**O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA CONVENCIONAL**

CONCEIÇÃO, Juliano dos Passos¹; OLIVEIRA, Edmar de².

**RESUMO** (O SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME COMO ALTERNATIVA A ALVENARIA CONVENCIONAL) **-** O Brasil detém extensas quantidades de áreas de reflorestamento, sendo assim um país que possui abundância da principal matéria prima para esse sistema construtivo, a madeira. Com a crescente preocupação na adoção de métodos cada vez mais velozes, mas que também possuam a característica de serem mais verdes e sustentáveis, que reduzam o impacto causado não apenas ao meio ambiente, mas também na sociedade e na economia, o Wood Frame surge como uma excelente opção. O presente artigo tem por objetivo fazer um estudo comparativo do sistema construtivo Wood Frame sobre a alvenaria estrutural convencional, desmistificando-o, destacando as características desse sistema, fazendo um breve resumo histórico que levaram ao seu surgimento, uma descrição de suas etapas construtivas, bem como apontar suas principais vantagens, como em seu conforto térmico e acústico, financeiro, tanto na menor geração de resíduos, quanto principalmente em sua rapidez. Além de expor sua viabilidade para uma adoção em maior escala deste método em um país com tanto potencial como o Brasil, e também tem por objetivo conscientizar e quebrar certos preceitos e receios que ainda existem em nossa sociedade, como por exemplo em relação a sua durabilidade e resistência. A metodologia aplicada para a realização deste artigo foi oriunda de pesquisa bibliográfica, disponibilizados em periódicos, livros e artigos de modo a auxiliar com uma melhor fundamentação.

**Palavras-chave:** Wood frame, conforto, viabilidade.

**ABSTRACT** (*THE WOOD FRAME CONSTRUCTION SYSTEM AS ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL MASONRY) -*Brazil has extensive amounts of reforestation areas, thus being a country that has abundance of the main raw material for this construction system, wood. With growing concern about the adoption of ever-faster methods, which also have the characteristic of being greener and sustainable, which reduce the impact not only on the environment but also on society and economy, Wood Frame emerges as an excellent option. The aim of the present

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

¹Discente do Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT. Itapeva – SP – Brasil. Email: julianopassos\_@hotmail.com

²Docente do Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT. Itapeva – SP – Brasil. Email: eoliveira@fait.edu.br

article is to make a comparative study of the Wood Frame construction system over conventional structural masonry, demystifying it, highlighting the characteristics of this system, making a brief historical summary that led to its appearance, a description of its constructive stages, and such as its thermal and acoustic, financial comfort, both in the smallest generation of waste, and especially in its speed. In addition to exposing its feasibility for a larger scale adoption of this method in a country with as much potential as Brazil, it also aims to raise awareness and break certain precepts and fears that still exist in our society, such as for its durability and resistance. The methodology applied for the accomplishment of this article came from bibliographical research, made available in periodicals, books and articles in order to help with a better foundation.

**Keywords:** Wood frame, comfort, viability.

**1. INTRODUÇÃO**

Desde os tempos antigos, a madeira é um material muito utilizado para a construção civil. Segundo Meirelles (2007, p. 6), surgiu na China através de desenhos um dos primeiros relatos de técnicas construtivas utilizadas, datadas a mais de 1000 anos. Suas técnicas utilizavam a madeira como pilares e vigas de sustentação sendo ligadas por encaixe, mostrando uma precisão geométrica impressionante. Logo após os japoneses aperfeiçoaram as técnicas desenvolvidas pelos chineses, assim foram historicamente conhecidos pelo exímio trabalho com essa matéria prima. As técnicas foram sendo desenvolvidas e adaptadas até chegar a Europa e por fim nas Américas. Durante a Revolução Industrial, por volta de 1850, foi quando a técnica com estruturas de madeira foi aprimorada, assim parafusos e pregos foram desenvolvidos para as estruturas com a função de conectores, substituindo o método de encaixe. No Brasil, infelizmente a falsa crença da inferioridade da madeira sobre os outros métodos construtivos foi instaurada, sendo fácil encontrar até nos dias de hoje uma visão equivocada a respeito.

