiras ou fitas metálicas aparafusadas; as instalações elétricas são realizadas por meio de conduítes fixados nas chapas OSB e na estrutura de cobertura (TECVERDE, 2018).

O sistema construtivo em *Wood frame* evita quebra, desperdício e retrabalho aumento da produtividade, além de gerar menores índices de resíduos, devido ao sistema ser embutido nos painéis (CARDOSO, 2015).

#### 4.6.8. Esquadria

No sistema construtivo em *Wood frame*, as peças são dimensionadas e cortadas conforme os projetos, sendo que as peças chegam ao canteiro de obras com os vãos das esquadrias já determinados (FIG. 15) (SANTOS, 2010).

Figura 15 – Vãos para esquadrias



Fonte: Tecverde (2012).

Após a abertura para as esquadrias, os painéis em OSB recebem uma cola para polímeros que possuem a finalidade de fixar as placas que envolvem o painel; a introdução das esquadrias ocorre após a montagem dos painéis, onde são inseridas

nas aberturas e a fixação acontece por meio de aparafusamento na estrutura das placas (LEITE; LAHR, 2015).

Para o posicionamento das portas, os batentes são fixados nos montantes com parafusos; em todo o perímetro externo, é aplicado selante à base de poliuretano, para a devida vedação (MOREIRA; BAPTISTA; OLIVEIRA, 2014).

#### **4.7. Sustentabilidade**

A sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter, não colocando em risco o meio ambiente por extração inconsciente de recursos naturais, respeitando a capacidade de produção do meio ambiente no qual se vive (MIKHAILOVA, 2004).

De acordo com Rosa (2007, p. 2):

O mesmo homem que ora destrói a natureza em busca de uma melhor qualidade de vida necessita se conscientizar sobre sua passagem transitória no meio ambiente e da existência de futuras gerações que, também, querem utilizar os recursos naturais para satisfazer as suas necessidades.

O sistema em *Wood frame* é baseado exclusivamente no uso de madeiras reflorestadas; a madeira é um material renovável que necessita de baixo consumo energético para a produção, associada à sustentabilidade, qualidade e sem desperdícios (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

A empresa Tecverde, especializada em tecnologias sustentáveis e avançadas na construção civil, situada na cidade de Curitiba, no Paraná, informa que o sistema construtivo *Wood frame*, se comparado com a alvenaria convencional, possui melhor desempenho, bem como maior produtividade, eficiência energética e redução de aproximadamente 80% na emissão de carbono em toda a produção (TECVERDE, 2018).

Conforme Silva et al. (2016), o sistema possui vantagem relacionada à produção de resíduos gerados; o processo construtivo gera por volta de 90% de resíduos a menos em sua construção.

Conforme Lacerda (2014), o sistema construtivo em alvenaria convencional, se equiparado ao *Wood frame*, não é considerado sustentável por necessitar da utilização de recursos naturais, além de apresentar alto desperdício de materiais e

maior emissão de contaminantes, ocasionando menor qualidade e menor produtividade.

Ainda conforme a autora supracitada, o sistema industrializado em *Wood frame* tem melhor performance com o meio ambiente, pois o processo de industrialização tem vínculo claro com a sustentabilidade, devido ao uso racional de elementos, redução de poluentes, além da otimização do processo de produção (LACERDA, 2014).

## 5. METODOLOGIA

O trabalho contou com revisão bibliográfica baseada em pesquisa de livros, revistas, artigos científicos, teses, entre outros. A pesquisa realizada através de obras literárias foi adotada para o estudo comparativo entre os sistemas construtivos em alvenaria convencional de blocos cerâmicos e *Wood frame*, descrevendo o processo de técnicas construtivas e as particularidades entre os mesmos.

A metodologia fundamenta-se basicamente, em comparações entre os métodos construtivos, a fim de confrontar a análise de custo além de explorar questões ambientais.

Os dados apresentados foram realizados com auxílio de uma planilha eletrônica para melhor compreensão, comparações por intermédio de obras consultadas para então, analisar qual a melhor alternativa econômica e ambiental quanto aos métodos construtivos considerados.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico apresenta os resultados alcançados durante o desenvolvimento do estudo, bem como a discussão sobre a análise comparativa entre os sistemas construtivos em alvenaria convencional de blocos cerâmicos e o *Wood frame*.

E assim, por meio de pesquisas foi possível desempenhar os comparativos entre os sistemas.

### 6.1. Descrição dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e *Wood frame*

O QUADRO 3, traz informações descritivas sobre os elementos construtivos em cada sistema estudado.

Quadro 3 – Descrição das etapas construtivas de ambos sistemas

Etapas da construção	Alvenaria Convencional	Wood frame
Fundação	Rasa ou profunda	Rasa
Superestrutura	Laje em concreto armado	Laje mesma concepção de paredes
	Vigas em concreto armado	Quadros de madeira
	Pilares em concreto armado	
Paredes de vedação	Blocos cerâmicos furados	Chapa externa de 14 cm de espessura e interna com 12 cm de espessura
Cobertura	Telha cerâmica	Telha cerâmica
Estrutura do telhado	Madeira	Madeira
Revestimento interno de parede	Chapisco, emboço e reboco	Gesso acartonado
Revestimento externo de parede	Chapisco, emboço e reboco	Placa cimentícia
Pisos	Revestimento cerâmico	Revestimento cerâmico

Continuação – Quadro 2 – Descrição das etapas construtivas de ambos sistemas

Pintura interna	Aplicação de tinta	Aplicação de tinta sobre gesso acartonado
Pintura externa	Aplicação de tinta	Aplicação de tinta sobre placa cimentícia

Fonte: A autora (2018).

