

Universidade Brasil
Curso de Engenharia Civil, Campus Descalvado

Amanda Stoppa
Pedro Luiz Costa

WOOD FRAME: SISTEMA CONSTRUTIVO ALTERNATIVO PARA
EDIFICAÇÕES
WOOD FRAME: ALTERNATIVE CONSTRUCTION SYSTEM FOR BUILDINGS

DESCALVADO
2017

Amanda Stoppa
Pedro Luiz Costa

WOOD FRAME: SISTEMA CONSTRUTIVO ALTERNATIVO PARA
EDIFICAÇÕES

Orientadora: Prof.(a). Gisele C. A. Martins

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Descalvado, SP
2017

S886w Stoppa, Amanda
Wood frame: sistema construtivo alternativo para edificações / Amanda Stoppa, Pedro Luiz Costa. – Descalvado: [s.n.], 2017.
46f. : il. ; 29,5cm.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a Dra. Gisele C. A. Martins

1. Sistema construtivo. 2. Alternativo. 3. Wood frame.
I.Costa, Pedro Luiz. II. Título.

CDD 694

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste TCC, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno:

Data:

AMANDA STOPPA
PEDRO LUIZ COSTA

**WOOD FRAME: SISTEMA CONSTRUTIVO ALTERNATIVO
PARA EDIFICAÇÕES**

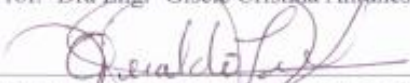
Trabalho de Conclusão apresentado como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, à Universidade Brasil, desenvolvido sob a orientação da Prof.^a Dra Eng.^a Gisele Cristina Antunes Martins.

Aprovado em 27 de outubro de 2017.

Com Nota 9,3

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra Eng.^a Gisele Cristina Antunes Martins


Prof. Eng. Geraldo Antônio Traldi Júnior


Prof.^a Dra Valéria Peruca de Melo

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais,
que sempre nos apoiaram e foram alicerce
dos nossos estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por dar-nos saúde e força para superar todas as dificuldades e obstáculos, permitindo assim que tudo isso acontecesse. À nossa orientadora, Prof.^a Gisele C. A. Martins, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho, a esta universidade, seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade de fazer o curso. Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, que apesar de todas as dificuldades nos ajudaram e fortaleceram. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

EPÍGRAFE

“Nenhuma engenharia
constrói caráter, mas com
caráter se faz os melhores
engenheiros.”

Jordan Lucas

RESUMO

O aumento demográfico das cidades, resultado dos deslocamentos migratórios em direção aos grandes centros e ainda a necessidade da implementação de alternativas sustentáveis que objetivem reduzir a degradação ambiental causada pelas obras de alvenaria tradicional, introduzindo conceitos de sustentabilidade dos sistemas construtivos são alguns dos vários motivos que impulsionaram a busca pela inovação na indústria da construção civil. É com essa visão de vanguarda e preconizando os conceitos de boas praticas construtivas aliados às vantagens econômicas e ambientais, é que o sistema *Wood Frame* (quadro de madeira) surge como uma alternativa aos metodos construtivos atualmente utilizados.

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar as principais vantagens técnicas e características do sistema construtivo em *Wood Frame*, abordando as principais etapas do processo construtivo e o avanço no crescimento da sua utilização ligado a industrialização da construção civil, visando atender a demanda de construção eco eficiente.

Palavras-chaves: Sistema construtivo, Alternativo, *Wood Frame*.

ABSTRACT

The demographic increase of the cities, as a result of the migratory movements towards the great centers and the necessity of the implementation of sustainable alternatives that aim to reduce the environmental degradation caused by the works of traditional masonry, introducing concepts of sustainability of the constructive systems are some of the several reasons that The search for innovation in the construction industry. It is with this avant-garde vision and by advocating the concepts of good constructive practices coupled with economic and environmental advantages, is that the Wood Frame system appears as an alternative to the construction methods currently used.

This work has as main objective to present the main technical advantages and characteristics of the construction system in wood frame, addressing the main stages of the construction process and the advance in the growth of its use linked to the industrialization of the civil construction, aiming to meet the demand of eco efficient construction.

Keywords: Construction System, Alternative, *Wood Frame*.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1 OBJETIVO | 21 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 21 |
| 1.3 METODOLOGIA | 21 |
| 2 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 21 |
| 2.1 – Propriedades e características da Madeira..... | 21 |
| 2.1.2 – Versatilidade..... | 21 |
| 2.1.3 – Sustentabilidade..... | 21 |
| 2.1.4 – Resistência..... | 22 |
| 2.1.5 – Deterioração da Madeira: Ataque Biológico..... | 22 |
| 2.2 - Produtividade no Brasil..... | 22 |
| 2.2.1 - Evolução da área de florestas plantadas com pinus e eucalipto no Brasil | 23 |
| 3 O SINAT | 21 |
| 4 SISTEMA CONSTRUTIVO DE <i>WOOD FRAME</i> | 24 |
| 4.1 - Produção da estrutura..... | 25 |
| 4.1.1 - Descrição do sistema..... | 25 |
| 4.1.2 - Etapas de produção..... | 25 |
| 4.1.3 – Montagem dos quadros estruturais | 25 |
| 4.1.4 - Cronograma com as fases do sistema construtivo..... | 27 |
| 4.1.5 - Condições e restrições de uso | 28 |
| 4.1.6 - Fundação | 28 |
| 4.1.7 - Estrutura | 28 |
| 4.1.8 - Lajes | 30 |
| 4.1.8.1 - Laje seca..... | 30 |
| 4.1.8.2 – Laje mista | 30 |
| 4.1.9 - Instalações hidráulicas e elétricas | 30 |
| 4.1.10 - Fechamentos e revestimentos externos de paredes | 31 |
| 4.1.11 - Fechamentos, revestimentos internos e externos | 32 |
| 4.1.12 – Revestimento externo | 25 |
| 4.1.13 - Telhados e coberturas..... | 33 |
| 4.1.14 - Mantas ou lãs isolantes térmicas | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 4.2 Manutenção | 34 |
| 4.3 Vida útil de projeto e prazos de garantia | 34 |
| CONCLUSÃO..... | 35 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1: | 24 |
| Figura 2: Placas para fechamento OSB Home Compensado Tratado Placa Cimentícia. | 19 |
| Figura 3: Produtos para laje Viga I Painel Wall Mezanino..... | 30 |
| Figura 4: | 23 |
| Figura 5: Produtos para isolamento Manta Asfáltica TechShield Lã de Vidro..... | 24 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: | 24 |
| Tabela 2: Cronograma – Prazo em semanas (Prazo menor: Dez semanas: Prazo maior: 14 semanas)..... | 28 |
| Tabela 3: Vida útil e Prazos de garantia..... | 32 |

1 INTRODUÇÃO

A história do *Wood Frame* teve início no século XVI quando imigrantes europeus que chegavam aos Estados Unidos encontraram no país grande quantidade de florestas com potencial para produção madeireira, o que logicamente conduziu à construção de moradias usando a madeira como material de construção. As primeiras casas construídas seguiam o estilo de construção do norte europeu, chamado de “*heavy timber frame*”, que utilizava elementos robustos e pesados de madeira como estrutura da edificação. As construções foram evoluindo com o tempo, visando se adaptar ao clima norte americano, mais intenso que o europeu. Então, na primeira metade do século XIX, após mais de 300 anos de desenvolvimento, o sistema construtivo *Wood Frame* surgiu quando construtores perceberam que os elementos verticais, utilizados na vedação de edificações em “*heavy timber frame*”, eram suficientemente capazes de suportar as cargas de forma que os pilares robustos de madeira poderiam ser retirados.