O Brasil é um país de proporções continentais com vastas áreas de plantio, seu potencial para com o Wood Frame é imenso, além de que a utilização de sistemas que não gerem resíduos que tragam prejuízo ao meio ambiente é uma preocupação a nível mundial atualmente e que não devem de forma alguma serem desprezadas. Desta forma, as barreiras culturais herdadas precisam ser derrubadas para uma convivência mais harmoniosa com o planeta.

O presente trabalho tem por objetivo fazer um estudo comparativo do sistema construtivo Wood Frame sobre a alvenaria estrutural convencional, destacando as vantagens desse sistema, como seu conforto térmico e acústico, financeiro, na menor geração de resíduos e em sua rapidez. Expor sua viabilidade e também conscientizar.

**2. METODOLOGIA**

A presente pesquisa foi realizada com materiais coletados oriundos de pesquisas bibliográficas, com a visão e opinião de diversos autores a fim de construir uma melhor fundamentação teórica. As informações obtidas disponibilizadas na rede por intermédio de periódicos, livros e artigos realizados.

**3. DESENVOLVIMENTO**

**3.1 A utilização da madeira na construção civil**

Segundo Pfeil (2003, p. 1), o material construtivo mais antigo é muito provavelmente a madeira, por conta de seu fácil manuseio e de sua disponibilidade na natureza. Exibindo características favoráveis como excelente relação resistência/peso, um bom isolamento térmico e sua grande maleabilidade na fabricação de diversos produtos industrializados. Em compensação, por ser um material natural está passível de apresentar diversas deformidades de crescimento tais como nós, além de estar propensa à ação do fogo e degradação biológica por decorrência de fungos e insetos. Porém estes malefícios podem ser ultrapassados com o tratamento corretamente aplicado na madeira, fornecendo maior durabilidade e uma estética agradável.

**4. PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA**

**4.1 Densidade**

Duas definições de densidade para estruturas de madeira são expostas na norma brasileira 7190/1997. Primeiramente temos a Densidade Básica da madeira que se caracteriza pelo quociente da massa seca pelo volume saturado.

Segundamente, a Densidade Aparente utilizada em cálculos estruturais e também na classificação da madeira, tendo umidade padrão de referência adotado de 12%.

**4.2 Umidade**

O grau de umidade da madeira é um fator de extrema importância no que diz respeito as propriedades da madeira. Países como o Brasil e EUA adotaram o valor de 12% como referência para a umidade, a norma que o regulariza é a NBR 7190/1997.

**4.3 Anisotropia**

A madeira é um material anisotrópico, ou seja, consequente da orientação de suas células ela possui diferenças de propriedades mecânicas na disposição de suas fibras.

**4.4 Deterioração da madeira**

Diversas são as maneiras de deterioração da madeira, dentre elas as que mais se destacam são por ataque biológico, oriundos de fungos e cupins por exemplo, e pela ação do fogo.

De acordo com Pfeil (2003, p. 4) a vulnerabilidade da madeira está atrelada a condições ambientais, definidas pelo contato com o solo e as águas, seja doce ou salgada, e também pelo ciclo de reumidificação, pela espécie da madeira e da camada do tronco de onde foi removida.

Pela madeira se tratar de um material que também é usado como combustível, ela é constantemente vista como um material com baixa resistência ao fogo, porém isso é um equívoco. Contrariando as expectativas, segundo Pfeil (2003, p. 6) quando projetadas e confeccionadas adequadamente, as estruturas robustas de madeira revelam ótima resistência relacionada ao fogo, uma das razões é sua baixa condutividade térmica, ocasionando assim lenta oxidação, guardando um núcleo de material íntegro, assim preservando por um longo período de tempo suas propriedades mecânicas. No caso de peças esbeltas de madeira, se faz necessária a proteção por intermédio de tratamento químico, garantindo mais resistência as ações do fogo como também de agentes biológicos.