As construções residenciais em alvenaria convencional são bastante populares no Brasil devido a simples obtenção de insumos empregados nas construções, dispensando a utilização de mão de obra especializada exigindo, apenas o treinamento de trabalhadores.

O método construtivo convencional utiliza o emprego de concreto armado em sua superestrutura, que contribui para o aumento do carregamento da edificação o sistema também apresenta a necessidade da utilização de fôrmas para moldagem do concreto que contribui para maiores desperdícios.

Um ponto importante a se destacar é a produtividade. Pode-se perceber que o sistema de alvenaria convencional necessita de maior tempo para ser construído, pois o processo é todo realizado *in loco*. A montagem de formas, ferragens e assentamento dos blocos exige torna o processo demorado.

De acordo com Alves (2015), a agilidade do sistema convencional é menor devido ao uso de ferramentas de baixa tecnologia que podem afetar a qualidade dos serviços, o método possui a precisão de tempo de espera, devido ao prazo de secagem e cura, quanto ao emprego do concreto e argamassas, bem como a dependência entre a finalização de uma etapa para a inicialização de outra.

Entretanto, o sistema construtivo *Wood frame* requer mão de obra especializada para a montagem dos painéis que chegam a obra prontos para a montagem da edificação, apresentando maior otimização relacionada a produtividade devido à padronização e planejamento dos painéis pré-fabricados, contribuindo para menores desperdícios.

Conforme Meirelles et al. (2008), o sistema industrializado possui vantagem devido a pré-fabricação trazendo menor tempo de execução da edificação; porém em geral as construções brasileiras não utilizam habilidade suficiente limitando-se a concepção de casas prontas.

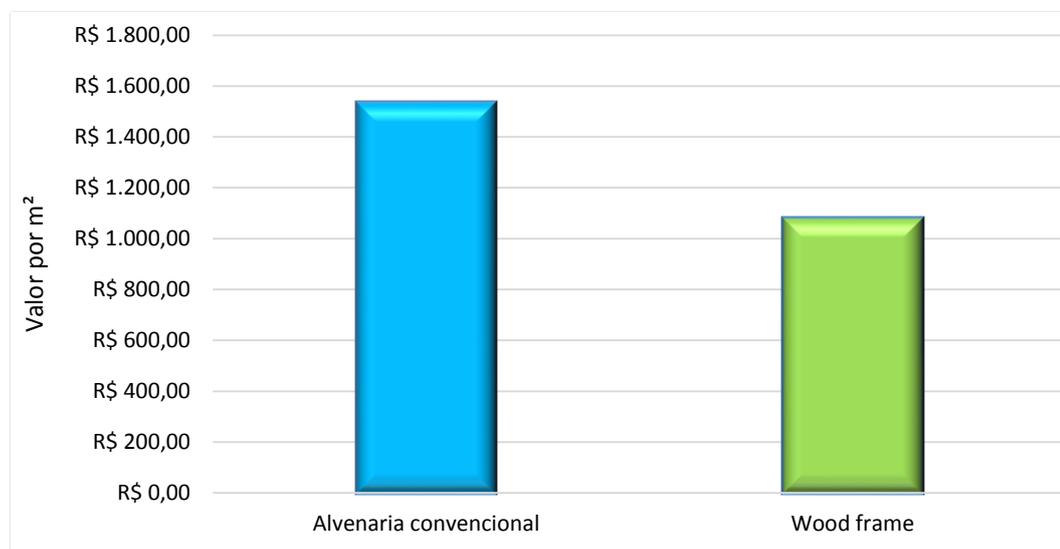
De acordo com Coinaski e Siqueira (2016), mediante questionários foi possível analisar insatisfação relacionada ao método construtivo em *Wood frame*, pontuando insatisfação dos usuários das edificações que correspondente ao sistema acústico e também a relação de insegurança sentida pelos usuários entrevistados que pode ser relacionada a cultura brasileira.

## 6.2. Comparação entre custo

O grande desafio da construção civil é a limitação de recursos financeiros, a redução de gastos pode ser correspondida por meio de cortes alternativos, um exemplo é a alteração de materiais e serviços, afim de evitar a falta de padronização, perdas e retrabalhos nas obras.

Conforme Souza (2012), o sistema convencional apresenta o custo unitário de R\$1.153,00/m<sup>2</sup> e para o *Wood frame* R\$962,00/m<sup>2</sup> (GRAF. 1).

