COMPARATIVO DE CUSTO DIRETO DO SISTEMA WOOD FRAME E PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL[1]

SANTOS FILHO, R., Universidade Federal de Uberlândia, email: roberto.snt.filho@gmail.com;
SALOMÃO, M. C., Universidade Federal de Uberlândia, email: maria.salomao@ufu.br;
ARANTES, I. S. C., Universidade Federal de Uberlândia, email: ismarasimao@hotmail.com

ABSTRACT

In cities with accelerated growth, the residential deficit has been fixed with the use of new constructive systems. In that way, this civil engineering coursework aims to study the viability of wood frame system as a new option for construction of low budget houses. The wood frame system was compared to concrete wall system. An estimating cost of walls, structure, roof and foundation of both systems was developed to study the economic viability of wood frame system. The wood frame constructive system has presented a higher cost per square meter when compared to the concrete walls system, with some considerations.

***Keywords**: Wood frame. Concrete walls. Low budget houses.*

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos disponíveis para construção de Habitação de Interesse Social (HIS) vem se diversificando por meio de soluções mais industrializadas, incorporando na produção da habitação, os conceitos de sustentabilidade, desempenho e produtividade, o que resulta oportunidades para reduzir custos e aumentar a qualidade dos produtos (ESPÍNDOLA,2010).

Dentre essas soluções, o sistema construtivo *wood* frame pode agregar em projetos de HIS alta produtividade, rapidez e, principalmente, maior sustentabilidade (MOLINA E CALIL JUNIOR, 2010). Do ponto de vista de fornecimento de matéria prima, o sistema se torna viável, uma vez que o Brasil tem um grande potencial madeireiro (ESPÍNDOLA, 2010).

Entretanto o sistema *wood frame* ainda está em fase de implantação no Brasil, sendo mais difundido na região Sul. Culturalmente o sistema ainda tem baixa aceitação por parte dos usuários, associando ideias errôneas de que a madeira possui um desempenho inadequado quando utilizada em sistemas construtivos de habitações (MURARI et al, 2017).

Outro sistema construtivo industrializado adequado para projetos de HIS se trata das paredes de concreto moldado in loco. Esse sistema construtivo é rápido, normatizado e constituído do material mais utilizado a nível nacional, o concreto (GREGOLIS, 2017).

[1] SANTOS FILHO, R. , SALOMÃO, M. C. , ARANTES, I. S. C. Comparativo de custo direto do sistema Wood Frame e Paredes de Concreto Moldadas in loco para habitações de interesse social. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

A presente pesquisa apresenta o comparativo dos sistemas construtivos *wood frame* e paredes de concreto moldadas in loco, mediante a avaliação do custo direto de uma HIS, localizada na cidade de Uberlândia – MG.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

2.1 Características Gerais

A habitação considerada em ambos os sistemas possui área construída de 45,47 m², sendo composta de dois quartos, cozinha, sala, banheiro e lavanderia externa (Figura 1).

Figura 1 - Planta Baixa da habitação de interesse social



Fonte: Autor

2.2 Considerações

O custo levantado nessa pesquisa é relativo à execução de partes que se diferem entre os sistemas, como fundações, paredes, estrutura, cobertura e forro. Itens similares, como instalações e acabamentos, não foram orçados.

Cabe ressaltar que para não superestimar o custo de fretes e materiais, foi considerado na cotação dos materiais de ambos sistemas construtivos, a construção de 100 habitações. Em relação à mão de obra, as equipes foram dimensionadas para a construção de uma única habitação.

2.3 Sistema *Wood Frame*

O *wood frame* é um sistema construtivo industrializado, de estrutura formada por perfis de madeira que são contraventados com placas estruturais em *Oriented Strand Board* (OSB) ou placas cimentícias.

Os espaçamentos das peças, dimensões e espessuras das placas de vedação e contraventamento foram pré-dimensionados com base na DATec Nº020-B (BRASIL, 2012), no *International Residential Code* 2012 (IRC, 2012) e no *Structural Board Association* 2005 (SBA, 2005).

2.3.1 Fundação

A fundação adotada encontra-se especificada na Tabela 1.

Tabela 1 - Fundação adotada

Fundação		
Tipo	**Espessura (cm)**	**Armação**
Radier	10	Tela Q 92 (15X15 cm de malha)

Fonte: Autor

2.3.2 Estrutura e Revestimento

Adotou-se um esquema de produção dos painéis modulados, priorizando o melhor aproveitamento dos materiais, em um local do canteiro de obra. Após montados, considerou-se que os painéis são transportados até o local de montagem com o auxílio de um caminhão *munck*.

As características dos materiais constituintes da estrutura e do revestimento, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos materiais da estrutura e revestimento

	Tipo	**Matéria-prima**	**Dimensões (cm)**			**Aplicação**
			Espessura	Largura	Comprimento	
Estrutura	Montantes	Madeira *Pinus*	4	9	300 e 400	No alinhamento de todas as paredes, espaçados a 60 cm.
	Placas	OSB	0,95	120	240 e 300	Pregados nos dois lados da parede, fixadas nos montantes.
Revestimento	Placas	Cimentícias	0,8	120	240	Face externa dos painéis, sobre as placas de OSB.
	Placas Drywall	Gesso acartonado standart (ST)	1,25	120	240	Face interna dos painéis em áreas secas, sobre as placas de OSB.