**4.5 Versatilidade**

A madeira é um material muito interessante, podendo ser usada tanto dentro da construção civil em estruturas como vigas, pilares, telhados, pisos, formas, como também na parte arquitetônica e de decoração, que por ser um material que transmite neutralidade ao ambiente, é facilmente compatível as mais diversas condições, se adaptando as diferentes composições de cores e texturas, como também podemos notar sua aplicação fora da área da construção civil, como por exemplo em instrumentos musicais, móveis, brinquedos, calçados, embarcações, etc.

**4.6 Método construtivo sustentável**

A madeira é tida como um produto sustentável em razão de seu caráter renovável, tendo diversas opções de aplicabilidade, dessa forma assegurando uma edificação mais consciente. Entretanto, muitas vezes não se tem conhecimento de que ela possui tanta eficácia quanto qualquer material construtivo que fazem demasiado uso de produtos não renováveis, resultando em grandes desperdícios no canteiro de obra e consequentemente para o planeta.

Na afirmação de Goi (2014), o Wood Frame se enquadra nos métodos construtivos em que os desperdícios são evitados, afinal não são necessárias as quebras das paredes ao passar as tubulações e já que as próprias paredes são estruturais, também se faz dispensável a utilização de fôrmas para vigas e pilares.

**5. SISTEMA CONSTRUTIVO WOOD FRAME**

A adoção desse sistema construtivo é frequente em países desenvolvidos, tais como Estados Unidos e Canadá, isso ocorre em função da sua velocidade de execução, rentabilidade, na economia de energia gerada e no elevado grau de industrialização. Essa prática ainda é pouco disseminada no Brasil, que vem tentando conquistar seu território na construção civil a anos (SACCO e STAMATO, 2008, p. 75). Além desses fatores, outro ponto que propiciou a grande adoção deste método construtivo na América do Norte foram as vastas florestas existentes, que por sua vez forneciam a matéria-prima necessária. Segundo Cardoso (2015, p. 32), o estilo do norte europeu conhecido por utilizar pesados elementos de madeira, nomeado heavy timber frame, serviu de modelo para as primeiras casas confeccionadas nesse sistema.

Por se tratar de um sistema industrializado, o planejamento de sua execução se dá desde o início, com o objetivo de maximizar sua produtividade e minimizar a geração de resíduos, assim consequentemente menos lixo é concebido no canteiro. Infelizmente o sistema ainda é pouco utilizado no Brasil, devido a cultura do concreto e ao desconhecimento popular. O Brasil ainda aplica métodos construtivos arcaicos, mesmo com os imensos avanços tecnológicos conquistados nos derradeiros anos pela construção civil, como por exemplo quanto ao desempenho, novos materiais e conforto (MOLINA; CALIL, 2010, p. 144).

Como Molina; Calil Junior (2010, p. 144) afirma o “wood frame para casas consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada.” Além do sistema propiciar conforto aos residentes, a construção na madeira é tanto contemporânea, tradicional, como também futurista, sendo suas variabilidades arquitetônicas ilimitadas conforme o autor.

Alves (2015, p. 4) afirma que o país da América Latina que mais aplica o sistema é o Chile, cerca de 35% das residências. Na Ásia é um método muito utilizado nas edificações, segundo Velloso (2010, p. 63) a APA – The Engineered Wood Association realizou uma pesquisa de quatro anos em cooperação com os governos americano, japonês e canadense, além de outras universidades. Essa pesquisa realizada em laboratório na cidade japonesa de Miki City, se tratava da construção de uma edificação em escala real constituída por sete pavimentos em cima de uma superfície que simulava grandes abalos sísmicos com magnitude de 7.5 na escala Richter. Como resultado, o experimento foi bem-sucedido evidenciando assim a eficiência do sistema Light Wood Frame, referente a sua segurança e resistência.