O *Wood Frame* é um método construtivo já consolidado em inúmeros países, entre eles Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Japão. É interessante notar que todos estes países são desenvolvidos e conhecidos mundialmente por sua tecnologia e modernidade. Certamente, se o uso de madeira na construção fosse algo de fato primitivo e de baixa qualidade, o *Wood Frame* faria apenas parte da história de cada um desses países. Entretanto, o que se percebe é a total aceitação por parte dos consumidores em relação às moradias em *Wood Frame*. Além disso, é relevante a diversidade climática nesses países, que compreende desde regiões desérticas, climas quentes e úmidos e até mesmo invernos extremamente rigorosos com temperaturas negativas e neve constante. Diante de todas essas questões, as moradias em *Wood Frame* tem, de fato, se mostrado um excelente abrigo à população.

A melhor explicação para isso é o grande avanço de industrialização desse sistema, conseqüente redução de prazos e custos e, principalmente, a divisão das etapas da obra, cada sistema é executado por equipes especializadas em momentos definidos da obra.

Embora a madeira esteja entre os materiais para construção mais antigos em todo o mundo, o aproveitamento desse material como elemento estrutural no Brasil ainda é muito desconhecido. Nos últimos anos, porém, iniciativas para introduzir o *Wood Frame* como mais uma alternativa para a construção industrializada tem buscado

romper com essa limitação e mostrar que é possível erguer edificações de qualidade, de forma veloz e sem desperdício.

A dificuldade de visualizar a madeira como solução interessante para a construção de residências nas cidades brasileiras não deixa de ser controversa. Segundo os dados de 2012 do Sistema Nacional de Informações Florestais, o Brasil é certamente um país com grande potencial produtivo para a indústria madeireira. Com aproximadamente 463,2 milhões de hectares de florestas, o que equivale a 54,4% do território nacional, o Brasil possui a segunda maior área de florestas do mundo, estando atrás apenas da Rússia. Cerca de 98,5% dessa área corresponde a florestas nativas, enquanto que apenas 7,1 milhões de hectares, ou seja, 1,53% da área total florestada, constituem-se de florestas plantadas. O Ministério do Meio Ambiente estima que 69% dessa cobertura florestal tenha potencial produtivo. A indústria de reflorestamento nacional é uma das mais competitivas no mundo.

Não é à toa que essa solução é tão propagada em vários países. A produtividade de uma obra com *Wood Frame* está ligada ao nível de industrialização do sistema. Porém, é impactante a construção de uma casa completa, com área de 200 m² em apenas 60 dias.

O ritmo construtivo deve-se à otimização da produção, que possibilita que diferentes atividades sejam executadas simultaneamente. Diferente das estruturas de concreto e alvenaria, a construção com estruturas de madeira é menos afetada pelas condições climáticas. Isso significa que em caso de chuvas ou de falta de energia, os operários podem continuar pregando e montando.

Por ser uma obra com menos resíduos, seca e fácil de manusear as estruturas, esse método de construção exige esforços mínimos.

Esse sistema construtivo em ambiente industrial poderia, ainda, reduzir significativamente desperdícios, altamente impactantes nos sistemas de construção tradicionais.

A prática do sistema “*Wood Frame*” no Brasil depende quase que exclusivamente do conhecimento, da técnica, além das poucas desvantagens em relação aos demais sistemas, alvenaria e madeira de lei. Trata-se de uma construção de casas de

madeira de alta tecnologia, qualidade, velocidade, flexibilidade, conforto térmico e acústico e com preço competitivo. Portanto, a divulgação e conscientização da população em relação às técnicas e materiais podem mudar a realidade brasileira em termos de habitação.

O uso de técnicas e materiais alternativos na construção civil que possam vir a competir ou mesmo substituir as técnicas convencionais pode servir de apoio e solução para casos, como no Brasil, onde há um déficit habitacional e com condições precárias de habitação apesar de ser um país com grande potencial florestal. Aqui, diferentemente dos países norte-americanos, europeus e no Japão, predomina o preconceito em relação à madeira, por exemplo. Estas inovações na construção civil, podem inclusive levar o Brasil a competir com estes países mais desenvolvidos, desde o processo tecnológico da matéria prima até seu desempenho final e custo benefício ao usuário.

Como estes sistemas alternativos permitem uso conjugado de diversos tipos de materiais e soluções racionalizadas, torna-se possível a flexibilidade de projeto na grande maioria das obras. Essa flexibilidade torna a edificação interessante, pois possibilita o uso de determinado material localmente encontrado, tornando a obra mais barata e mais rápida, fazendo o sistema competitivo, que seria o caso no Brasil com todo seu potencial madeireiro.

Como se esperava, cada técnica e material tem seus prós e contras, não só em relação a custos, mas também em relação à trabalhabilidade, disponibilidade, local da matéria prima, mão de obra para cada caso, tempo de execução, durabilidade e ao final, também as exigências do cliente. Logo, se faz necessário que haja certo empenho das empresas envolvidas e donos das técnicas na conscientização da sociedade e dos profissionais do ramo, para que a aceitação destes novos sistemas se torne realidade e tragam resultados positivos quanto à utilização da matéria prima.

Segundo Molina e Calil (2010), como qualquer outro tipo de construção, a execução de uma edificação envolve vários aspectos distintos, desde as etapas iniciais como a preparação do canteiro de obras, limpeza, terraplenagem do local e execução das fundações até as etapas de acabamento como telhado, revestimento interno e externo e paisagismo. Diante da flexibilidade e versatilidade do método construtivo, muitos elementos da construção podem ser utilizados de forma comum aos métodos construtivos convencionais brasileiros. Em uma edificação em *Wood Frame*, por

exemplo, é usual que sejam utilizadas fundações superficiais, como radiers e sapatas corridas, devido ao peso aliviado da estrutura em madeira. Entretanto, o método permite a utilização de qualquer tipo de fundação. Sistemas elétricos e hidráulicos possuem a grande vantagem de serem embutidos nas paredes sem necessidade de quebra, entretanto, seu projeto e execução permanecem o mesmo.

