CONSTRUÇÕES EM CONCRETO ARMADO MOLDADO *IN LOCO* E *LIGHT WOOD FRAME* – UM BREVE ESTUDO COMPARATIVO

DANTAS GREGOLIS, Caio

Especialização em Gestão de Projetos na Construção, Poli-Integra, Universidade de São Paulo, caiodg@gmail.com

Resumo: *Apesar de estarmos no final da segunda década do século XXI, os principais sistemas construtivos no Brasil ainda são a base de concreto, até pelo fato deste ser bem visto pelos usuários, o que torna sua utilização uma questão cultural. Entretanto, mesmo que timidamente, vem surgindo nesses últimos anos novas alternativas de sistemas construtivos que tem em comum um caráter mais racionalizado, exploratório e sustentável. Este estudo visa observar e analisar características e aspectos positivos e negativos dos sistemas construtivos em concreto armado moldado in loco e light wood frame, um vastamente utilizado no cenário nacional e outro ainda pouco conhecido, com a intenção de fazer uma breve comparação entre eles, através da análise de estudos anteriores destes mesmos assuntos. As informações obtidas são conclusivas para um novo olhar na utilização de um novo sistema construtivo no Brasil, mas que já é utilizado há décadas em países desenvolvidos.*

Palavras-chave: *Sistema Construtivo, Concreto, Concreto Armado Moldado In Loco, Estrutura, Wood Frame, Madeira.*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos – Características Tecnológicas de Desempenho.*

1 INTRODUÇÃO

A utilização do concreto no Brasil vem desde o início do século XX como produto patenteado, distribuído por filiais de firmas estrangeiras aqui estabelecidas. A partir da década de 1920, a tecnologia do concreto começa a ser difundida. Na década de 1930 houve um período crítico de sua instalação e em 1940 apresenta-se praticamente estabilizada com uso já normalizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e regulado pelas atribuições profissionais do sistema CONFEA-CREA.(SANTOS, 2008)

Com uma breve análise, mesmo que por gerenciamento visual, é possível concluir que o concreto armado moldado *in loco* (sistema construtivo onde os elementos que compõem a estrutura são confeccionados no próprio canteiro de obras) ainda é o material composto e sistema estrutural/construtivo mais utilizado (formal e informalmente) quando se diz respeito a uma visão do cenário nacional. Entretanto, na última década, ele vem perdendo um pouco de espaço para outros sistemas, principalmente como concreto protendido, concreto pré-moldado, alvenaria estrutural e estrutura metálica. Nota-se que os três primeiros tem em comum a utilização de concreto em larga escala. Vale ressaltar que, no caso da alvenaria estrutural é possível utilizar, em alguns casos, blocos cerâmicos estruturais, em substituição dos blocos de concreto.

Com menor intensidade de utilização nas construções brasileiras, surgem os sistemas "*frames",* que podem ser traduzidos para o português como "quadros ou armações". Nestes sistemas, os mais populares são: "*light wood frame"* e "*light steel frame",* sendo o primeiro em madeira leve e o segundo em aço leve.

O sistema das casas com estrutura em madeira leve, é mais recente no que respeita às construções em madeira, e surge no século XIX, na América do Norte como consequência direta de dois fatores: a existência e disponibilidade de produtos industriais normalizados (madeira serrada e pregos) e a necessidade dum sistema de construção rápido que respondesse à carência de habitações resultantes da colonização do Oeste dos Estados Unidos da América. (Torres, 2010)

Além dos Estados Unidos, este sistema é altamente utilizado no Canadá, Europa, Japão, Rússia e mais recentemente no Chile, nosso vizinho.

Uma busca maior por modelos de casas sustentáveis, versáteis, com boa qualidade e prazos e custos mais baixos, vem pedindo novas alternativas no mercado.

O déficit habitacional no Brasil ainda é elevado e muitas pessoas vivem em "casas", cuja denominação vulgar é "barraco", ou seja, há também um déficit de moradias dignas para o cidadão brasileiro.

Algumas características como durabilidade e boa resistência ao fogo e a impactos, fazem com que o concreto seja olhado com bons olhos, ao passo que, certamente há um preconceito enraizado quando se diz respeito à utilização da madeira como componente estrutural de um sistema, no entanto há muitos mitos a respeito deste excelente material, principalmente devido aos seus incorretos tratamentos e utilizações.