O primeiro edifício com três pavimentos em Wood Frame do Brasil foi produzido na cidade de Araucária no Paraná pela empresa TecVerde em parceria com a CRM Construtora de acordo com a TecVerde (2016). O período de montagem do edifício foi concluído em 64 horas com jornadas de trabalho diárias de 8 horas. O edifício possui doze apartamentos partilhados nesses três pavimentos, o objetivo da empresa com esse experimento é a de integrar a tecnologia empregada como uma forma de resolver a crise por habitação. Também de acordo com a empresa com essa tecnologia é possível a construção de residências com 45 m², utilizando uma equipe de cinco pessoas, em somente 2 horas. Além disso, um dos fatores ocasionados pela construção civil mais desfavoráveis ao meio ambiente como a emissão de resíduos, chega a ser 85% menor, proporcionando também uma diminuição de 90% no consumo de água no canteiro de obras com a adoção de tecnologias sustentáveis.

**5.1 História do wood frame**

De acordo com Calil Junior e Molina (2010, p. 144) o Wood Frame se trata de um método industrializado e durável, cuja estrutura é realizada em perfis de madeira tratada e originadas de reflorestamento para a formação de painéis de pisos, telhados e paredes que podem ser conciliados com outros materiais, com o objetivo de maximizar o conforto, sejam eles térmicos e acústicos, como também garantir a proteção da edificação ao fogo e as intempéries através de revestimentos. Além disso, nos EUA essa técnica é adotada em 95% das casas edificadas.

A madeira é um material que foi constantemente adotada na construção de edifícios ao longo da história, cuja construção mais antiga que se tem conhecimento é o templo budista japonês chamado Horyu-ji, datando mais de 1300 anos de idade.

A adaptação da utilização de peças curtas ao invés de longas se deu em dois momentos, no início do século XV na Europa com o método enxaimel, também conhecido como timber framing e na revolução industrial com a evolução dos sistemas nervurados, conforme Velloso (2010, p 54). Esse método consiste na execução estrutural de barrotes e caibros de madeira geralmente interligados por meio de cunhas, espigões e entalhes, dessa forma, o espaçamento entre os elementos de madeira eram ocupados com tijolos de barro, saibro ou pedras. É possível encontrar construções com esse método construtivo no Brasil, como em Santa Catarina por exemplo, nas regiões que tiveram fortes traços da colonização alemã.

Segundo Allen e Thallon (2011, p.5), o sistema Wood Frame se originou com a imigração europeia à América, portanto as primeiras edificações eram executadas no método conhecido como *heavy timber*, estilo do norte da Europeu em que madeiras pesadas e robustas eram utilizadas como estrutura.

O termo Wood Frame é originário da língua inglesa que significa estrutura de madeira e de acordo com Rodrigues (2006, p. 12) teve como ponto de partida o período entre 1810, início da conquista do território estadunidense, e 1860, com as migrações pela costa do Oceano Pacífico. Esses anos foram marcados por uma grande alta na população americana, e para solucionar a crescente demanda por habitações, recorreu-se a utilização dos materiais disponíveis no local (madeiras oriundas das vastas florestas), usufruindo dos conceitos de velocidade, praticidade e produtividade originados na Revolução Industrial.

A Revolução Industrial acelerou o processo, segundo Alves (2015, p. 4) por volta de 1850, iniciaram a produção de conectores como pregos e parafusos metálicos passando a substituir o método de encaixe. Foi possível o favorecimento da madeira através do surgimento de novos meios de produção que garantiram formatos padronizados e com seções menores. Além de que a facilidade de montagem e a redução de custos foram disponíveis em virtude da inserção de técnicas industrializadas.

Com a evolução do método, outro sistema construtivo foi desenvolvido, o método Balloon Framing segundo Morikawa (2006, p. 11) suas características são seus perfis com seções mais reduzidas e longas que utiliza pregos de forma a substituir os encaixes. Os montantes (elementos verticais) são de forma contínua, originam na viga de base, percorre o piso e com o término na viga superior dos caibros.

