AVALIAÇÃO DE CUSTOS DE MODELOS HABITACIONAIS EM MADEIRA NO BRASIL

EVALUATION OF COST HOUSING MODELS IN WOOD IN BRAZIL

Adão Marques Batista[1], Rosa de L. C. Escobar[2], Ingrid Helena Pereira[3]

Abstract *— In this study were evaluated as sponsor, disadvantages and costs of different housing systems with wood in Brazil. A wood as a renewable material offers good thermal comfort and can provide the environment and good architectural aesthetic elegance rarely found in other materials. Is an easy-to-purchase material mostly country. However, there is very caught as many builders and residents still consider the product as second-rate, or low default, is not true. Were evaluated, houses of logs, hardwood, softwood and hardwood frame. The results showed the Wood Frame system is the most economical in Brazil. The costs have shown it is possible to construct with low cost, with good quality and beauty with wood.*

Index Terms — Wood, Timber, Structure, typology, Cost, wood frame

INTRODUÇÃO

Há diversos sistemas construtivos de madeira, como a casa de toras, por exemplo, que consiste num sistema ancestral da construção onde se erguia-se várias paredes que não necessitavam de acabamentos ou isolamentos, pois a madeira é um produto completo que inclui estas características sendo possível utilizá-la no nosso clima porque oferece igual resistência ao calor ou ao frio.

Com o tempo procurando-se atingir excelência na construção de edificações maiores, surge o sistema de madeira serrada ou maciça, potencializando as características resistentes da madeira, utilizando-se as peças trabalhando na direção paralela as fibras, permitindo abertura de vão maiores e edifícios até seis andares. Este sistema prevalece ate o séc. XIX onde atinge seu apogeu, sendo então substituído pelas estruturas em concreto armado.

A partir desse momento surge no séc. XIX um novo sistema o segmento das estruturas em madeira leve que já utiliza um grande número de elementos de largura reduzida, pois a carga é distribuída e alternada através de muitos elementos, possuem peças usualmente certificadas e normalizadas, o que permite obter uma construção mais econômica. Já as ligações dessas estruturas são feitas com pregos e cavilhas. Às vezes as construções são mais arrojadas e utilizam outros materiais que não estão ao alcance de todos os orçamentos, é nessa hora que as casas com estruturas pré-fabricada ganham terreno, uma vez que permite a realização de projetos em larga escala com design moderno e novas soluções arquitetônicas, ao alcance de um maior número de pessoas.

Nos últimos dez anos as casas pré-fabricadas ganharam novos materiais e novas tecnologias, no Brasil, está sendo implantado o Wood Frame que consiste num sistema construtivo industrializado, durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais com a finalidade de aumentar os confortos térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e contra o fogo. Nos EUA a tecnologia Wood frame é utilizada em 95% das casas construídas [1] .

O sistema Wood frame permite a construção de casas de até cinco pavimentos com total controle dos gastos já na fase de projeto devido à possibilidade de industrialização do sistema, porém, o custo de produção de uma casa em Wood frame é superior ao da alvenaria tendo em vista o tipo de mão de obra e materiais utilizados.

Embora a madeira esteja entre os materiais de construção mais antigos e atuais em todo o mundo, e do fato de oferecer um melhor isolamento que a pedra, cimento ou tijolo, a utilização desse material como elemento estrutural no Brasil ainda é cercada de muito desconhecimento. Na arquitetura foi rebaixada à estrutura, e em casas, como revestimento [2].

Historicamente, o tijolo foi um produto de substituição, utilizado primeiramente onde havia escassez de madeira e pedra natural, as civilizações buscaram um material que unisse e dando coesão às pedras. Inicialmente usaram a argamassa de barro e posteriormente, uma argamassa mais resistente e durável, a argamassa de cal.

Identificar o sistema adequado para a construção de uma residência conhecendo-se a topografia, o projeto de arquitetura, o tipo de solo entre outros fatores são elementos importantes a serem analisados que podem usar sistemas convencionais ou em madeira.