Gráfico 1 – Comparação de custo unitário entre ambos sistemas



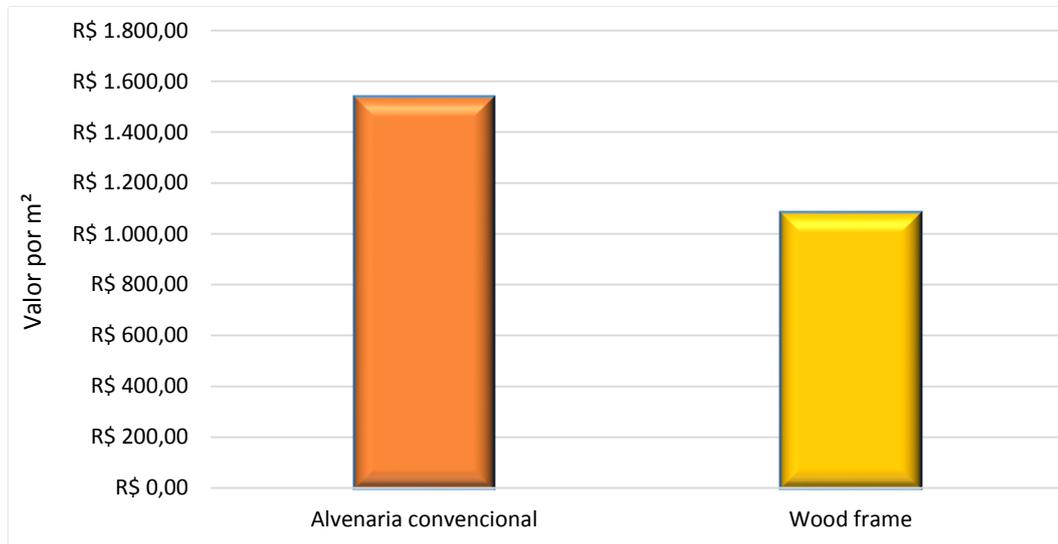
Fonte: A autora (2018).

O *Wood frame* apresenta clara vantagem diante aos custos se comparado ao método construtivo de alvenaria convencional. No GRAF. 2 é possível observar uma diferença entre os valores obtidos de aproximadamente 17%.

Já Brüggemann (2017), aponta que o valor para o sistema em alvenaria convencional corresponde a R\$1.537,25/m<sup>2</sup>, enquanto o sistema em *Wood frame* é

de R\$1.080,55/m<sup>2</sup> (GRAF. 2), podendo-se analisar uma maior variação entre os custos de aproximadamente 30%.

Gráfico 2 – Análise comparativa de custos por m<sup>2</sup>



Fonte: A autora (2018).

A diferença entre os valores dos autores citados acima pode ser influenciada pelos períodos analisados, além da disponibilidade e custo de mão de obra.

Mesmo assim, os custos da edificação em *Wood frame* apresentaram vantagens se comparadas ao sistema convencional. O sistema *Wood frame* é um item pré-fabricado, que contribui para a redução de custos. Enquanto, o sistema em alvenaria convencional largamente utilizado no Brasil, dispõe-se do emprego de lajes, pilares e vigas, que utilizam fôrmas de madeira para moldagem do concreto armado, tornando o valor da edificação elevado.

### 6.3. Análise comparativa de aspectos ambientais

Com base na revisão bibliográfica, é possível inferir na questão de aspectos ambientais devido a fatores relacionados ao desperdício de materiais nas construções, assim como o aumento de poluição e a utilização de recursos não naturais.

Uma questão de grande relevância é a geração de resíduos sólidos, originários de construções de obras civis, em alta escala normalmente descartados no meio ambiente. O sistema em *Wood frame* dispensa a utilização de fôrmas (que são

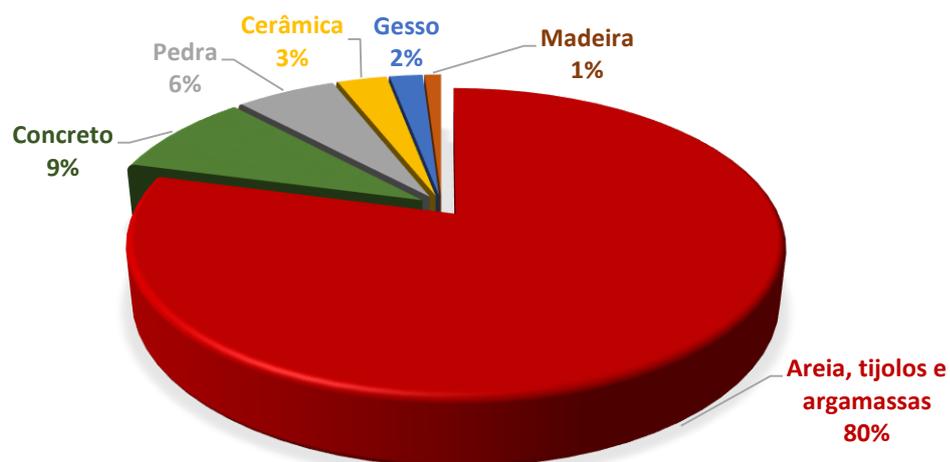
descartadas após o uso) para a execução do sistema estrutural, pois possui quadros estruturais pré-fabricados. A utilização de concreto ocorre apenas em sua fundação, é desprovido de recortes para disposição de instalações, reduzindo o índice de resíduos gerados.

O *Wood frame* possui placas são planejadas, construídas em fábrica e chegam nas obras prontas para serem montadas e instaladas, o processo se torna mais rápido e facilitado. Para o sistema em alvenaria convencional, o índice de geração de resíduos sólidos se torna maior devido à necessidade de recortes nas paredes para instalações elétricas e hidrossanitárias. Deve-se considerar também o tempo gasto e o preço pago na mão de obra para esses trabalhos que se fazem desnecessários no sistema *Wood frame*.