**5.2 Características do wood frame**

O sistema construtivo Wood Frame é constituído por placas estruturais e perfis de madeira que combinados formam painéis estruturais apropriados para suportar cargas verticais como os pavimentos e telhados, de corte e perpendiculares exercidas pelos ventos, assim transferindo esses esforços à fundação.

Conforme Calil e Molina (2010, p. 147), a fundação é a única exceção para os elementos moldados no local da construção para a maioria das casas industrializadas confeccionadas com esse método. A simplificação no manejo dos elementos estruturais como perfis de madeira, placas cimentícias e chapas de OSB que requerem a aplicação esforços menores dos operários, em conjunto ao desempenho de uma obra limpa e seca, estão intrinsicamente atrelados ao ganho de produtividade.

**6. PROCESSO CONSTRUTIVO WOOD FRAME**

**6.1 Fundação**

Semelhante as construções em alvenaria convencional, a escolha da fundação deve-se levar em consideração as características do solo do local. Como o Wood Frame é considerado um método construtivo leve se comparado a alvenaria convencional, o radier se torna uma opção viável já que a estrutura não estará exercendo tanto esforço a fundação.

A fundação radier é indicada para terrenos pouco acidentados ou planos, com superfícies mais uniformes para uma melhor transmissão dos esforços ao solo, tendo também a utilidade de piso ao pavimento térreo, reconhecida por sua execução rápida e econômica. Possui de 12 a 15cm de espessura, sendo necessária uma camada compactada de saibro antes de seu assentamento e também de armadura superior e inferior. (TECVERDE, 2016, p. 20)

Outra fundação indicada é a sapata corrida que se firma diretamente sobre o terreno, recebendo as cargas dos painéis ou paredes e as transmitindo ao solo, dessa maneira sua base é alargada para que ocorra uma melhor transmissão dos esforços. Segundo Torres (2010, p. 62) essa fundação é dependente do tipo de terreno e da estrutura, sendo apropriada para sistemas que dispensem vigas e pilares, utilizando paredes resistentes, dessa maneira são executadas acompanhando essas paredes. Levando em conta que o peso de uma estrutura em madeira é menor em relação ao peso de uma estrutura em concreto armado, possibilita que suas dimensões sejam minoradas. Com o intuito de proteger a madeira da umidade que vem do solo, após o processo de cura da sapata é essencial a construção de uma pequena parede em alvenaria ou elevar os pilares de madeira com a utilização de distanciadores.

**6.2 Ancoragem**

A fixação dos painéis por meio da execução da ancoragem tem por objetivo evitar que a estrutura se mova em consequência das ações dos ventos, seja por tombamento ou translação. As ancoragens podem diversificar de acordo com o clima do local, tipo de fundação utilizada, se tem ocorrência de abalos sísmicos, e das cargas presentes na estrutura. (CRASTO; FREITAS, apud SHARFF, 1996, p. 34).

**6.3 Estrutura dos painéis**

De acordo com Sacco e Stamato (2008, p. 76) o método é formado essencialmente por paredes estruturais ou portantes tal que sua função é a de servir como suporte ao piso/plataforma, atuando da seguinte forma, o piso impede com que os apoios se movam travando-os, dessa maneira o contraventamento horizontal da estrutura é feito. Consequentemente novos painéis estruturais são erguidos sobre o piso, assim chegando até o telhado, deste modo e sem muitas alterações no método é possível a execução de obras com até quatro pavimentos.