1.1 OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é buscar as vantagens e desvantagens do sistema construtivo *Wood Frame*, analisando todo seu processo de construção desde a fundação até seu acabamento final, a fim de comprovar que esse sistema construtivo pode ser uma alternativa viável para edificações.

1.2 JUSTIFICATIVA

O sistema construtivo *Wood Frame* faz parte dos tipos de construção que evitam desperdícios, pois não precisam que as paredes sejam quebradas para passar as tubulações e também dispensam o uso de fôrmas para pilares e vigas, já que as próprias paredes são estruturais.

A leveza da estrutura também ajuda na hora da montagem, que em geral é mais rápida do que a construção em alvenaria. O *Wood Frame* pode ser feito com qualquer tipo de fundação, sendo a sapata corrida e o radier os mais utilizados, já que a distribuição das cargas é espalhada e uniforme.

1.3 METODOLOGIA

Como metodologias serão realizadas análises em bibliografias disponíveis, através de livros, artigos, monografias e dissertações, de modo a levantar informações necessárias relativas ao sistema construtivo *Wood Frame*.

2 A MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Pfeil (2003), a madeira é provavelmente o material de construção mais antigo já utilizado, devido a sua disponibilidade e relativa facilidade de manuseio. Apresenta bom isolamento térmico, ampla utilidade para diversos fins, e ótima relação resistência/peso. Em contrapartida, por se tratar de um material natural está sujeita a defeitos de crescimento, além de ser suscetível à degradação biológica e ação do fogo. No entanto, estas desvantagens podem ser superadas por meio de tratamento químico, resultando em estruturas duráveis e com bom aspecto estético.

Desde 1997, a madeira passou a ser um material da construção civil normatizado no Brasil, por meio da ABNT NBR 7190 (Projetos de estruturas de madeira).

2.1 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

2.1.2 VERSATILIDADE

A versatilidade da madeira é uma de suas grandes vantagens. Na construção civil ela é muito utilizada em coberturas, pontes, passarelas, formas e escoramento para elementos de concreto armado, esquadrias, paredes divisórias, forros, pisos, e estruturas de edificações, normalmente unifamiliares, entre outras aplicações. A madeira também apresenta aspecto visual bastante interessante, tendo grande aplicação na arquitetura e decoração.

2.1.3 SUSTENTABILIDADE

A madeira é considerada um dos materiais mais sustentáveis, desde que explorada de forma adequada de manejo florestal ou reflorestamento. A produção da madeira, desde o seu crescimento, extração, envolve baixo consumo de energia, em comparação com outros materiais na construção civil.

De acordo com Allen e Thallon (2011), a madeira pode ser facilmente reutilizada de uma edificação para outra e, quando descartada, sofre rápida biodegradação retornando ao ambiente natural. A madeira é o único material de construção renovável que sempre estará disponível na natureza desde que a sua extração seja feita de forma sustentável.

2.1.4 RESISTÊNCIA

De acordo com Allen e Thallon (2011), as madeiras mais utilizadas em edificações em *Wood Frame* na América do Norte são as provenientes de árvores coníferas da família Pinaceae de diferentes gêneros tais como: Abies, Picea e Pinus. Essas possuem alta resistência e baixa densidade. Usualmente, empregada nesse tipo de estrutura, esta madeira corresponde à classe de resistência C30, de acordo com a ABNT NBR 7190:1997. Os valores de entrada para a análise numérica correspondem à resistência à compressão paralela às fibras, no seu valor característico igual a “ $f_{co,k} = 30$ Mpa”; resistência ao cisalhamento, no seu valor característico igual a “ $f_{vk} = 6$ Mpa”; módulo de elasticidade médio igual a “ $E_{co,m} = 14.500$ Mpa”.

2.1.5 DETERIORAÇÃO DA MADEIRA: ATAQUE BIOLÓGICO

A madeira está sujeita à ação de inúmeros organismos xilófagos, tais como cupins e fungos. Segundo Pfeil (2003), a vulnerabilidade da madeira a ataques de biodeterioradores depende da qualidade da madeira, ou seja, da espécie da madeira e da camada do tronco de onde foi retirada, e, das condições ambientais, caracterizadas pelo contato com a umidade e pelos ciclos de reumidificação. Calil Junior et al. (2003) afirma que, apesar da susceptibilidade ao apodrecimento e ação de organismos, a madeira tem sua durabilidade prolongada quando tratada adequadamente com preservativos químicos. Além disso, também é importante prover em projeto detalhes construtivos que evitem a exposição excessiva da madeira aos raios solares e umidade externa, garantindo a maior durabilidade da madeira tratada.

2.2 PRODUTIVIDADE NO BRASIL

A exploração florestal somente é considerada atividade legal quando ocorre em florestas exploradas sob regime sustentável, por meio de Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) ou através de desmatamentos autorizados, aprovados pelo IBAMA. Portanto, a extração de madeira ou qualquer outro produto florestal não pode ocorrer sem a devida autorização do órgão Federal competente. Os PMFSs devem ser periodicamente monitorados pelo IBAMA ou pelos órgãos ambientais, a fim de assegurar acompanhamento e controle das operações e atividades envolvidas na Área de Manejo Florestal.

Em relação ao reflorestamento, segundo Calil Junior et al. (2003), a implantação de áreas de reflorestamento foi impulsionada na década de 1960, em razão do programa federal de incentivos fiscais, que definiu que parte do imposto de renda de empresas seria aplicada em florestas artificiais. As florestas plantadas são organizadas para fins comerciais, como a indústria madeireira, assim como, para fins não madeireiros, como a extração de frutos e óleos. No Brasil, de acordo com o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), os plantios de florestas comerciais iniciaram com a inserção de mudas de Eucalipto (*Eucalyptus spp.*), que apresentaram bom desenvolvimento na região do cerrado paulista, seguido da inserção do Pinus (*Pinus spp.*) com êxito no sul do país. Deste modo, se torna parte do cenário brasileiro o investimento e desenvolvimento de pesquisas relacionadas à silvicultura dessas espécies para uso em plantios comerciais.

2.2.1 EVOLUÇÃO DA ÁREA DE FLORESTAS PLANTADAS COM PINUS E EUCALIPTO NO BRASIL

- a. Eucaliptos: As espécies do gênero *Eucalyptus*, como mostra a figura 1, têm sua origem na Austrália. São árvores de grande porte e de rápido crescimento, trata-se de uma fibra curta. Na verdade, é a fibra mais curta entre as espécies de madeira dura no mundo. Dependendo de como se calcula e mede - através de microscopia ótica ou de dispositivos óticos eletrônicos, seu comprimento médio pode chegar a apenas 0,65mm. Classificação C60 é considerada uma madeira dura, com maior resistência do que o Pinus.