A quantificação de resíduos é complexa, pois deve-se realizar pesquisas aprofundadas sobre o assunto, muito mais do que o levantamento de números é fundamental mudar o incidente de perdas (PALIARI, 1999).

Segundo Lucena *apud* Alves et al. (2015), os resíduos da construção civil são provenientes da utilização de areia, tijolos e argamassas cerca de 80% e em baixa quantidade restos de concreto (9%), pedras (6%), cerâmica (3%), gesso (2%) e madeira (1%) (GRAF. 3).

Gráfico 3 – Percentual de resíduos gerados no sistema construtivo em alvenaria convencional



Fonte: A autora (2018).

Pode-se observar que o maior percentual de resíduos gerado é devido à utilização de areia, tijolos e argamassas. O desperdício produzido é correspondente à falta de recurso, planejamento e má execução que estão presentes na realização da alvenaria convencional. Evidentemente, a perda não está ligada somente aos materiais, mas também no aumento de custo e atraso do cronograma.

Santos (2010), afirma que a utilização do sistema construtivo em *Wood frame* pode reduzir o número de desperdícios em média de 80% se comparado a obras convencionais que emprega matérias como concreto, blocos, aço, areia, cimento e cal.

Dessa forma, pode-se afirmar que o sistema industrializado é sinônimo de agilidade, desenvolvimento e evolução, pois, resguarda a sustentabilidade, evitando danos ao ecossistema, devido o sistema dispensar o uso de recursos não naturais, e claro, produzir baixo número de resíduos diante as construções.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na construção civil a utilização de técnicas alternativas substituem métodos construtivos convencionais e a comparação entre o sistema industrializado com a alvenaria convencional induz ao raciocínio de forma lógica e coerente a respeito da escolha entre os métodos.

O sistema construtivo em *Wood frame* apresenta inúmeras vantagens, entre elas podem-se destacar a alta produtividade, redução de mão de obra devido à produção industrializada, leveza, não exigindo gastos excessivos com fundações, menor consumo de água, menor produção de resíduos, permitindo maior qualidade e organização no canteiro de obras.

Quanto à sustentabilidade, o sistema industrializado destaca-se por utilizar a madeira como principal matéria para fabricação, em especial por ser verdadeiramente um material renovável, contribuindo em sua produção para a redução de gás carbônico liberado no ecossistema.

O sistema em *Wood frame* proporciona maior desenvolvimento e valorização as construções em comparação ao sistema convencional devido à alta tecnologia, sustentabilidade, redução de tempo de execução além da qualidade.

Em relação aos custos o sistema alternativo *Wood frame* se mostrou mais econômico se comparado a alvenaria convencional, porém cabe ao consumidor definir a preferência do sistema a ser admitido.

Verifica-se uma predominância de vantagens no sistema construtivo em *Wood frame*. A adoção do método no Brasil contribuiria para a preservação do meio ambiente, proporcionando ao país maior desenvolvimento e expansão na construção civil de forma sustentável. Porém, o empecilho para o uso em grande escala do *Wood frame* é a falta de segurança quanto à resistência e duração da madeira aplicada em habitações, o que é uma questão cultural da sociedade local.

## REFERÊNCIAS

- ABDI. **Manual da construção industrializada**. 2015. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Manual-deConstruc%C7%A7%C3%A3o-Industrializada.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.
- ALBANO, L. T.; KIRST, M. G.; DIZ, P. F. **Estimativa de geração de dióxido de carbono por uma obra de alvenaria estrutural em blocos de concreto**. 2011. Trabalho de conclusão (Graduação em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2011. Disponível em: <[http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/d/dd/Tfc\\_2011\\_Luisa\\_Mariana\\_Priscila.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/d/dd/Tfc_2011_Luisa_Mariana_Priscila.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2018.
- ALMEIDA, F. A. L. de. **A madeira como material estrutural – projeto da estrutura da cobertura de um edifício**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/72613/1/000155383.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
- ALVES, L. P. Comparativo do custo benefício entre o Sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. 2015. **Revista Especialize Online**, Goiânia, GO, v. 01, n. 10, dez. 2015. Disponível em: <[http://www.academia.edu/33492072/Wood\\_Frame\\_-\\_R](http://www.academia.edu/33492072/Wood_Frame_-_R)>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- ARAÚJO, T. D. P. de. **Construção de edifícios I: esquadrias**. Notas de aula Departamento de engenharia estrutural e construção civil. Universidade Federal do Ceará. 2003. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/316968718/18-esquadrias-pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
- ARAÚJO, V. A. de.; et al. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesq. flor. Bras.**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 189-200, 2017. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/824/573>>. Acesso em: 18 jun. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios de edifícios. Rio de Janeiro, 2006.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15270**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

AZEREDO, H. A. de. **O edifício até sua cobertura**. 2ª edição - São Paulo: Editora Blucher, 1997. Cap. 5 e 6.

BALEN, E. et al. **Wood frame: Busca por sustentabilidade**. 2016. 5º SICS-Seminário Internacional de construções sustentáveis. IMED 26-27 out. 2016. Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/5\\_SICS\\_paper\\_19.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_19.pdf)>. Acesso em: 05 maio 2018.