O sistema de alvenaria convencional e concreto armado é o método construtivo mais adotado no Brasil para

[1] Adão Marques Batista , Coordenador do Curso de Tecnologia de Controle de Obras e pesquisador da Faculdade de Tecnologia Victor Civita – Fatec Tatuapé, São Paulo, Brasil, adaomarques@uol.com.br
[2] Rosa de L. C. Escobar, Graduada em Tecnologia de Construção de Edifícios da Fatec Tatuapé, São Paulo-SP, Brasil
[3] Ingrid Helena Pereira, Graduada em Tecnologia em Construção de Edifícios da Fatec Tatuapé, São Paulo, Brasil ihp_@hotmail.com

DOI 10.14684/ICECE.9.2015.165-169
© 2015 COPEC

obras residenciais. Funciona como um "esqueleto" formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas. As paredes servem apenas como fechamento e separação de ambientes. Um ponto de destaque nesse sistema é que não há restrição quanto às dimensões do projeto, o que permite maior liberdade criativa, não há limites para futuras reformas, e podem ser especificadas esquadrias fora do tamanho padrão. Entretanto, apresenta como ponto fraco o tempo de execução geralmente maior e se comparação com o sistema de alvenaria estrutural [3].

CUSTOS E CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Para fazer uma análise, e definir a viabilidade das construções é necessário antes entender que, existem diversos fatores que podem influenciar e modificar o orçamento de uma obra. A partir da escolha do método construtivo, advém um orçamento básico de materiais e serviços que serve de orientação para o construtor gerenciar a obra requerida. Os elementos mais importantes e que se destacam no custo estão elencados na figura 1.

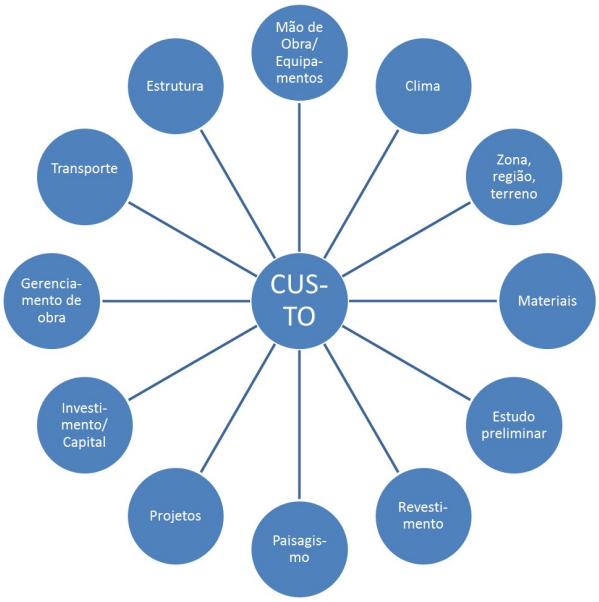

FIGURA 1
ESTRUTURA GERAL DO CUSTO DE UMA OBRA

Portanto os projetos podem se destacar devido ao fato de variarem, conforme as dimensões do terreno ou o número de cômodos além de ser utilizada uma quantidade maior ou menor de insumos independente do material empregado. Assim quanto maior a preparação, planejamento e a concepção, mais necessário é ter um profissional especializado para essa análise qualitativa e quantitativa do sistema a ser empregado.

Consequentemente, quanto maior a complexidade do projeto, maior o envolvimento de diferentes materiais em quantidade maior. Dependendo da situação, quando não é feito uma análise adequada, o prejuízo pode ser inevitável.

MADEIRA BRUTA EM TRONCOS

A madeira bruta, geralmente, fica disposta em troncos é na horizontal como visto na figura 2 para se ter melhor estabilidade estrutural. Todavia encontra-se a disposição vertical dos mesmos como uma opção correta.

FIGURA 2
VISTA DA FACHADA DE UMA CASA EM TRONCOS [5]

Este método se diferencia pois quanto menor o tratamento na madeira mais se destaca as características da madeira bruta o que propiciou em épocas passadas este sistema a um papel secundário. Hoje em dia com o desenvolvimento tecnológico esse modelo encontra-se valorizado o aspecto rústico e artesanal se destaca bem. e dispensa qualquer tipo de revestimento ou acabamento [4].