Figura 1: Plantação de *Eucalyptus*
Fonte: celuloseosolo.com.br

- b. Pinus: São coníferas pertencentes à família Pinaceae, comumente denominadas de pinus do sul, que crescem principalmente no sudeste dos Estados Unidos. As principais espécies são: Pinus taeda, P. ecchinata, P. palustris e P. elliottii, (KOCH, 1972). No Brasil, as espécies mais plantadas são Pinus taeda e Pinus elliottii, como mostra a figura 2, sendo destinadas principalmente à produção de celulose, laminados e madeira serrada.



Figura 2: Plantação de Pinus.
Fonte: pensamentoverde.com.br (foto: agricim)

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), as características sensoriais do Pinus são: cerne e alburno indistintos pela cor branco amarelado, brilho moderado, cheiro e gosto distintos e característicos (resina), agradável, densidade baixa, macia ao corte, e extrafina. Já as características de processamento são: fácil de desdobrar, aplainar, desenrolar, lixar, torneiar, furar, fixar, colar e permite bom acabamento (IPT, 1989b).

Características sensórias do Eucalipto são: cerne e alburno distintos pela cor, cerne castanho-rosado-claro, alburno bege-rosado; pouco brilho; cheiro e gosto imperceptíveis; densidade baixa; macia ao corte; grã direita; textura fina a média. As características de processamento são: Madeira excelente para serraria, no entanto, requer o uso de técnicas apropriadas de desdobro para minimizar os efeitos das tensões de crescimento. Apresenta boas características de aplainamento, lixamento, torneamento, furação e acabamento. (IPT,1997).

A tabela abaixo mostra o crescimento da produção das espécies Eucalipto e Pinus no Brasil no ano de 1980 e 2008.

Tabela 1: Produtividade média de celulose em (m³/ ha/ ano).

| Espécie | 1980 | 2008 | Crescimento | Potencial | Crescimento |
|----------------|-------------|-------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Eucalipto | 24 | 41 | 71% | 70 | 192% |
| Pinus | 19 | 36 | 89% | 40 | 111% |

Fonte: Bracelpa (2009)

O avanço da qualidade e produtividade brasileira, obtido nos últimos anos é fruto de esforço, competência e criatividade dos pesquisadores e cientistas brasileiros, distribuídos em todos os segmentos técnicos da cadeia produtiva florestal, destacando: clima e solo, pesquisa e desenvolvimento, setor privado organizado, mão de obra altamente qualificada e grandes avanços tecnológicos: genética, biotecnologia, matéria-prima de alta qualidade, planejamento socioambiental, manejo florestal e rotação de áreas plantadas.

3 O SINAT

O Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), criado pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), tem por objetivo avaliar os sistemas construtivos e desempenhos dos materiais não abrangidos por normas técnicas prescritivas. Com esse sistema, a falta de normalização deixou de ser uma pedra no sapato dos produtos inovadores no Brasil e facilitou a disseminação de novas soluções para edificações.

Recomendações do SINAT

Dentre as diretrizes do SINAT, a que se refere ao sistema construtivo que será estudado nesse trabalho é a diretriz SINAT N° 005 - Revisão 02. Os sistemas construtivos objetos dessa diretriz referem-se a paredes de vedação (externas e internas) ou paredes estruturais, lajes de pisos (entrepisos) e sistema de cobertura, incluindo lajes e estrutura do telhado. O telhamento não faz parte do objeto desta diretriz, por ser considerado como um sistema convencional. Algumas recomendações que o SINAT possui são:

a) Restrições de Uso

A madeira empregada deve ser de origem legal, ou seja, proveniente de florestas plantadas ou florestas nativas com manejo florestal aprovado pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Em ambos os casos, há preferência pela madeira certificada por órgãos acreditados. Para adotar os sistemas construtivos *wood frame*, as especificações e soluções construtivas de sistemas prediais como instalações de gás, telefonia, elétrica, água e esgoto, devem ser concebidas considerando as particularidades do sistema, por isso devem ser feitas análises e detalhamentos específicos.

b) Campo de aplicação

Sistema construtivo (paredes, lajes de entrepisos e sistema de cobertura) destinados a construção de unidades habitacionais unifamiliares (casas térreas e sobrados) isoladas e geminadas, e edifícios multifamiliares de até 04 pavimentos (térreo + 3 pavimentos).

c) Os subsistemas convencionais, como fundações, esquadrias, telhamento, instalações hidráulicas e elétricas e demais elementos ou componentes convencionais não são objeto desta diretriz, porém devem ser consideradas as interfaces entre subsistemas convencionais e inovadores, como interfaces entre paredes e pisos externos e internos, entre paredes e esquadrias, entre paredes ou pisos e instalações e entre paredes e sistema de cobertura.

Segurança contra incêndio

Os requisitos de segurança contra incêndio dos elementos construtivos pertinentes a essa diretriz são expressos por:

- a) reação ao fogo dos materiais de acabamento dos pisos, tetos e paredes (velocidade de propagação de chama);
- b) facilidade de fuga, avaliada pelas características de desenvolvimento de fumaça dos materiais de acabamento dos pisos, tetos e paredes (limitação da densidade ótica de fumaça);
- c) resistência ao fogo dos elementos construtivos, particularmente dos elementos estruturais e dos elementos de compartimentação.

As instalações elétricas devem estar de acordo com as condições de segurança conforme ABNT NBR 5410: 2004.

a) Estanqueidade à água

No caso da estanqueidade à água de edifícios são consideradas duas fontes de umidade:

- Externas, como ascensão de umidade do solo pelas fundações e infiltração de água de chuva ou lavagem pelas fachadas, lajes expostas e coberturas;
- Internas, como água, decorrente dos processos de uso e lavagem dos ambientes, vapor de água gerado nas atividades normais de uso, condensação de vapor de água e vazamentos de instalações.

Portanto, a análise de estanqueidade a água do sistema deve avaliar, com relação às fontes de umidade externa: estanqueidade à água de vedações de fachada e da cobertura; estanqueidade à água das juntas entre elementos de fachada e estanqueidade de pisos em contato com o solo. Com relação às fontes de umidade interna: estanqueidade de bases de paredes à água de uso e lavagem.

b) Desempenho térmico

A edificação habitacional deve reunir características que atendam aos requisitos de desempenho térmico, considerando-se as zonas bioclimáticas definidas na ABNT NBR 15220-3:2003.

Conforme ABNT NBR 15575-1: 2013, o procedimento normativo estabelecido é o procedimento simplificado. Para os casos em que a avaliação de transmitância térmica e capacidade térmica do sistema de vedação vertical externa, conforme os critérios e métodos estabelecidos na ABNT NBR 15575-4: 2013, resultem em desempenho térmico insatisfatório, o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação como um todo pelo método de simulação computacional.

c) Aberturas para ventilação

Apresentar aberturas, nas fachadas dos ambientes de longa permanência (salas e dormitórios), com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes.

d) Desempenho acústico

No caso dos sistemas construtivos objeto desta diretriz, é considerado a verificação do isolamento acústico entre o meio externo e o interno (fachadas), entre paredes de unidades autônomas e entre dependências de uma unidade e áreas comuns.