BASTOS, P. S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. 2006. 92 p. Notas de aula. Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Bauru. 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>>. Acesso 08 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lajes de concreto**. 2015. 119 p. Notas de aula. Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Bauru. 2015. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Lajes.pdf>>. Acesso 31 jul. 2018.

\_\_\_\_\_. **Sapatas de fundação**. 2016. 123 p. Notas de aula. Universidade Estadual Paulista-UNESP, Campus de Bauru. 2016. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto3/Sapatas.pdf>>. Acesso 10 abr. 2018.

BERTOLINI, H. O. L. **Construção via obras secas como fator de produtividade e qualidade**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ. 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007921.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

BOGAS, J. A. **Materiais Cerâmicos**. Técnico Lisboa. 2013. Disponível em: <[https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689468335600764/Ceramicos\\_Bogas.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689468335600764/Ceramicos_Bogas.pdf)>. Acesso 27 ago. 2018.

BRANDALISE, G. M.; WESSLING, L. I. **Estudo comparativo de custo entre laje maciça simples e laje de vigotas pré-fabricadas treliçadas em edifícios de até quatro pavimentos no município de Pato Branco, Paraná, Brasil**. 2015. 102 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco. 2015. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5565/1/PB\\_COECI\\_2015\\_1\\_13.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5565/1/PB_COECI_2015_1_13.pdf)>. Acesso: 11 jun. 2018.

BRASILIT. 2014. Catálogo Shingle Brasilit. Disponível em: <[http://www.ecogreen.com.br/wp-content/uploads/2015/08/CatalogoShingle\\_Brasilit.pdf](http://www.ecogreen.com.br/wp-content/uploads/2015/08/CatalogoShingle_Brasilit.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2018.

BRÜGGEMANN, C. **Comparativo entre alvenaria e wood frame ao longo da vida útil**. 2017. 129 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182001>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

- CALÇADA, P. de A. B. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 2014. 77 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro - POLI/UFRJ, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011841.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2018.
- CALIL JÚNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Barueri, São Paulo: Manole, 2003.
- CAMPOS, P. F. de; LARA, A. H. **Sistemas construtivos alternativos para habitações populares**. 2012. Projeto de pesquisa para a análise de sistemas construtivos industrializados existentes no Brasil utilizados para a construção de habitações populares. Disponível em: <[https://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/1dia/Artigo\\_Patricia%20Campos.pdf](https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/1dia/Artigo_Patricia%20Campos.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2018.
- CAMPOS, R. J. A. **Diretrizes de projeto para produção de habitações térreas com estrutura tipo plataforma e fechamento com placas cimentícias**. 2006. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/24.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2018.
- CARASEK, H. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007.
- CARDOSO, F. F. Coberturas em telhados. 2000. 30 p. Notas de aula. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000. Disponível em: <[http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/4/49/Cobertura\\_Telhados.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/4/49/Cobertura_Telhados.pdf)>. Acesso em: 08 set. 2018.
- CARDOSO, L. A. Estudo do método construtivo wood framing para construção de habitações de interesse social. 2015. 78 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/CARDOSO-L.-A.-Estudo-do-me%CC%81todo-construtivo-wood-framing-para-construc%CC%A7o%CC%83es-de-HIS.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.
- CARVALHO JÚNIOR, R. de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura** - 7.a ed. - São Paulo: Blucher, 2013.
- COINASKI, M. dos S; SIQUEIRA, V. de A. **Wood frame: um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira**. 2016. 71 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, Pato Branco, 2016. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7676/1/PB\\_COECI\\_2016\\_1\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7676/1/PB_COECI_2016_1_15.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- DIAS, G. L. **Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (sistema plataforma) submetidas a força horizontal no seu plano**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102897>>. Acesso em 08 jun. 2018.

FARIAS, F. N. de. **Metodologia para projetos de instalações elétricas**. Estudo de caso: quartel da polícia militar. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://www.dee.ufc.br/anexos/TCCs/2010.1/FELIPE%20NUNES%20DE%20FARIAS.pdf>>. Acesso: 11 jun. 2018.

FERNANDES, M. A. de F.; et al. **Educação Ambiental como Instrumento de Inserção Social e Geração de Renda no Município de Esperança, PB**. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária Belo Horizonte – 12 a 15 de setembro de 2004. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/congrent/Meio/Meio15.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2018.

FERREIRA, M. de A; DEBS, M. K. El; ELLIOTT, K. S. **Determinação teórico experimental da relação momento rotação em ligações viga pilar de estruturas pré-moldadas de concreto**. In: V Simpósio EPUSP sobre estruturas de concreto. 2003, São Paulo. Disponível em: <<http://www.engipapers.com.br/artigos/00474COPR2003.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

FERREIRA, R. Wood frame popular. **Guia da construção**, São Paulo, n. 146, set. 2013.

FERREIRA, M.S. **Telha cerâmica**: identificação do sistema de produção e estudo de alternativa industrializável por extrusão. 1992. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1992. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157736/89170.pdf?sequence...>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. de. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 157-174, out./dez. 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/239932340\\_Comportamento\\_da\\_madeira\\_a\\_temperaturas\\_elevadas](https://www.researchgate.net/publication/239932340_Comportamento_da_madeira_a_temperaturas_elevadas)>. Acesso em: 14 set. 2018.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2009.