O objetivo principal deste estudo é fazer uma análise comparativa das características entre um sistema demasiadamente utilizado no Brasil, que neste caso é o concreto armado moldado *in loco*, e um que ainda é expressamente pouco utilizado, apesar de um tímido crescimento na última década.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Construção em concreto armado moldado in loco

2.1.1 Materiais

O concreto é um material composto. Em sua composição estão presentes: pasta de cimento, água e agregados, podendo haver ou não a presença de aditivos, de acordo com a necessidade.

Há diversos tipos de cimentos, agregados e aditivos, que dão origem a diferentes tipos de concreto, cabendo ao responsável pelo dimensionamento definir quais serão usados para alcançar o desempenho requerido para cada tipo de construção, vide NBR 6118 (Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento).

O concreto armado é composto por mais um material, além dos citados anteriormente. Este material é o aço, o qual tem papel fundamental para a estabilidade da estrutura, visto que tem boa resistência à tração, enquanto o concreto resiste bem à compressão. Neste caso, a armadura é passiva.

Quanto à alvenaria de vedação, a mais usual em uma estrutura de concreto armado é feita a partir da utilização de blocos cerâmicos, blocos de concreto e tijolos maciços, entretanto, há outros tipos de vedações disponíveis no mercado que também podem ser empregadas.

Suas principais funções são:

- Proteger os usuários de intempéries e terceiros;
- Isolamento térmico e acústico;
- Preencher vãos;
- Garantir privacidade com a separação entre um ambiente e outro.

Os materiais dos sistemas elétrico, hidráulico e impermeabilizantes correspondem ao designado em projeto, cabendo ao proprietário à escolha da marca.

Por fim, os revestimentos podem ser variados dependendo da localidade que será revestida. Usualmente em gesso, cerâmica ou argamassa (chapisco, emboço, reboco), obedecendo ao projeto e a vontade do cliente.

2.1.2 Estrutura em concreto armado

Uma estrutura convencional em concreto armado apresenta basicamente os seguintes elementos: lajes, vigas, pilares e fundação. Neste caso todos estes elementos são confeccionados no próprio canteiro de obras.

As lajes são elementos bidimensionais, pois possuem duas dimensões muito maiores que uma terceira. Elas recebem cargas permanentes (ex.: paredes, peso próprio, etc.) e variáveis, normalmente perpendiculares a seu plano, e transmitem estas cargas para as vigas. Em geral, esses elementos trabalham à flexão.

As vigas são elementos unidimensionais, normalmente dispostos na horizontal. Elas podem ser apoiadas em pilares, vigas e na própria fundação, recebendo e transmitindo usualmente cargas de lajes, telhados, alvenarias, pequenos pilares, outras vigas e de seu peso próprio. Em geral, esses elementos trabalham à flexão e garantem vãos. Cargas variáveis devido à ação do vento também devem ser consideradas.

Os pilares também são elementos unidimensionais, no entanto, normalmente dispostos na vertical, garantindo a altura ou “pé direito” da construção. Recebem cargas transmitidas das vigas ou de outros pilares, além de seu peso próprio, e as transmitem para as fundações. Em geral, esses elementos trabalham à compressão. Cargas variáveis devido à ação do vento também devem ser consideradas.

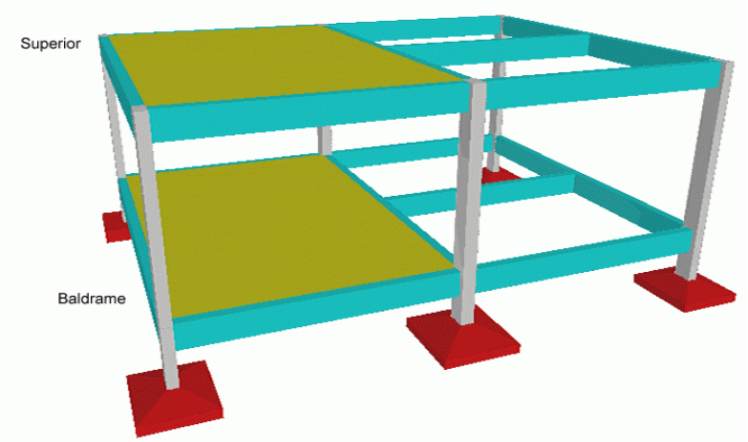
As fundações são responsáveis por transmitir as cargas oriundas das vigas e pilares para o solo, e devem ser escolhidas de acordo com tipo de construção e tipo de solo, podendo ser sapatas e suas variáveis, radier, estacas e suas variáveis, tubulões e blocos (praticamente extintos). Os tipos de solicitações que estes elementos trabalharão dependerão do tipo de fundação escolhida.