O sistema em madeira bruta é basicamente é montado sobre vigas baldrames, sapata corrida, radier ou sapatas isoladas.

As principais características que se destacam e que podem ser levadas em conta na escolha do sistema construtivo em madeira bruta [4] são os quesitos como a funcionabilidade. estanqueidade, durabilidade, segurança, baixa tecnologia aplicada, substituição simples, não requer acabamentos extras. Por outro lado apresenta a desvantagens de a especificação de elementos extras para cozinhas e banheiros que geralmente tem umidade, peças geralmente tem elevado peso.

O custo, em geral, gira segundo fabricantes especializados, levando-se em conta paredes, portas, janelas, estrutura do telhado, equipamento sanitário, transporte, fundações, montagem, redes de eletricidade, águas, esgotos e louças sanitárias estão inclusos no valor base médio de 600 € (seiscentos Euros por m^2).

MADEIRA SERRADA

O sistema de madeira serrada permite aberturas maiores e edifícios até seis andares [4] e separa a estrutura do revestimento facilitando a desmontagem do sistema, dando novas perspectivas à potencializando da crescente industrialização, instrumentalização e a introdução do sistema de pré-fabricação(figura 3).

FIGURA 3
VISTA DA FACHADA UMA CASA EM MADEIRA SERRADA [5]

Em geral se constituem pórticos e vigas, como no concreto armado [4], formando um conjunto auto portante. Nesse caso, vigas e pilares têm grandes dimensões, permitindo obter vãos com significados vãos e seções que geralmente são aparentes. Para a devida rigidez dos quadros, são usadas diagonais que funcionam como escoras na direção em que estão dispostos.

A versatilidade deste sistema, em relação a acabamentos e revestimentos impulsionou o desenvolvimento de soluções baseadas em derivados da madeira e vice-versa. Porem o desenvolvimento do mesmo se tornou facultativo, pois houve o surgimento dos programas assistido por computador, que permitem a definição da super estrutura antes mesmo da execução e montagem na obra [4]. Em geral, as paredes são auto portantes, formando placas com as esquadrias de portas e janelas. O revestimento e as instalações são elaborados após a montagem.

A grande vantagem desse sistema é a facilidade de manuseio, leveza e rapidez de instalação e limpeza, uma vez que não requer água.

Em geral no mercado brasileiro o custo desse sistema tem valor médio de 980 € (Novicentos Euros por m^2)

MADEIRA LEVE

O sistema das casas com estrutura em madeira leve, é mais recente, e surgiu no séc. XIX, na América do Norte como consequência direta da existência e disponibilidade de produtos industriais (madeira serrada e pregos) e a necessidade de um sistema de construção rápido que respondesse à carência de habitações da colonização do Oeste dos Estados Unidos da América. Nesse caso, a modulação e a pré-fabricação são bastante utilizados nos mínimos detalhes, principalmente em paredes e coberturas. A madeira mais utilizada é o Pinos ou Eucalipto. Nesse caso, utiliza-se peças bem simples com o objetivo reduzir o tempo de execução da obra, tornando-a mais econômica, e a adoção de uniões mais simples, recorrendo quase somente a pregos e cavilhas, exclui a necessidade de utilização de mão de obra altamente especializada [4].

Do ponto de vista das instalações, o sistema é mais fácil de manusear, pois os elementos estruturais possuem cavidades que permitem a passagem de instalações e a colocação do isolamento térmico, indispensável devido à perda de inércia térmica resultante da menor massa unitária das madeiras.

A montagem das casas geralmente é complexa quando a altura da edificação for superior a um piso pela dificuldade de se encontrar peças longas para tal intento, sendo que essa tipologia apresenta pouca resistência ao fogo. Em geral is painéis na altura são limitados a três metros [4]. Na figura 4 observa-se uma casa madeira leve sobre uma laje que utiliza painéis de pequenas dimensões.