GARCIA, S. et al. Sistema Construtivo Wood Frame. **A arte de fazer ciência; problematizar, pesquisar e publicar**, VIII Mostra de iniciação científica IMED, Passo Fundo, 2014 Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014\\_submission\\_147.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014_submission_147.pdf)>. Acesso: 30 ago. 2018.

GESUALDO, F. A. R. **Estruturas de madeira**. 2003 Notas de aula. Universidade Federal de Uberlândia Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia. 2003. Disponível em: <[http://usuarios.upf.br/~zacarias/Notas\\_de\\_Aula\\_Madeiras.pdf](http://usuarios.upf.br/~zacarias/Notas_de_Aula_Madeiras.pdf)>. Acesso em: 08 ago. 2018.

GIRIBOLA, M. **Construtora reduziu em 15% o custo total de moradias do programa Minha Casa, Minha Vida com a utilização do wood frame. Prazo de execução também foi encurtado**, Equipe de Obra, Pini, ago. 2013. Disponível em: <<https://equipedeobra.pini.com.br/2013/08/construtora-reduziu-em-15-o-custo-total-de-moradias-do-programa-minha-casa-minha-vida-com-a-utilizacao-do-wood-frame-prazo-de-execucao-tambem-foi-encurtado/>>. Acesso em: 30 set. 2018.

GOUVEIA, J. P.; LOURENÇO, P. B.; VASCONCELOS, G. **Soluções construtivas em alvenaria**. In: Congresso Construção 3, 2007, Coimbra. Universidade de Coimbra. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/55609292.pdf>>. Acesso em 06 ago. 2018.

HOFFMANN, A. C. VI Congresso internacional da história, 2009, Maringá. **Técnica de se construir em madeira: um legado do patrimônio cultural para a cidade de Maringá**. Maringá, 2009. Disponível em <<http://www.pph.uem.br/cih/anais/trabalhos/732.pdf>>. Acesso 14 maio 2018.

KAZMIEREZAK, C. de S. Produtos de cerâmica vermelha. In: \_\_\_\_\_ **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. ed. Isaia, G. C. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 563 – 585.

LACERDA, J. F. S. B. de. **Avaliação da sustentabilidade na construção civil dos sistemas construtivos convencional e industrializado no Brasil**. 2014. 135 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção) – Instituto tecnológico de aeronáutica, São José dos Campos, 2014. Disponível em: <[http://www.fcmmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma1/Juliana\\_DP-060\\_2014.pdf](http://www.fcmmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma1/Juliana_DP-060_2014.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2018.

LEITE, J. C. P. S.; LAHR, F. A. R. Diretrizes básicas para projeto em Wood Frame. **Construindo**, v. 07, n. 02 jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://fumecc.br/revistas/construindo/article/view/4017/1998>>. Acesso em: 21 jul. 2018.

LEMOS, R. A. **Técnicas de revestimentos em argamassa projetada** – Monografia. (Curso em Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG, Belo Horizonte. 2010. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/136.pdf>>. Acesso: 11 jun. 2018.

LOGSDON, N. B.; CALIL JUNIOR, C. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, n. 18, p. 77-107, 2002. Disponível em: <[http://www.pinhalmadeiras.com.br/artigos\\_pasta/Umidade.pdf](http://www.pinhalmadeiras.com.br/artigos_pasta/Umidade.pdf)>. Acesso em 02 maio 2018.

MARÇAL, A. R. **Estudo de lajes de concreto armado: comparativo de cálculo entre lajes treliçadas e maciças, utilizando método elástico**. 2014. 55 p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2014. Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_ANA%20RUSSOWSKY%20MARCAL.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_ANA%20RUSSOWSKY%20MARCAL.pdf)>. Acesso: 11 jun. 2018.

MARTINS, J. G. **Alvenarias**: condições técnicas de execução. 2009.

MEIRELLES, C. R. M. et al. A Viabilidade das Construções Leves em Madeira no Brasil. In: **VIII Seminário Internacional de LARES – Mercados emergentes de Real Estate: novos desafios e oportunidades**, 2008. [S.l.]. Anais... [S.l.]: [S.n], 2008. Disponível em: <<http://lares.org.br/2008/img/Artigo008-Meirelles.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

MIKHAILOVA, I. **Sustentabilidade**: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. Revista Economia e Desenvolvimento, n° 16, 2004. Disponível em: < [http://www.fcmfmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma1/Juliana\\_DP-060\\_2014.pdf](http://www.fcmfmpep.org.br/site/sites/default/files/dissertacoes/turma1/Juliana_DP-060_2014.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2018.

MILITO, J. A. de. **Técnicas de construção civil - Esquadrias**. cap. 7. 2009. Disponível em: < [http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/apostila-de-consnstrucao-civil/at\\_download/file](http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/apostila-de-consnstrucao-civil/at_download/file)>. Acesso: 18 jun. 2018.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**: Wood frame systems for wood homes. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas. Londrina, v. 31, n.2, p. 143-156, Julho, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/4017/6906>>. Acesso em: 30 abril 2018.