4 SISTEMA CONSTRUTIVO DE WOOD FRAME

O Sistema Construtivo conta com 70% das etapas alocadas em fábricas, como mostra a figura 3. Os materiais aplicados nos painéis passam por controle de qualidade em todo o processo produtivo e inspeção final no canteiro de obras.

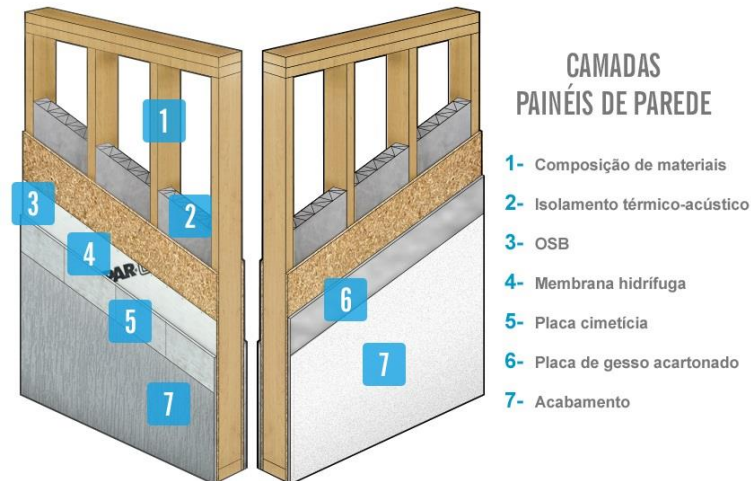


Figura 3: Camadas dos painéis de parede no sistema Wood Frame.

Fonte: atosarquitetura.com.br

4.1. PRODUÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura utiliza madeira estrutural de florestas plantadas, como mostra a figura 4, com dupla secagem e tratada com preservante químico garantindo durabilidade superior a 50 anos. No Brasil, o tratamento das peças é realizado, principalmente, com CCA (arsenato de cobre cromatado) ou o CCB (Borato de cobre cromatado).



Figura 4: Placa de Wood Frame

Fonte: Catálogo de Arquitetura – LP Brasil.

4.1.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

As chapas de OSB são constituídas de tiras de madeira reflorestada, orientadas em três camadas cruzadas, perpendiculares entre si. Essas tiras de madeira são unidas com resinas e prensadas. A espessura da placa OSB a ser utilizada é determinada conforme espaçamento entre montantes e tipo de revestimento. O mais comum é a utilização de painéis de 11,1 mm nas paredes e telhados e painéis de 18,3 mm para pisos e lajes. A principal função das chapas de OSB é contraventar estruturas de paredes, de construções de até dois pavimentos, e auxiliar na rigidez da estrutura, compondo diafragmas horizontais na laje de piso.

4.1.2 ETAPAS DE PRODUÇÃO

Definição dos planos de cortes dos perfis de madeira e das chapas de OSB, com base no projeto executivo (tais planos são posteriormente colocados em software, para corte das peças).

Recebimento dos perfis de *Pinus spp*, previamente tratados em autoclaves contra ação de fungos e insetos xilófagos, e conferência ou controle visual das peças estruturais (nós, bolsões de resina, medula); os controles de nós, bolsões e medulas são feitos visualmente, utilizando-se como base a classificação prevista na ASTM D245-93. American Society for Testing and Materials (ASTM), é um órgão estadunidense de normalização, que desenvolve e publica normas técnicas para uma ampla gama de materiais, produtos, sistemas e serviços. Na ASTM D245-93 (Critérios para a Limitação dos Defeitos) foram estabelecidas para permitir a avaliação de qualquer peça em termos de uma razão de resistência para cada propriedade avaliada.

As razões de resistência associadas com nós em elementos fletidos foram derivadas da relação teórica entre a capacidade resistente de um elemento com seção transversal reduzida pelo maior nó para a capacidade resistente de um elemento sem defeitos.

A norma ASTM D245-93 fornece equações teóricas para a determinação da máxima dimensão permissível dos nós em cada classe, em função da razão de resistência a flexão estabelecida pela *National Grading Rule*. As razões de resistência relacionadas com fibras cruzadas foram obtidas experimentalmente.

A norma ASTM D245-93 considera que as fendas e rachas reduzem somente a resistência ao cisalhamento devido à flexão da peça. As razões de resistência associadas às fendas são derivadas teoricamente, considerando a redução da seção transversal pelas fendas.

A resistência à compressão normal às fibras é pouco afetada pelas características de redução de resistência e considera-se uma razão de resistência de 100%.

A resistência à tração da madeira foi relacionada com a resistência à flexão e a razão de resistência para a tração foi determinada experimentalmente por DOYLE & MARKWARDT (1967).

4.1.3 MONTAGEM DOS QUADROS ESTRUTURAIS

Os tópicos abaixo mostram em ordem, a sequência de montagem dos quadros estruturais.

- Fixação de fita impermeável de borracha alveolar nas peças de madeira que ficarão em contato com a fundação, como mostra a figura 5.



Figura 5: Montagem do quadro estrutural
Fonte: techne.pini.com.br

- Montagem dos quadros estruturais na obra, sobre a fundação, como mostra a figura 6; a impermeabilização da fundação deve estar previamente concluída



Figura 6: Montagem dos quadros estruturais em obra.
Fonte: techne.pini.com.br

- Ancoragem dos quadros à fundação com chumbadores de aço galvanizado ou inox, como mostra a figura 7.

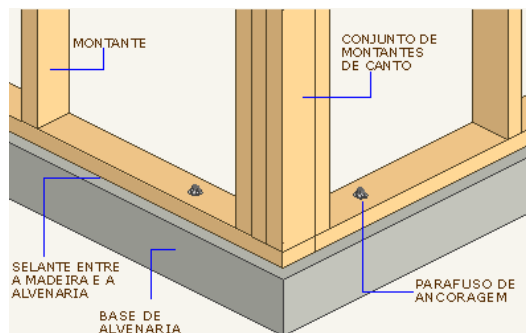


Figura 7: Ancoragem dos quadros à fundação com chumbadores de aço galvanizado ou inox.
Fonte: techne.pini.com.br

- Fixação das chapas de OSB, como mostra a figura 8.



Figura 8: Fixação das chapas de OSB
Fonte: atosarquitetura.com.br

- Fixação dos painéis uns aos outros, através de pregos anelados ou do tipo "ardox" galvanizados, como mostra a figura 9.



Figura 9: Fixação dos painéis de Wood Frame.
Fonte: techne.pini.com.br

- Posicionamento das instalações elétricas e hidráulicas, como mostra a figura 10.