O arranjo destes elementos resulta em um sistema estrutural, o “esqueleto” da construção, responsável por mantê-la em pé e estável.

“Elementos estruturais são peças que compõem uma estrutura geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares, etc.). O modo como são arranjados pode ser chamado de sistema estrutural. Alguns comportamentos são dependentes apenas desse arranjo, não influindo o material com que são feitos os elementos.” (CARVALHO, 2003)

Em estruturas com mais de um piso, a execução da estrutura é realizada de forma sucessiva, piso por piso, com os devidos remanejamentos de formas e escoras, respeitando o tempo de cura do concreto.

Figura 1 – Exemplo de um sistema estrutural com lajes, vigas, pilares e fundações.



Fonte: http://faq.altoqi.com.br/content/279/948/pt-br/adotando-a-espera-do-pilar-de-funda%C3%A7%C3%A3o-igual-a-bitola-do-pilar-superior.html

Figura 2 – Exemplo de uma construção em concreto armado moldado *in loco.*



Fonte: http://www.unifal-mg.edu.br/planejamento/alfenas-unidade-educacional-II-predio-b

2.1.3 Aspectos positivos e negativos

Considerando uma construção, cujo sistema construtivo utilizado foi concreto armado moldado *in loco* e alvenaria de blocos cerâmicos para vedação interna e externa, foram listados alguns aspectos positivos e negativos dos processos, materiais e cenário.

Aspectos positivos:

- Boa resistência a impactos e desgastes provenientes de intempéries;
- Boa trabalhabilidade devido à possibilidade de moldagem do concreto;

- Construções com alta durabilidade, desde que executadas corretamente;
- Considerável resistência ao fogo. (MEHTA; MONTEIRO, 2008);
- Mão de obra que exige pouca qualificação, facilitando o acesso;
- Bom isolamento térmico e acústico;
- Boa estanqueidade;
- Materiais e equipamentos facilmente obtidos;
- No caso do concreto, apresenta boa resistência à maioria das solicitações. (CARVALHO, 2003);
- É culturalmente bem vista em nossa sociedade, ou seja, há uma enorme aceitação.

Aspectos negativos:

- Estrutura pesada devido à utilização de materiais pesados;
- A pouca qualificação na mão de obra torna a execução propensa a falhas e atrasos;
- Não é um processo racionalizado;
- Matéria prima não renovável que demanda alto consumo energético e emite CO_2;
- Demolições e reformas executadas com grande dificuldade;
- Utilização de formas, necessárias para moldagem do concreto;
- Alto índice de desperdícios durante a execução;
- Gera muitos resíduos;
- Devido ao elevado tempo de cura, aumenta-se o tempo de execução;
- Quebra da alvenaria para instalação dos sistemas prediais.

2.2 Light wood frame

2.2.1 Materiais

A madeira utilizada neste sistema é um tipo de madeira reflorestada, tratada e de crescimento rápido, do tipo pinus ou eucalipto, sendo que há uma maior preferência pelo primeiro tipo citado (pinus), por ser conífera. É mais leve, não possui cerne e apresenta elevada permeabilidade ao tratamento em autoclave, fundamental para evitar o ataque de organismos xilófagos, insetos que se alimentam de madeira como cupins, vespas e algumas espécies de besouros. (MOLINA; JUNIOR, 2010)

Além da madeira, pregos, grampos e chapas metálicas são utilizados como elementos de fixação, responsáveis por manter a estabilidade da construção.

Quanto à vedação ou fechamento, os materiais utilizados são painéis ou chapas de *OSB* ("*orienteded strand board"* ou tiras de madeira orientada). As funções destes são exatamente as mesmas citadas anteriormente referentes à alvenaria de vedação.

Os materiais dos sistemas elétrico e hidráulico são idênticos aos de construções convencionais, exceto pelo processo de execução.