MOLITERNO, A. **Cadernos de projetos de telhados em estruturas de madeira**. Revisão técnica Reyilando M. L. R. F. Brasil. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

MOREIRA, P. V.; BAPTISTA, P.; OLIVEIRA, F. S. de. Sistema estruturado em madeira – light wood framing. **Téchne**, São Paulo, n. 204, mar. 2014. MOREIRA, P. V.; MONICH, C. R. Panorama do sistema construtivo TECVERDE. Curitiba. 2016.

MORETTI FILHO, J. Considerações sobre telhados de edifícios. In: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 12, 1956, Piracicaba. **Anais Da Escola Superior De Agricultura Luiz De Queiroz**. Piracicaba. 223-250. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0071-127619560001000121956>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

NASCIMENTO, O. L. do. **Alvenarias**. Instituto Brasileiro de Siderurgia Centro Brasileiro da Construção em Aço - IBS/CBCA. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2009/12/5-mat-alvenaria-ii.pdf>>. Acesso 27 ago. 2018.

PALIARI, J. C. **Metodologia para a coleta e análise de informações sobre consumos e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. 1999. 473p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. Disponível em: <[http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert\\_Jose\\_Carlos\\_Paliari.pdf](http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Jose_Carlos_Paliari.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2018.

PEDRESCHI R.; GOMES, F. C.; MENDES L. M. **Desempenho da madeira na habitação utilizando abordagens de sistemas**. 2005. Cerne, Lavras, v. 11, n. 3, p.

283-293, jul./set. 2005. Disponível em: <<http://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/download/444/383/>>. Acesso em: 30 ago. 2018.

PEREIRA J. C. dos S. **O Uso de Madeira na Construção Civil**: Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG. 2013. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais IFMG – Governador Valadares, 2013. Disponível em: <[http://www3.ifmg.edu.br/site\\_campi/v/images/arquivos\\_governador\\_valadares/TCCjusciano.pdf](http://www3.ifmg.edu.br/site_campi/v/images/arquivos_governador_valadares/TCCjusciano.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

PFEIL, Walter. **Estruturas de madeira**: dimensionamento segundo a norma brasileira NBR 7190/97 e critérios das normas- americanas. [Reimpr.]. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PINHEIRO L. M.; MUZARDO C. D.; SANTOS S. P. **Lajes maciças** - capítulo 11. 2003. 29 p. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas. 2003. Disponível em: <[http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes\\_Macicas\\_EESC.pdf](http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes_Macicas_EESC.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2018.

PINHO, S. A. C.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C. **Custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação**: estudo de caso na construção civil. In: XVI Congresso Brasileiro de Custos, 16, 03 a 05 de novembro de 2009, Fortaleza. 2009.

PINTO, E. M. **Proteção contra incêndio para habitações em madeira**. 2001. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18131/tde-19052006-114716/pt-br.php>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

PIZZONI, C. P.; VALLE, A. Do. **Vida útil das construções wood frame no brasil: durabilidade e desempenho**. In: II Congresso Latino-americano de Estruturas de Madeira. Junín, Buenos Aires – 17 a 19 de maio, 2017. Disponível em: <<http://clem-cimad2017.unnoba.edu.ar/papers/T8-08.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018

RABELLO, Y. C. P. **Fundações**: guia prático de projeto, execução e dimensionamento. São Paulo: Ziguarte, 2008.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. da S.; STARLING, T. **Materiais de construção civil**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 112 p.

ROSA, A. **Rede de governança ambiental na cidade de Curitiba e o papel das 2007 tecnologias de informação e comunicação**. 2007. 174 p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp029091.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2018.

SALGADO, Júlio Cesar Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2. ed. ver. São Paulo: Érica, 2009.

SANTOS, D. dos; GIONGO, J. S. **Análise de vigas de concreto armado utilizando modelos de bielas e tirantes**. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Carlos,

v. 10, n. 46, p. 61-90, 2008. Disponível em: <[http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova\\_versao/pdf/cee46\\_61.pdf](http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee46_61.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SANTOS, H. H. V. **O uso de wood - frame na construção de edificações públicas escolares sustentáveis no estado do Paraná.** 2010. Dissertação (Monografia em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34385/HELOISA%20HELENA%20VALENTE%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 22 nov. 2018.

SILVA, F. B. da S. Wood frame - construções com perfis e chapas de madeira. **Téchne**, São Paulo, n. 161, ago. 2010.

SILVA, J. de C.; OLIVEIRA, J. T. da S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de eucalyptus saligna Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **R. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 233-239, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n2/15941.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2018.

\_\_\_\_\_. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de Eucalyptus saligna Sm.1. **R. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n3/a15v27n3.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2018.

SILVA, M. A. F. da. **Projeto e construção de lajes nervuradas de concreto armado.** 2005. 239 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Projeto%20Lajes%20Nervuradas.pdf>>. Acesso: 11 jun. 2018.

SILVA, M. M. de A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação.** 2003. 167 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/pt-br.php>>. Acesso em 18 maio 2018.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL - **SINAPI**. Cadernos técnicos de composições para pintura (interna e externa). LOTE 1 Versão: 006 Vigência: 06/2014 Última atualização: 07/2017.