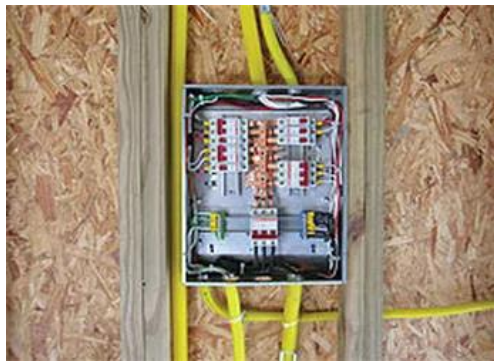


Figura 10: Posicionamento das instalações elétricas e hidráulicas.
Fonte: techne.pini.com.br

- Fixação das placas ou mantas de isolamento térmico e absorção acústica, como mostra a figura 11



Figura 11: Fixação das placas ou mantas de isolamento térmico e absorção acústica
Fonte: techne.pini.com.br

- Fixação de membrana impermeável sobre as chapas de OSB, como mostra a figura 12.



Figura 12: Fixação de membrana impermeável sobre as chapas de OSB.
Fonte: techne.pini.com.br

- Instalação dos revestimentos internos e externos, como mostra a figura 13.



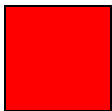
Figura 13: Instalação dos revestimentos internos e externos em construções em Wood Frame.
Fonte: tecverde.com.br

- Execução da laje apoiada sobre as paredes, adotando-se o processo da laje seca, ou da laje mista, como mostra a figura 14.

Legenda:



Cronograma com o menor prazo



Cronograma com o maior prazo

Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.1.5 CONDIÇÕES E RESTRIÇÕES DE USO

Os projetos e empreendimentos devem ser pautados pela NBR15575:2013 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos”, preocupando-se com as questões de desempenho térmico, em função da zona bioclimática a ser construída a edificação, e as condições de agressividade ambiental do meio. De qualquer forma, os elementos de fixação metálicos, como pregos e chumbadores, devem resistir no mínimo há 120 horas em ensaios acelerados de névoa salina, sem apresentar corrosão do metal base.

4.1.6 FUNDAÇÃO

A fundação deve ser definida para cada local específico de implantação da obra. A fundação utilizada normalmente para edificações de pequeno porte, casas ou sobrados, no sistema *Wood Frame* tem sido em laje tipo radier ou sapatas corridas.

4.1.7 ESTRUTURA

Segundo o SINAT, Sistema Nacional de Avaliação Técnica, que é proposto para suprir, provisoriamente, lacunas da normalização técnica prescritiva, ou seja, para avaliar produtos não abrangidos por normas técnicas prescritivas.

A operacionalização do SINAT representa, efetivamente, a criação de uma infraestrutura fundamental para o desenvolvimento tecnológico do setor da construção civil. Na Diretriz nº 005 – Revisão 02 impõe que:

- a. quadro estrutural de parede: formado por peças estruturais de madeira maciça serrada, denominadas montantes, travessas, bloqueadores, tratadas quimicamente sob pressão;
- b. componente nivelador: componente com a função de regularizar a base para apoio da travessa inferior do quadro estrutural;
- c. componente de fechamento externo: constituído de chapas de OSB (Oriented Strand Board), chapas de compensado tratadas quimicamente e, ou, chapas cimentícias;
- d. componente de fechamento interno: constituído de chapas de OSB (Oriented Strand Board), chapas de compensado tratadas quimicamente, chapas cimentícias ou chapas de gesso para drywall;
- e. componente de contraventamento: peças de madeira (horizontais ou diagonais), chapa de OSB ou chapa de compensado tratadas quimicamente, empregados com função de contraventar a estrutura principal;
- f. isolante térmico: manta de lã de rocha ou lã de vidro, placa de poliestireno expandido (EPS) ou outro material, com condutividade térmica menor que $0,065 \text{ W}/(\text{m.K})$ (condutividade térmica máxima de um material considerado isolante) e resistência térmica total maior que $0,5 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$. Este material contribui com a isolação sonora da parede;
- g. barreira impermeável à água e ao vapor: manta ou membrana impermeável à água no estado líquido e ao vapor d'água;
- h. barreira impermeável à água e permeável ao vapor: manta ou membrana impermeável à água e permeáveis ao vapor d'água;
- i. produto impermeável: produto impenetrável por fluidos (água), podendo ser manta ou membrana para impermeabilização, conforme ABNT NBR 9575;
- j. elemento de fixação: mecanismo de encaixe, cavilha, parafuso, prego anelado ou ardox, grampo, gancho de ancoragem, chumbador, conector, pino, chapa com dentes estampados e/ou cola. São diversos os tipos de fixação: fixação entre componentes de madeira de cada sistema (chapas, quadros estruturais, contraventamentos, revestimentos, barreiras, isolantes e esquadrias do fechamento); fixação entre subsistemas (parede-piso, parede-cobertura, piso-fundação, parede-fundação, isolantes);

k. junta: espaço ou encontro entre os componentes de fechamento; as juntas podem ser do tipo visível (aparente) ou dissimulada;

l. revestimento ou acabamento: siding de PVC, revestimento de argamassa reforçado com tela (basecoat), pinturas e texturas, desde que compatíveis com os componentes de fechamento (substratos) sobre os quais serão aplicados.

m. Basecoat: camada de revestimento de argamassa reforçada com tela ou fibras aplicada sobre chapa de fechamento externo (chapa cimentícia)

Os perfis de madeira e as chapas de madeira estruturais, de contraventamento, formam o conjunto estrutural, como mostra na Figura 1, sujeito às cargas verticais permanentes e acidentais, cargas de ventos e cargas eventuais devidas a sismos.

As chapas estruturais de contraventamento auxiliam na estabilidade da edificação, reduzindo o comprimento de flambagem dos montantes; considerando uma unidade típica térrea ou assobradada, de pé-direito da ordem de 2,60 m, o comprimento de flambagem dos montantes pode ser reduzido para um valor próximo de 30 cm, como mostra a figura 15.



Figura 15: Estrutura de uma casa em *Wood Frame*.
Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.1.8 LAJES

A Figura 16 mostra como as placas estruturais são instaladas sobre o vigamento de madeira. Elas garantem a resistência e aceitam a aplicação de diversos revestimentos: pisos vinílicos, laminados de madeira, assoalhos, tábuas corridas, entre outros.



Figura 16: Placas estruturais são instaladas sobre o vigamento de madeira.

Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.1.8.1 LAJE SECA

Nas construções em *Wood Frame* existe dois tipos de lajes: secas e mista.

Laje seca é quando a chapa estrutural (OSB ou compensado) tem a função de contrapiso, ou seja, alguns tipos de revestimento são instalados diretamente sobre ela. Em áreas molháveis, chapas cimentícias são instaladas sobre as chapas estruturais de madeira, devendo ser impermeabilizadas e receberem tratamento no encontro entre placas, cantos com paredes e ralos.