Os quadros estruturais são formados segundo a diretriz nº 005 da SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (2011, p. 2) por montantes, ou seja, componentes de madeira maciça serrada, bloqueadores, travessas, que são tratadas quimicamente perante pressão. Segundo Sacco e Stamato (2008, p. 76) a constituição dos painéis se dá por montantes verticais cuja seção é 2” x 4” organizados de maneira que assumam uma seção de 38 mm x 90mm. A disposição desses montantes se dá de forma que o espaçamento seja de 40 cm ou 60 cm. Além disso, o contraventamento é composto por peças de madeira (horizontais ou diagonais) ou com chapas de madeira, sejam elas OSB (Oriented Strand Board) ou compensadas, tratadas com produtos químicos.

Os painéis OSB são mais recentes no Brasil, diferentemente de países do exterior como os EUA por exemplo, onde são largamente adotados, por esse motivo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) não versa especificamente sobre esse material, mas sim, especifica normas com as características a serem adotadas em MDF, chapas de compensado e madeiras aglomeradas, dessa forma os painéis OSB são certificados em conformidade com as normas americanas.

No que diz respeito as ligações, segunda Sacco e Stamato (2008, p. 76), elas são pregadas. Ainda que possa parecer um tanto que arcaico a utilização de pregos, quando empregado de maneira não perpendicular à superfície aumenta a resistência ao arrancamento da ligação, portanto é um excelente sistema de fixação. Os tipos de pregos que são aplicados no wood frame são ardox ou anelado, devendo ser galvanizados a fogo, pois é necessário que tenham uma vida útil longa. Ambos os tipos resistem bem ao arrancamento, principalmente no caso do pinus.

**6.4 Estrutura da cobertura**

A incumbência de uma estrutura de cobertura é a de suportar seu próprio peso, o peso das telhas e também das cargas vindas da chuva e do vento. Não existe nenhuma restrição a respeito de qual tipo de telhado adotar, de acordo com a Tecverde (2016, p. 25) a cobertura poderá ser executada de forma tradicional, com painéis e também com treliças de madeira industrializadas, com todas essas opções, um leque de possibilidades de telhados se tornam disponíveis, podendo utilizar lajes impermeabilizadas com cobertura verde, telhados embutidos ou aparentes.

Segundo Velloso (2010, p. 77), a maioria das construções utilizando o método Wood Frame adota treliças pré-fabricadas, com isso permite atender vãos maiores, além de reduzir custos, geralmente adotam peças de madeira com espessura de 40 mm com seção de 90 mm, pois se aproximam mais da seção de 2“ x 4” norte-americana. Todos esses elementos são conectados por meio de chapas-prego, que são conectores metálicos comumente conhecidos por gang nail.

Quando a cobertura tem um projeto com grande complexidade, com várias inclinações e muitas águas, os caibros também podem compor a estrutura do telhado, instalados com espaçamentos de 40 e 60 cm, variando conforme o vão e seção transversal.

**6.5 Telhado**

Em lugares como os EUA, Canadá e Europa, o tipo de telha mais utilizado nos métodos construtivos a seco como o Wood Frame é o shingle, que devido a sua grande durabilidade, estética e versatilidade, afinal permite ser instalada com variação de 15 a 90° de inclinação, o telhado shingle vem adquirindo mais espaço no Brasil. Se comparado as telhas cerâmicas, o shingle possui uma leveza 4 vezes maior, portanto necessitando de menos madeiramento para o suporte, além de resistir a ventos de 100 a 175 km/h, segundo Casa e Construção (2015).

De acordo com Sacco e Stamato (2008, p. 78) as telhas shingle requerem um deck de OSB com a função de contraventamento vertical, assim servindo de base sobre as treliças, é necessário a aplicação da lã mineral sobre o forro para garantia da isolação térmica. Diferentemente de como ocorre com as telhas de concreto ou cerâmicas que sobre as treliças se utiliza a manta de subcobertura antes das ripas, de forma a garantir a estanqueidade, a lã é opcional. Independente de qual seja a escolha é recomenda-se um forro bem ventilado, na cumeeira para saída de ar quente, quanto nos beirais para a entrada de ar frio.