SOARES, G. A. de A. **A utilização das alvenarias de vedação de tijolo cerâmico e painéis de vedação de concreto moldado in loco nas habitações de interesse social na cidade de João Pessoa.** Revista Especialize On-line IPOG, Instituto de Pós Graduação – IPOG, Goiânia, dez. 2015. 10. ed. vol. 01. dez. 2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=glauciene-almeida...pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SOUZA, L. G. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame. Revista **Especialize On-line** IPOG, Instituto de Pós-Graduação – IPOG, Florianópolis, SC, 2012. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=analise->

comparativa-do-custo-de-uma-casa-unifamiliar-nos-sistemas-construtivos-de-alvenaria-madeira-de-lei-e-wood-frame-1335716.pdf >. Acesso em: 22 nov. 2018.

SPOHR, V. H. **Análise comparativa: sistemas estruturais convencionais e estruturas de lajes nervuradas**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia, Santa Maria, 2008. Disponível em: < [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7700/VALDIHENRIQUESPOHR .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7700/VALDIHENRIQUESPOHR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 06 maio 2018.

SPOSTO, R. M.; MORAIS, D. M. D.; PEREIRA, C. H. F. **A Qualidade do Processo de Produção de Blocos Cerâmicos Fornecidos para o Distrito Federal. Cerâmica Industrial**, Maio 2007.

STOLZ, Carina M. et al. **Análise dos desperdícios gerados no processo de execução de tubulações elétricas e hidráulicas em obra multipavimentada na cidade de Porto Alegre/RS**. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Canela, 2010. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/165.pdf>>. Acesso: 11 jun. 2018.

TECVERDE. **Desenvolvimento de Tecnologia Wood Frame para Habitações de Interesse Social**. 2012. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/CBIC-2012-Desenvolvimento-de-Tecnologia-Wood-Frame-para-Habitac%CC%A7o%CC%83es-Sustenta%CC%81veis.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.

\_\_\_\_\_. **Diretriz de avaliação técnica de sistema estruturado em peças leves de madeira maciça serrada - Tecverde (tipo light wood framing)**. Instituto Falcão Bauer da Qualidade, São Paulo, 2018.

\_\_\_\_\_. **Panorama do Sistema Construtivo Tecverde**. Curitiba, PR. 2016. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/Panorama-do-Sistema-Construtivo-Tecverde-2016.pdf>>.

TORQUATO, M. L. **Estudo comparativo quanto a preceitos da sustentabilidade entre o método tradicional de produção e o sistema light wood framing para construção de biblioteca cidadã**. 2010. 72 p. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34352/TORQUATO,%20MARIO%20LEONARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

UEMOTO, K. L. **Projeto, Execução e Inspeção de Pinturas**. Nome da Rosa Editora Ltda. São Paulo, 2002.

VASQUES C. C. P. C. F; PIZZO, L. M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Revista Cognition. Lins, n. 1, 2014. Disponível em: < <http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognition/article/view/193/188>>. Acesso: 30 ago. 2018.

VERÇOSA, E. J. Materiais cerâmicos. In: FALCÃO BAUER, L. A. **Materiais de construção 2**. Rev. técnica João Fernando Dias. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 526 - 570.

VIDAL, J. et al. **Preservação de madeiras no Brasil**: histórico, cenário atual e tendências. *Ciência Florestal*. 2015, vol.25, n.1, p.257-271. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1980-509820152505257>>. Acesso: 04 abr. 2018.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing**: da construção enxuta à racionalização construtiva. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/281108400\\_COMPARACAO\\_ENTRE\\_ASPECTOS\\_PRODUTIVOS\\_DE\\_EDIFICACOES\\_EM\\_LIGHT\\_STEEL\\_FRAMING\\_E\\_ALVENARIA ESTRUTURAL](https://www.researchgate.net/publication/281108400_COMPARACAO_ENTRE_ASPECTOS_PRODUTIVOS_DE_EDIFICACOES_EM_LIGHT_STEEL_FRAMING_E_ALVENARIA ESTRUTURAL)>. Acesso em: 03 ago. 2018.

ZAPARTE, T. A. **Estudo e adequação dos principais elementos do modelo Canadense de construção em wood frame para o Brasil**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3395/1/PB\\_COECI\\_2014\\_2\\_9.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3395/1/PB_COECI_2014_2_9.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2018.

ZENID, G. J. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

\_\_\_\_\_. Uso de madeira na construção ajuda a preservar florestas. **Revista da Madeira**. ed. 151, ano 22. 2017. Disponível em: <<https://issuu.com/revistada madeira/docs/151web>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

ZULIAN, C. S.; DONÁ, E. C.; VARGAS, C. L. **Esquadrias**, rev. 2002. Notas de aulas disciplina construção civil. Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, 2002. Disponível em: <<http://www.uepg.br/denge/aulas/esquadrias/Esquadrias.pdf>>. Acesso em 15 ago. 2018.

\_\_\_\_\_. **Revestimentos**, rev. 2002. Notas de aulas disciplina construção civil. Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, 2002. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=ZULIAN+ARGAMASSA&rlz=1C1RLNS\\_ptBRBR771BR771&oq=ZULIAN+ARGAMASSA&aqs=chrome..69i57.5445j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>](https://www.google.com.br/search?q=ZULIAN+ARGAMASSA&rlz=1C1RLNS_ptBRBR771BR771&oq=ZULIAN+ARGAMASSA&aqs=chrome..69i57.5445j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>)>. Acesso em 19 set. 2018.

WATANABE. **Como construir um telhado**. 2015. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/telhado/index.php>>. Acesso em: 11 jun. 2018.