FIGURA 4
VISTA DA FACHADA UMA CASA EM MADEIRA LEVE

As fundações são mais adequadas com o uso de lajes tipo Radier ou vigas baldrames ou ainda sobre sapata corrida dependendo da situação do solo em questão para o apoio da edificação. Essas estruturas também são denominadas no Brasil de pré-fabricadas porque os componentes e materiais possuem grande índice de pré-fabricação sendo que no local apenas se procedem a operações de montagem e a um número reduzido de operações de corte e serragem de componentes.

Os sistemas que recorrem a este tipo de módulos são interessantes pelo fato de ser possível ainda em fábrica a execução de aberturas nas fachadas, eliminando os trabalhos associados em obra. A montagem em obra é relativamente fácil, pois, após a implantação das fiadas que apoiam nas fundações ou estruturas de suporte decorre do ritmo de construção ser bastante rápido.

Em geral os fabricantes indicam o custo médio de 600 € (seiscentos Euros por m^2).

WOOD FRAME

De acordo com [3], atualmente o sistema Wood frame tem sido o sistema construtivo de madeira mais utilizado por empresas brasileiras, interessadas na construção e implantação definitiva do sistema que emprega um grande esforço para que isso ocorra.

No Brasil, há uma grande área de florestas plantadas de Pinus principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste, o que torna o sistema *Wood frame* sustentável.

O sistema em discussão utiliza painéis de OSB nas lajes de paredes, painéis de madeira estruturando os elementos que forma os quadros rígidos. O sistema *Wood frame* permite a construção de até cinco pavimentos, mantendo o total controle dos gastos já na fase de projeto. A madeira é utilizada, principalmente como estrutura interna de paredes e pisos, o que proporciona uma estrutura leve e de rápida execução, deve ser montado por equipes especializadas, em momentos definidos da obra, e de forma independente.

Algumas universidades estão estudando o assunto, como a EESC/USP, que realiza palestras destacando os sistemas em madeira para construção denominados de casas em *Wood frame,* que se destaca divulgando os eventos através do Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira- IBRAMEM, onde são discutidos os principais fatores para uma construção confortável e funcional através de um projeto eficiente e uso de materiais adequados para o isolamento térmico e acústico [1].

Ainda segundo [1] a casa Wood frame apresenta-se como um sistema construtivo industrializado, feito com madeira de reflorestamento tratada que é formada por painéis nos pisos, paredes e telhado apresentando também bom conforto acústico e térmico, além de melhor proteger as edificações. O sistema é bastante difundido nos EUA sendo em mais de noventa e cinco por cento das edificações residenciais. Na figura 4 a seguir, verifica-se exemplo de unidades em construção.

FIGURA 4
VISTA DE UNIDADES EM WOOD FRAME [3]

Geralmente utiliza-se nos pisos dos pavimentos são utilizados decks constituídos por chapas de *OSB,* apoiadas sobre vigas de madeira de seções retangulares ou I, compondo com revestimentos de carpetes ou pisos com manta intermediária para garantir a isolação acústica. Nas áreas úmidas utilizam-se chapas de cimento diretamente no contra piso, e sobre elas aplica-se uma pintura do tipo membrana acrílica impermeável, com fibra de vidro com estruturante entre elas.

Segundo [1] uma edificação em *Wood frame* apresenta custo maior que as edificações convencionais em alvenaria porque a mão de obra e os materiais empregados são mais especializados. Entretanto o sistema permite uma construção rápida e com grandes vãos utilizando madeira de reflorestamento como o Pinus, tornado a construção muito leve, aliviando assim os custos das fundações.

Já no caso das paredes utilizam-se montantes verticais de madeira, dispostos em painéis de OSB presos com pregos galvanizados, sendo que, as instalações são usadas de maneira embutida permitindo praticidade e agilidade.

O revestimento podem ser utilizados tanto dentro quanto fora da edificação, sendo que para a melhora do desempenho térmico e acústico são utilizadas mantas de lã de vidro no interior dos painéis *Wood frame*. Já os telhados são feitos com treliças industrializadas de madeira, que acordo com [1], apoiadas nas paredes do último piso espaçadas entre 60 a 120 cm reduzindo o peso da cobertura em até 40% .