**6.6 Instalações elétricas e hidrossanitárias**

As diferenças entre as instalações de uma construção em frame e em alvenaria convencional é inexistente, podendo utilizar os mesmos materiais para ambas. A sua principal diferença está na velocidade e praticidade segundo Calil e Molina (2010, p. 151), devido a desnecessidade de quebra de parede no caso do wood frame para reparações eventuais se comparado a alvenaria convencional, além de possibilitar que as fiações e encanamentos sejam embutidos nos vazios internos entre os montantes estruturais. No caso das instalações hidráulicas, podem ser utilizados os tubos comuns de PVC ou tubos PEX, se caracterizando por um sistema flexível que possui grande resistência à temperatura e pressão, e devido ao maior diâmetro das tubulações de esgoto, não é possível embuti-lo nas paredes, portanto se faz indispensável a utilização de shafts, que são espaços verticais feitos para facilitar o acesso no caso de manutenções ou inspeção.

**6.7 Revestimentos e impermeabilização**

Tanto no interior quanto no exterior da residência, podem ser aplicados os revestimentos, a título de exemplo, nas paredes externas podem ser utilizados sidings de PVC, madeira e aço, como também caso o objetivo seja dar um acabamento similar a alvenaria, pode utilizar placas cimentícias.

Para a impermeabilização da estrutura é utilizada a membrana hidrófuga que segundo Calil e Molina (2010, p. 152) tem a função de proteger a estrutura das intempéries, impedindo a infiltração de umidade, além de também proporcionar uma maior eficiência do isolante térmico. Placas cimentícias com selador acrílico antifungo e pintura de resina acrílica pura são utilizadas em áreas molhadas como cozinha e banheiro, ou pode-se utilizar placas de gesso acartonado com revestimento de azulejo.

Segundo a LP Bulding (2014, p. 22) após o “envelopamento” com a membrana, de forma a evitar a ocorrência de vazamento nas aberturas de portas e janelas, é necessário com o amparo de um estilete, fazer um corte em X de um vértice a outro. Quatro abas tomarão forma, assim deve-se dobrá-las para o interior da edificação, caso tenha utilizado placas OSB no interior como reforço, a dobra dessas abas deve ser realizada de modo que sobreponha o OSB. Essas abas são fixadas internamente por intermédio de parafusos ou grampos, respeitando um espaçamento de 15 cm. É recomendado aplicar uma fita adesiva asfáltica impermeável nas aberturas de esquadrias, de tal modo que fique tanto no lado externo quanto interno da parede uma aba de no mínimo 5 cm, de maneira uniforme e evitando emendas, para que garanta uma vedação completa.

**6.8 Isolamento termoacústico**

A madeira, por si só, é um material com excelentes propriedades termoacústicas, e para maximizar essa característica, outros materiais são utilizados na estrutura das paredes desse sistema. De acordo com Calil e Molina (2010, p. 152) o material utilizado para favorecer o desempenho térmico e acústico da construção em wood frame é a lã de vidro, cuja aplicação ocorre no interior dos painéis.

**7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A construção civil brasileira tem costumeiramente adotado como principal método construtivo a alvenaria convencional. Com o tema da sustentabilidade cada vez mais em pauta atualmente, a sociedade vem buscando a minimização dos impactos ambientais causados, dessa forma outras técnicas estão finalmente se evidenciando com esse objetivo. A madeira apresenta ótimo desempenho térmico e acústico, é renovável, durante seu desenvolvimento, as árvores absorvem o gás carbônico da atmosfera pra realizar fotossíntese, apresenta uma relação de resistência/peso excelente, essas e outras características tornam esse material verdadeiramente singular.

Infelizmente, embora o método Light Wood Frame seja viável e produza bem menos resíduo, ainda se tem uma crença popular de que a matéria prima, madeira, possua pouca resistência, portanto seja inferior para estruturas, gerando assim um certo receio e consequentemente provocando um tardamento para sua adoção em larga escala.