Quanto ao revestimento, este sistema possui materiais destinados a ele, como *"sidings".* Placas cimentícias e gesso acartonado também são utilizados. Estes dois últimos são muito usuais em áreas molhadas (ex.: cozinha), onde são revestidos com selador acrílico antifungo ou tinta acrílica, além da possibilidade da utilização de azulejos. O "*TYVEK"* é outro tipo de revestimento, normalmente utilizado externamente, para proteção contra intempéries. E para melhorar o isolamento térmico e acústicos, o interior dos painéis *wood frame* é preenchido com lã de vidro. Outra opção para os pisos é a utilização de carpete ou pisos engenheirados com manta intermediária para garantir a isolação acústica. (MOLINA; JUNIOR, 2010)

Figura 3 – Placa de *OSB.*



Fonte: http://mquadrados.blogspot.com.br/2011/04/material-estrutura-e-fechamentos.html

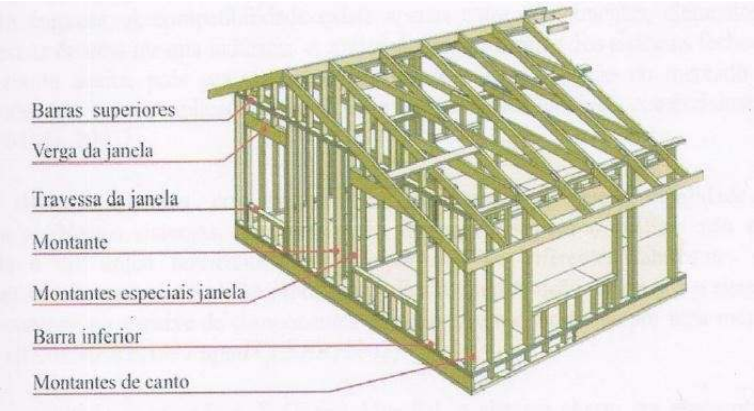
2.2.2 Estrutura em light wood frame

Há dois tipos de estruturas em *light wood frame* ou "quadros de madeira leve", que são: *"ballon frame"* (estrutura em balão) e *"platform frame"* (estrutura em plataforma). No primeiro tipo, um único montante contínuo vai do solo até o telhado sendo limitado até dois pisos. O segundo tipo é uma evolução do primeiro, onde os montantes são fragmentados. Ergue-se um andar e cobre-se, formando uma plataforma. Sobre este faz-se o segundo piso e assim sucessivamente. Este sistema construtivo permite um máximo de cinco andares e é o mais utilizado. (TORRES, 2010; SOUZA, 2013)

Este estudo é baseado no *platform frame.*

De uma forma bem abrangente, a estrutura das casas em *light wood frame* é compostas por: fundação, montantes, barras, vigas, vergas, pisos e telhado.

Figura 4 – "Esqueleto" da construção em *light steel frame.*



Fonte: TORRES (2010)

Por ser uma estrutura leve, os tipos de fundações mais empregados neste sistema são radiers, sapatas e "basement wall", desconhecido por aqui. Este último tipo de fundação consiste em compartimentos de pelo menos 60 cm abaixo do nível do solo, podendo ser feito em madeira ou concreto. (MOLINA; JUNIOR, 2010)

Figura 5 – *Basement wall.*



Fonte: MOLINA; JUNIOR (2010)

Os pisos consistem em chapas de *orinteded strand board* que são apoiadas sobre vigas de madeira normalmente retangulares (em madeira laminada colada), as quais são apoiadas diretamente nas paredes, nas barras superiores.

Figura 6 – Piso.



Fonte: MOLINA; JUNIOR (2010)

Segundo Molina e Junior (2010), as paredes são constituídas de montantes verticais dispostos em concordância com os painéis de *OSB*. Pregos, chapas metálicas ou grampos, todos galvanizados, são utilizados para fazer a ligação entre os montantes e os painéis.

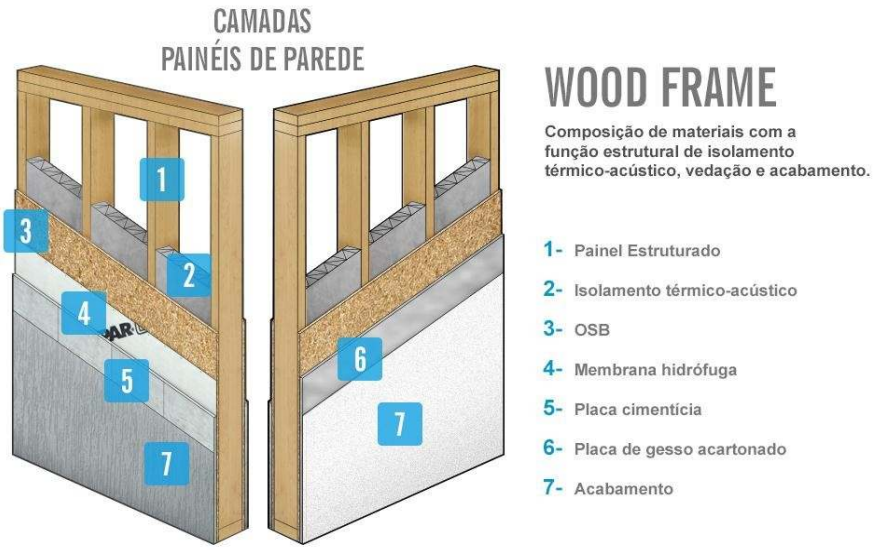
Recebida a carga de piso, as paredes transferem-na para o pavimento logo abaixo ou para a fundação.