Em geral as peças recebem um tratamento feito em autoclave com produtos hidrossolúveis como Cobre-Cromo-Arsênio e Cobre-Cromo-Boro que tornam a madeira imune ao ataque de fungos e cupins. Quando ocorre a exposição direta da madeira aos fatores ambientais, sem nenhum tratamento adequado, o ataque biológico de insetos e micro organismos é eminente, assim como o comprometimento da segurança das construções.

As principais vantagens do sistema são canteiro com obra seca, industrialização da construção, utiliza material renovável, propicia conforto, rapidez e resistência e durabilidade e preços de construção bem estáveis. Os pontos negativos, caracterizando-se como desvantagens requerendo mão de obra especializada, ferramentas específicas, limitação de altura da edificação em até 5 pavimentos e para os sistemas de madeira de maneira geral, existe um grande preconceito da sociedade contra o material madeira em construções de maneira geral.

Em geral constatou-se que o custo de uma casa em Wood frame no Brasil gira em torno de 400 € (quatrocentos Euros por m^2).

Atualmente o governo brasileiro tem incentivado através de financiamentos da Caixa Econômica Federal a construção de casas com esse modelo.

No Brasil, o primeiro conjunto habitacional, feito com tecnologia sustentável a seco (Wood frame), foi no interior do Rio Grande do Sul no fim de Junho de 2013 com 280 sobrados que se verifica na figura 5.

FIGURA 5
VISTA DE CONJUNTO HABITACIONAL FINANCIADO PELO GOVERNO BRASILEIRO [6]

Nesse caso, [6], o custo foi inferior em 10% se comparado ao custo de uma casa tradicional em alvenaria. Dessa maneira o governo federal do Brasil através de seus órgãos de fomento está estabelecendo parcerias para a construção de novas moradias com essa técnica.

O desenvolvimento da madeira no Brasil para uso em residência passa também por uma conscientização da população sobre os reais ganhos nesse tipo de construção e a valorização das qualidades desse produto como material de construção e possibili9dades arquitetônicas infinitas. O preconceito contra esse material ainda é bastante grande, pois, ainda hoje muitos dos construtores e moradores encaram o produto como de segunda categoria, ou de baixo padrão, o que não é inverídico.

CONCLUSÕES

Neste estudo, comparando-se tipologias de casas em madeira bruta, madeira serrada, madeira leve e Wood Frame constatou-se que as construções que apresentam menor custo são aquelas cuja opção é o Sistema Wood Frame. Observou-se sobre que quanto maior for a pré-fabricação da construção menor o custo. Além disso, a madeira em geral apresenta vantagens como rápida execução, método por encaixe, fácil manutenção, conforto térmico e beleza arquitetônica, por outro lado possui desvantagens como mão de obra especializada, requer ferramentas apropriadas e limitação da altura da edificação. Portanto, no Brasil é preciso melhor explorar as qualidades da madeira para que as possibilidades de construção possam ser mais amplas.

REFERÊNCIAS

[1] MOLINA, Julio CÉZAR; JUNIOR, Carlito CALIL. *Sistemas construtivos em Wood Frame para casas de madeira.* Londrina, v. 31, n. 2, p.143-156, jul./dez. 2010.

[2] CARVALHO, João J. D. de, *Sobre as origens e desenvolvimento do concreto*, Revista Tecnológica, v.17, p.19-28, 2008.

[3] SOUZA, Lauriam Gonçalves, *Análise comparativa do custo de uma casa Unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame*, Especialize-Revista on line, Janeiro/2013, 20p.

[4] TORRES, João Tiago Caridade, *Sistemas Construtivos Modernos em Madeira*, Dissertação Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia Civil -FEUP.

[5] MODELO DE CASA EM MADEIRA , Disponível em http://www.casasaomatheus.com.br/casa/index.php, data acesso 09/01/2014

[6] DIÁRIO DA MANHÃ, *Minha casa minha vida : primeiro residencial sustentável será entregue para 280 famílias*, Pelotas-RS, Junho 2013, disponível em: http://diariodamanhapelotas.com.br/ , data de acesso: 10/01/2015.