4.1.8.2 LAJE MISTA

Na Laje mista é possível utilizar qualquer tipo de revestimento ou acabamento final. Sobre a chapa estrutural, aplica-se uma lâmina plástica (filme de polietileno) e uma camada de 5 cm de concreto armado com malha metálica.

4.1.9 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS

Os sistemas elétrico e hidráulico utilizados para essa construção podem ser os mesmos de uma construção convencional. O mercado também dispõe de materiais elétricos e hidráulicos desenvolvidos especialmente para drywall e framing, como caixas elétricas que são fixadas diretamente nas chapas de fechamento, e sistemas flexíveis conhecidos como tubos PEX, de polietileno reticulado, que resistem a altas temperaturas e podem ser utilizados tanto para água fria como para água quente. As

tubulações e eletrodutos são instalados no interior das paredes, preparando-se previamente todas as furações necessárias.

Evita-se que os perfis verticais sejam perfurados, de modo que toda ligação horizontal é feita internamente no forro. Quando existe a necessidade de se furar um montante, o furo deve respeitar a especificação de diâmetro máximo igual a 1/3 da espessura do montante; todavia, isso já deve ser previsto no projeto estrutural. Em geral, as tubulações e eletrodutos são colocadas verticalmente nas paredes, entre montantes estruturais, como se pode observar na Figura 17.



Figura 17: Instalação da parte elétrica e hidráulica em uma construção de *Wood Frame*.
Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.1.10 FECHAMENTOS E REVESTIMENTOS EXTERNOS DE PAREDES

As chapas de OSB, além de fazer parte da estrutura, também têm a função de fazer a vedação das paredes externas; sobre as chapas estruturais são empregados os acabamentos ou revestimentos externos. Os montantes são espaçados a cada 400 mm ou 600 mm e são contraventados com chapas de OSB de espessura 11,1 mm. As chapas estão disponíveis nas dimensões 1,20 m x 2,40 m e 1,20 m x 3,00 m, nas espessuras de 9,5 mm, 11,1 mm, 15,1 mm e 18,3 mm. A espessura da chapa a ser utilizada é determinada conforme o projeto estrutural, considerando o espaçamento entre montantes e o tipo de revestimento a ser empregado sobre a chapa. Sobre as chapas de OSB é aplicada membrana hidrófuga que tem a função de proteger as paredes da ação de umidade externa e permitir a saída do vapor d'água do interior da casa, evitando condensações de umidade.

Conforme a NBR 15575-1:2008, a vida útil é uma indicação do tempo de vida ou da durabilidade de um edifício e suas partes. A vida útil de um projeto é definida como uma aproximação da durabilidade desejada, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Vida útil e Prazos de garantia

| Elemento construtivo | VUP (anos) | | Prazos de garantia (anos) | |
|----------------------|------------|----------|--|----------|
| | Mínimo | Superior | Mínimo | Superior |
| Paredes estruturais | ≥40 | ≥60 | 5 | 7,5 |
| | | | Segurança e estabilidade global, estanqueidade de fundações e contenções | |
| Paredes de vedação | ≥20 | ≥30 | 5 | 7,5 |
| | | | Segurança e integridade | |

Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.1.11 FECHAMENTOS, REVESTIMENTOS INTERNOS E EXTERNOS

O revestimento interno normalmente é feito com chapas de gesso para drywall. Nas paredes internas podem ser aplicadas chapas de OSB sob as chapas de gesso para drywall, caso necessário. No caso das chapas para drywall, destinadas a paredes, recomenda-se consultar a NBR 15758-1: 2009 - Sistemas Construtivos em Chapas de Gesso para Drywall - Projeto e Procedimentos Executivos para Montagem Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes.

4.1.12 REVESTIMENTO EXTERNO

Sobre o OSB é aplicada uma membrana impermeabilizante, que garante a estanqueidade e a adequada ventilação das paredes, permitindo a saída da umidade interna das paredes e protegendo-as contra a umidade externa. O *Wood Frame* permite a

aplicação de diversos revestimentos externos como revestimento em madeira, argamassas, cerâmico, cortiça entre outros.

4.1.13 TELHADOS E COBERTURAS

De acordo com Pfeil (2003), por ser flexível o *Wood Frame* adapta-se a qualquer projeto arquitetônico, sendo possível executar telhados com diversas inclinações, telhados planos e curvos. Podem ser utilizadas telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento, concreto ou shingles asfálticas.

4.1.14 MANTAS OU LÃS ISOLANTES TÉRMICAS

As mantas ou lãs isolantes térmicas e absorventes, como mostra na Figura 18, acústicos podem ser instaladas no interior das paredes internas e externas, e sobre os forros nas coberturas, de acordo com a necessidade do projeto. São empregadas em geral barreiras radiantes na cobertura, com preferência pelo uso de filmes de alumínio estruturados ou chapas estruturais. Essas chapas são estruturais de OSB revestido com papel-folha de alumínio. Por ser uma chapa estrutural, o Techshield é considerado no contraventamento da estrutura de cobertura. O índice de reflexão à radiação solar é de 97%, segundo a empresa Technepini.



Figura 18: Instalação das mantas ou lãs isolantes térmicas.
Fonte: Revista Técnica PINI – Edição 161 – Agosto/2010.

4.2 MANUTENÇÃO

De acordo com o manual técnico de sistema construtivo da empresa Technepini, a troca de chapas de revestimento, a manutenção de itens embutidos e a limpeza são equivalentes ao sistema drywall. A troca de revestimentos externos depende do tipo de revestimento. Os sidings (*Siding* é uma palavra de origem inglesa que designa componentes geométricos, como placas e régua, utilizados para impermeabilizar a construção externamente, sem deixar de lado estética e durabilidade).

As peças do *siding* são sobrepostas em paralelo, na vertical ou horizontal, como uma veneziana fechada. E, além de proteger a casa das ações do tempo (sol, chuva, vento), realizam o acabamento de paredes e fachadas. Os diferentes tipos de *siding* são componentes secos, instalados através de pregos ou parafusos diretamente na estrutura ou em uma estrutura intermediária de madeira construída com ripas, compensados e OSB.

No Brasil, o *siding* mais conhecido é o vinílico, que possui uma série de componentes para arrematar o revestimento.) são parafusados e, portanto, podem ser repostos. A manutenção das texturas é realizada com lavagens periódicas, em geral a cada três anos. O período das lavagens, entretanto, depende das condições de exposição da edificação. Decorrido o prazo de cinco anos, entretanto, cabe uma avaliação da necessidade de se executar alguma intervenção, além da lavagem, como a aplicação de uma pintura acrílica. Quando da execução de uma nova pintura acrílica é recomendado que eventuais fissuras surgidas ao longo dos anos sejam previamente tratadas.

No caso de substituição ou reparos em revestimento cerâmico deve haver cuidado em reparar possíveis danos causados às placas cimentícias que servem de substrato. Em qualquer situação de reparos em revestimentos, a membrana hidráulica deve se manter sempre intacta; se houver danos, a membrana deve ser substituída.