Porém estamos em um momento onde a necessidade da utilização desses métodos mais sustentáveis é essencial. As pessoas optam pela alvenaria convencional muitas vezes por não terem um outro referencial, por um certo comodismo, sendo assim as barreiras do senso comum e culturais precisam ser superadas urgentemente, mas para que isso ocorra é necessário alterar essa percepção que muitos têm a respeito, por meio de construções de obras utilizando desse sistema que chamem a atenção positivamente para ele, como por exemplo, espaços sociais ou casas de médio e alto padrão, mostrar que existem uma variedade de formas, técnicas e materiais para se construir.

**8. REFERÊNCIAS**

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

ALVES, Letícia Pereira. ***Comparativo do Custo Benefício entre o Sistema Construtivo em Alvenaria e os Sistemas Steel Frame e Wood Frame***. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, 10.ed., v.1, dez., 2015. Disponível em : <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=letícia-pereira-alvez-140161113.pdf>>. Acesso em 03 out. 2018.

CASA E CONSTRUÇÃO. **Telhas Shingle: O que é, vantagens, modelos e preço**. 2015. Disponível em: <https://casaeconstrucao.org/materiais/telhas-shingle/>. Acesso em: 16 abril 2019.

CRASTO, Renata C. M. de; FREITAS, Arlene M. S. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2006.

GOI, Fernanda Dias, **WOOD FRAME: construção sustentável**. Dicas de Arquitetura, 31 jul. 2014. Disponível em: <http://dicasdearquitetura.com.br/wood-frame-construcao-sustentavel>. Acesso em: 01 abril 2019.

LP BUILDING PRODUCTS. CONSTRUÇÃO CES – 2014. Disponível em: < https://www.lpbrasil.com.br/solucoes/construcao-ces/>. Acesso em: 27 nov 2018.

MEIRELLES, Célia Regina M. **Considerações sobre o uso da madeira do Brasil em Construções Habitacionais**. III Fórum de Pesquisa FAU, Mackenzie, 2007

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em “wood frame” para casas de madeira**. v. 31, n. 2. Londrina-PR, 2010

MORIKAWA, Devanir Cabral Lima. **MÉTODOS CONSTRUTIVOS PARA EDIFICAÇÕES UTILIZANDO COMPONENTES DERIVADOS DA MADEIRA DE REFLORESTAMENTO.** Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2006.

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

ROCHA, Felipe N. A. et al. ***Análise de viabilidade técnica do sistema wood frame na construção de unidades unifamiliares no Brasil****.* 2016. 5f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2016.

RODRIGUES, Francisco Carlos. *Steel Framing*; Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 127f. (Série Manual de Construção em Aço).

SACCO, Marcelo F.; STAMATO, Guilherme C. **Light wood frame – construções com estrutura leve de madeira**, Nov 2008. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/140/artigo287602-3.aspx> Acesso em: 13 nov 2018.

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

**A Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP é uma publicação semestral da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP, mantida pela Sociedade Cultural e Educacional do Interior Paulista.**

**Avenida Antonieta Altenfelder, nº 65, Distrito Industrial, Marília – SP, CEP 17.512-130**

**www.faip.edu.br /** **http://faip.revista.inf.br/ / (14) 3408-2200– eoliveira@fait.edu.br**

### TecVerde Construções Eficientes – 2016 – [Tecverde apresenta 1º prédio construído em tecnologia sustentável industrializada do Brasil](http://www.tecverde.com.br/2016/08/26/tecverde-apresenta-1o-predio-construido-em-tecnologia-sustentavel-industrializada-do-brasil/). Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/2016/08/26/tecverde-apresenta-1o-predio-construido-em-tecnologia-sustentavel-industrializada-do-brasil/>>. Acesso em: 10 nov 2018.

TECVERDE, Engenharia. **Panorama do Sistema Construtivo Tecverde.** Curitiba: 2016. Disponível em: <http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/02/Panorama-do-Sistema-Construtivo-Tecverde.pdf>. Acesso em: 18 nov 2018.

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