Fonte: Autor

Continuação Tabela 2 - Características dos materiais da estrutura e revestimento

	Tipo	Matéria-prima	Dimensões (cm)			Aplicação
			Espessura	Largura	Comprimento	
Revestimento	Placas Drywall	Gesso acartonado resistente a umidade (RU)	1,25	120	240	Face interna dos painéis em áreas molhadas, sobre as placas de OSB.

Fonte: Autor

2.3.3 Cobertura e forro

A constituição das partes da cobertura é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Características da cobertura

Caracterização da cobertura			
	Tipo	**Matéria-prima**	**Aplicação**
Estrutura	Tesouras (4x9 cm)	madeira *Pinus*	Posicionada sobre as paredes, com espaçamento de 120 cm
	Trama	madeira *Pinus*	Pregada às tesouras, para apoiar o revestimento de telha
Telhas	Telhas de fibrocimento		Apoiadas sobre as tramas
Forro	Placas Drywall	Gesso acartonado standart (ST)	Parafusadas a estrutura do telhado
Isolante térmico e acústico	Feltro de lã de vidro (e=0,5 cm)		Colocado sobre o forro, em camada dupla.

Fonte: Autor

2.4 Sistema Paredes de concreto moldadas *in loco*

As vedações do sistema construtivo de paredes de concreto moldadas in loco também possuem função estrutural, por isso são construídas com concreto armado. Elas são moldadas in loco utilizando formas de madeira, alumínio ou plástico. (SACHT, 2008).

Adotaram-se fôrmas alugadas, reutilizáveis e cada conjunto produz os painéis de vedação de uma habitação em 24 horas, podendo incluir a laje na cobertura.

2.4.1 Fundação

As características da fundação adotada são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Características da cobertura

Fundação			
Tipo	**Armação**	**Concreto**	**Espessura (cm)**
Radier	Tela Q 138 (10X10 cm de malha)	fck de 25 MPa	10
	Arranques com barras de aço CA 50 com bitola 0,8 cm		

Fonte: Autor

2.4.2 Estrutura

A armação e o concreto adotados para a estrutura da HIS, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Características da cobertura

Estrutura		
Parte da estrutura	**Armação**	**Concreto**
Paredes de concreto	Tela Q 92 (15X15 cm) com aço CA 60 de 0,42 cm de diâmetro	Composto de cimento CP V, fck de 25 MPa, com adição de aditivos aceleradores de pega, plastificante e fibras. O concreto lançado com caminhão bomba.
Arestas e vértices	Reforçadas com duas barras de CA – 50 de 8 mm	
Cantos das paredes	Camada dupla de tela Q 92. Trespasse de telas de 30 cm.	
Laje	Tela Q 138 com aço CA 60 de 0,42 cm de diâmetro (10X10 cm de malha).	

Fonte: Autor

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Custo direto do sistema *Wood Frame*

O resumo do custo direto desse sistema pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo direto sistema *Wood Frame*

TOTAL - *WOOD FRAME*					
	Item	**Quant.**	**Unidade**		**Valor**
Estrutura/ painéis	Pinus tratado 4x9 cm - 3 m de comprimento	48	Peças	R$	1.248,00
	Pinus tratado 4x9 cm - 4 m de comprimento	81	Peças	R$	2.835,00
	Placa OSB 9,5 mm - 120X240 cm	6	Chapas	R$	290,40
	Placa OSB 9,5 mm - 120X300 cm	54	Chapas	R$	3.186,00
Revestimento	Placa Drywall 12,5mm - 120x240 cm	31	Chapas	R$	1.050,90
	Placa Drywall 12,5mm - 120x240 cm - RU	15	Chapas	R$	669,60
	Placa Cimentícia 120x240 cm - 8mm	24	Chapas	R$	2.040,00
	Fita telada 100 mm para tratamento de juntas 50 m	2,8	Unidades	R$	110,91

Fonte: Autor

Continuação Tabela 7 - Custo direto sistema *Wood Frame*

Item		Quant.	Unidade	Valor
Isolamento Térmico	Feltro de lã de vidro 50mm	105	m²	R$ 860,30
Impermeabilização	Manta asfáltica 10m	5	Rolos	R$ 809,55
	Membrana acrílica de aplicação a frio até (20 cm de altura)	2	Baldes	R$ 439,80
	Membrana hidrofuga rolo de 30m	1	Unidade	R$ 663,00
Fixadores dos painéis	Parafuso de rosca soberba (ponta aguda), cabeça cônica estriada com comprimento de 25 mm	900	Unidades	R$ 60,00
	Prego anelado comprimento de 25 mm	3700	Unidades	R$ 256,00
	Parafuso de rosca soberba (ponta aguda), cabeça cônica lisa com comprimento de 25 mm	2000	Unidades	R$ 120,00
Transporte	Aluguel de *munck*	1	Hora	R$ 80,00
Fundação	Concreto	6	m³	R$ 1.488,00
	Tela Q.92 15x15 (2,45x6 m)	4	Telas	R$ 580,84
Cobertura	Tesouras	7	Tesouras	R$ 5.890,99
	Trama de madeira	45,46	m²	R$ 553,70
	Telha de fibrocimento	45,46	m²	R$ 1.267,88
	Mão de obra	1	dia	R$ 6.057,50
TOTAL				**R$ 30.558,37**
TOTAL/m²				**R$ 672,06**