Devem ser tomados cuidados quanto à manutenção das instalações de água e esgoto, para que não haja vazamentos constantes sem reparos, pois pode haver deterioração da madeira empregada, com aparecimento de fungos, e danos às chapas de revestimento, como as de gesso para drywall.

Os telhados também devem ser mantidos sempre limpos, bem como o sistema de captação e condução de águas pluviais, sendo que telhas danificadas ou quebradas devem ser prontamente reparadas, para que não haja incidência de água sobre

os produtos de madeira da estrutura, sobre os elementos metálicos de ligação e sobre chapas de revestimento, como as de gesso.



Figura 19: SIDING VINÍLICO.

Fonte: Globalplac.



Figura 20: SIDING DE MADEIRA.

Fonte: Globalplac.



Figura 21: SIDING METÁLICO.

Fonte: Globalplac.



Figura 21: SIDING CIMENTÍCIO.

Fonte: Globalplac.

4.3 VIDA ÚTIL DE PROJETO E PRAZOS DE GARANTIA (NBR 15575-1:2008)

Conforme a NBR 15575-1:2008, a vida útil é uma indicação do tempo de vida ou da durabilidade de um edifício e suas partes. A vida útil de projeto (VUP) é definida no projeto do edifício e de suas partes, como uma aproximação da durabilidade desejada pelo usuário, representando uma expressão de caráter econômico de uma exigência do usuário, contemplando custos iniciais, custos de operação e de manutenção ao longo do tempo. No Brasil, para os edifícios habitacionais, foi adotado, em caráter informativo, o período de 40 anos como vida útil de projeto mínima (VUPmínima) e o período de 60 anos como vida útil de projeto superior (VUPsuperior), sendo que a escolha de um ou outro período cabe aos intervenientes no processo de construção.

Para que a vida útil de projeto seja atingida é necessário o emprego de produtos com qualidade compatível, a adoção de processos e técnicas que possibilitem a obtenção da VUP, o cumprimento, por parte do usuário e do condomínio, dos programas de manutenção e das condições de uso previstas. Os aspectos fundamentais de uso e manutenção do edifício e de suas partes normalmente são informados no manual de uso, operação e manutenção do edifício, ou em manuais de fabricantes, sendo que a NBR 5674:2012 é uma referência para definição e realização de programas de manutenção nos edifícios. Associado à VUP está o prazo de garantia, contado a partir da expedição do "Auto de Conclusão" ou "Habite-se" do edifício. Considerando-se, portanto, os prazos de vida útil mínimo e superior para o edifício habitacional, de 40 e 60 anos, respectivamente, a NBR 15575-1:2013, traz em caráter informativo, os prazos de VUP e de garantia para paredes estruturais e paredes de vedação.

CONCLUSÃO

Destinado para utilização em edificações menores, de até cinco pavimentos, o sistema construtivo *Wood Frame* chama a atenção por se tratar de um sistema leve, estruturado em perfis de madeira de reflorestamento previamente tratada, que permite a utilização em conjunto com diversos materiais, além de permitir rapidez na montagem e, por ser industrializado, proporciona total controle dos gastos já na fase de projeto. O comportamento estrutural do *Wood Frame* é superior ao da alvenaria estrutural em resistência, conforto térmico e acústico, e permite obras secas, reduzindo o desperdício de materiais e com custos de execução mais baixos.

No Brasil, a implementação do sistema do *Wood Frame* ainda sofre resistência do mercado por necessitar de mão de obra especializada, pela baixa oferta de ferramentas específicas, por limitar a altura das edificações (5 pavimentos) e pela falta de conhecimento a respeito desse sistema alternativo. A conscientização da população a respeito das vantagens que sobrepõe os questionamentos acerca das obras estruturais de madeira também é necessária, já que culturalmente o Brasil após o início da industrialização praticamente não construiu mais edificações que não fosse de alvenaria convencional. Neste caso, como solução à demanda crescente de novas obras impulsionadas pela facilidade oferecida pelos programas de habitação do Governo Federal, a opção pelas obras de madeira ganha ainda mais força. Não se trata apenas da construção de casas de madeira, mas sim de casas de alta tecnologia e sustentáveis produzidas com controle de qualidade e todas as vantagens do sistema *Wood Frame* como velocidade, flexibilidade, conforto térmico e acústico, preço e sustentabilidade.

A empresa de engenharia TECVERDE, localizada em Pinhais, região metropolitana de Curitiba, tem agido a favor desse cenário, trabalhando e investindo nas construções utilizando o sistema. Com a transferência da tecnologia subsidiada pelos alemães, inaugurou a 1ª fábrica em 2010. Em 2012 construíram mais de 300 casas e em 2016, construíram o 1º prédio multifamiliar em *Wood Frame*.

Sendo assim, é de fundamental importância a urgente conscientização da necessidade e potencial da utilização deste sistema construtivo alternativo no Brasil para

casas, além da criação de centros de formação de treinamento e especialização de mão de obra para que o sistema se torne mais efetivo no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SINAT Sistema Nacional de Avaliação Técnica. Disponível em:

<http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acessado em: 28 maio 2017.

OSB Sistema Construtivo LP Brasil. Disponível em:

<http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php>. Acessado em: 28 maio 2017.

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **Portal Nacional de Gestão Florestal.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/pngf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

Da Silva, Fernando Benigno. **Wood frame - construções com perfis e chapas de madeira.** Disponível em:

<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/161/sistemas-construtivos-286726-1.aspx>>.

Acessado em: 10 maio 2017.

Siding vinílico para o acabamento de fachadas. Disponível em:

<<http://www.globalplac.com.br/noticias/siding-vinilico-para-o-acabamento-de-fachadas/>>. Acessado dia 09 agosto 2017.

Membranas impermeabilizantes sobre chapas de osb. Disponível em:

<<http://www.terzaghiengenharia.com.br/news/comercial/wood-frame-%C2%AD-construcoes-com-perfis-e-chapas-de-madeira/>>. Acessado dia 10 agosto 2017.

ALLEN, E.; THALLON, R. Fundamentals of Residential Construction. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.

AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION. Details for Conventional Wood Frame Construction. Washington, DC, 2001.

AMERICAN WOOD COUNCIL. Wood Frame Construction Manual for One- and TwoFamily Dwellings. Leesburg, VA, 2015.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 406, de 02 de junho de 2017.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. Dimensionamento de Elementos

Estruturais de Madeira. Barueri: Manole, 2003.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010.

TECVERDE ENGENHARIA LTDA. DATec N° 20: Sistema Construtivo TECVERDE: “Sistema Leve em Madeira”. São Paulo, 2013.

PFEIL, W.; PFEIL, M. Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

Plantação de Eucalypto disponível em: celuloseosolo.com.br. Acessado dia 13 setembro 2017.

Plantação de Pinus disponível em: pensamentoverde.com.br. Acessado dia 13 setembro 2017.