Figura 7 – Parede com montantes, placas de *OSB,* manta e instalações elétricas e hidráulicas, já embutidas.



Fonte: http://www.tecverde.com.br/sistema-construtivo/

Figura 8 – Paredes e revestimentos.



Fonte:http://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-wood-frame/

Os telhados são normalmente feitos de treliças de madeira industrializadas e altamente leves, o que reduz muito o peso da construção. As telhas ficam a gosto do cliente.

2.2.3 Aspectos positivos e negativos

Considerando uma construção, cujo sistema construtivo utilizado foi *light wood frame* no sistema *platform frame*, foram listados alguns aspectos positivos e negativos dos processos, dos materiais e do cenário.

Aspectos positivos:

- Processos racionalizados;
- Possibilidade de industrialização, ou seja, a construção é preparada em ambiente fabril e depois transportada para montagem no local;
- Baixo índice de desperdícios;
- Produz menos resíduos;
- Por ser tratada, a madeira aumenta sua resistência a intempéries, organismos e ao fogo, o qual, segundo Molina e Junior (2010), já é excelente;
- Sustentável: matéria prima renovável que demanda baixo consumo energético e sequestra CO2. (MOLINA; JUNIOR, 2010);
- Bom isolamento térmico e acústico;
- Rápido tempo de execução, diminuindo prazos;
- Instalações elétricas e hidráulicas já embutidas, eliminando a necessidade de quebra;
- Estrutura leve: a relação entre resistência e peso é considerada ótima;
- O Brasil tem uma grande indústria madeireira;
- Construções com alta durabilidade, desde que corretamente executadas.

Aspectos negativos:

- Construção limitada até cinco pavimentos;
- Mão de obra especializada;
- Alguns materiais e equipamentos específicos de difícil acesso;
- A madeira não é culturalmente bem vista na sociedade brasileira, diminuindo seu índice de aceitação;

- Necessita de materiais adicionais para manter o bom isolamento acústico;
- Necessita de materiais adicionais para manter a textura lisa;
- Ainda não há uma norma brasileira para este tipo de construção, portanto, são utilizadas normas internacionais;
- Vãos limitados.

3 CONCLUSÕES

A aparência robusta das casas em concreto armado inspira uma maior segurança quando comparada com o sistema *light wood frame*, mas esta afirmação não elimina o fato de que as casas neste sistema também são altamente seguras, devido as tecnologias atuais e ao grande potencial da madeira

A necessidade por processos mais industrializados, que geram menos prazos, desperdícios, resíduos e sejam mais sustentáveis, tem feito com que o concreto armado moldado *in loco* perca cada vez mais espaço, inclusive para outros sistemas cujo principal material também é o concreto, por andar na contramão dessas tendências, mas ainda assim é o sistema construtivo mais utilizado no Brasil.

Por outro lado, o sistema *light wood frame* atende todas essas expectativas de tal modo que é largamente utilizado em países desenvolvidos.

Ambos apresentam relevantes aspectos positivos, mas tudo trata-se de uma questão de passar a informação correta e adiante, pois a palavra final é sempre do cliente e este precisa saber das opções de mercado, além de estar seguro quanto a qualidade.

O Brasil tem as condições ideais para que o sistema construtivo em *light wood frame* se desenvolva, se estabeleça com sucesso e se torne uma opção altamente competitiva.

4 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

CARVALHO R. C.; FILHO J. R. F. Concreto Armado. 3ª ed., EdUFISCar, São Carlos, 2003, 368p.

METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais, 2.ed., São Paulo: IBRACON, 2008, 674p.

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

SOUZA, L. G. Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame. Especialize On Line, Florianópolis, ed. 4, 2012.

TORRES, J. T. C. Sistemas construtivos modernos em madeira. 2010. 115. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.