Fonte: Autor

3.2 Custo direto do Sistema Paredes de concreto moldadas *in loco*

O resumo do custo direto desse sistema pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Custo direto sistema de paredes de concreto

TOTAL – PAREDE DE CONCRETO				
Item		**Quantidade**	**Unidade**	**Valor**
Formas metálicas	Formas metálicas	271	m²	R$ 230,35
Concreto	Concreto fck 25 MPa	22,46	m³	R$ 5.571,07
	Caminhão Bomba	22,46	m³	R$ 673,80
	Desmoldante	271	m²	R$ 213,80
Armadura	Tela Q.92 15x15 (2,45x6 m)	11	Telas	R$ 1.657,86
	Tela Q.138 10x10 (2,45x6 m)	13	Telas	R$ 2.858,90
	Barra CA-50 8 mm 12 m	18	Barras	R$ 562,91
Revestimento	Gesso 20 Kg	42	Sacos	R$ 486,78
Cobertura	Tesouras do telhado	4	Tesouras	R$ 3.366,12
	Trama de madeira	45,12	m²	R$ 549,56
	Telhamento	45,12	m²	R$ 1.258,40
	Mão de obra	1	dia	R$ 10.303,03
TOTAL				**R$ 27.732,58**
TOTAL/m²				**R$ 614,64**

Fonte: Autor

3.3 Discussões

O valor encontrado para execução de habitação em *wood frame* ficou 8,54% mais caro em relação ao sistema em paredes de concreto. Apesar do *wood frame* ser o sistema mais caro, o valor gasto com mão de obra foi 41,21% mais barato que o outro sistema.

O valor gasto com as vedações e forro no sistema *wood frame*, representa 73,53% do valor total, enquanto para o sistema paredes de concreto representa 54,32%.

O frete da madeira *Pinus* tratada, o principal componente da estrutura da edificação em *wood frame*, representa um acréscimo de 17,14% do valor total. Outrossim, o frete das placas em OSB aumentaram em 19,51% do valor total. Dessa forma, se realizado o estudo em uma região que possua esses materiais, o sistema *wood frame* teria uma redução no seu valor.

A simplicidade do processo e a facilidade para encontrar os materiais necessários em Uberlândia, contribuíram para o menor valor do sistema de paredes de concreto.

4 CONCLUSÕES

A análise de custo feita nesse trabalho permite concluir que o metro quadrado do sistema estrutural, vedação, fundação e cobertura em *wood frame* é R$57,42 mais caro, quando comparado ao sistema paredes de concreto.

Porém, algumas considerações devem ser feitas. Primeiramente, vale observar que no presente trabalho não foi feito o dimensionamento de equipe, assim, em termos de programa de obra, é possível trabalhar com a redução do custo otimizando as equipes de montagem.

O alto custo do *wood frame* é devido principalmente aos insumos da madeira, seu frete e tratamento representam 45,71% do valor total de cada peça. Assim, entende-se que, quanto à análise de viabilidade econômica, o *wood frame* apresenta menor margem de lucro, porém não necessariamente torna o projeto inviável e sim, menos adequado financeiramente para a região analisada.

Entretanto, o estudo refere-se à construção de apenas uma unidade habitacional, considerando a produção em série, o sistema *wood frame* passa a ser vantajoso pela redução do tempo de execução pela metade, quando comparado ao sistema de paredes de concreto, reduzindo por consequência o valor de mão de obra e aluguéis de equipamentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Cidades. Documento de Avaliação Técnica **– DATEC Nº 020-B** Sistemas de vedação vertical leve em madeira. Brasília, 2012.

ESPÍNDOLA, L.R. **Habitação de interesse social em madeira conforme os princípios de coordenação modular e conectividade**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil.) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GREGOLIS, C. D. **Construções em concreto armado moldado *in loco* e *Light wood frame* – um breve estudo comparativo.** 1° Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos TECSIC, 2017.

IRC. International residential code**. International residential Code - for one -and two family dwellings**, 2012.

MOLINA, J. C.; CALIL JR, C. **Sistema construtivo em wood-frame para casas de madeira**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, 2010.

MURARI, A.; STAMATO, G. C.; PABLOS, J. M. **Avaliação do desempenho acústico de uma vedação vertical externa em wood frame pelo ensaio de campo.**1° Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos TECSIC, 2017.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. P. 286, 2008.

SBA. STRUCTURAL BOARD ASSOCIATION et al. **OSB Performance by Design: Oriented Strand Board in Wood frame Construction. TM422.** Canada, 2005.