

“Wood Frame”: Tecnologia de Construção Sustentável

“Wood Frame”: Technology for sustainable construction

Natielly Nascentes Pereira

Graduanda do curso de Engenharia Civil (UNIPAM).

E-mail: natiellynascentes@hotmail.com

Rogério Borges Vieira

Engenheiro Civil, professor orientador (UNIPAM).

E-mail: rogeriobv@unipam.edu.br

Resumo: A utilização da madeira na construção civil tem crescido desde 2012 devido à busca pelo desenvolvimento sustentável e também por este ser um material de uso consagrado em países desenvolvidos como Estados Unidos, Canadá e Alemanha. O sistema construtivo *Wood Frame*, formado por estruturas leves em madeira, é um dos métodos mais promissores no sentido de revolucionar a maneira de se construir, podendo ser utilizado em edificações de até cinco pavimentos com a mesma garantia estrutural e beleza das construções convencionais, que são mais lentas e geradoras de grande quantidade de resíduos. O presente trabalho tem por objetivo mostrar, a partir de comparativo de orçamentos, que o *Wood Frame* possui inúmeras vantagens técnicas e pode ser também um método acessível para populações de qualquer faixa de renda, oferecendo excelente custo-benefício a seus usuários.

Palavras-chave: Construção Civil. Orçamento. Desenvolvimento Sustentável. *Wood Frame*.

Abstract: The use of wood in construction has been growing since 2012 due to the pursuit of sustainable development and also because it is a material used in developed countries like the United States, Canada and Germany. The Wood frame construction system, formed by light wooden structures, is one of the most promising methods in order to revolutionize the way of building, and it can be used in buildings up to five floors with the same structural warranty and beauty of conventional buildings, which are slower and generate large amounts of waste. This paper aims to show, through comparative budgets, that the Wood Frame holds numerous technical advantages and it can also be an affordable method for people of any income level, offering outstanding value for money to its users.

Keywords: Building, Budget. Sustainable Development. Wood Frame.

1 INTRODUÇÃO

O termo sustentabilidade começou a ser utilizado em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano e, desde então, muito se fala sobre ela e sobre o uso racional dos recursos naturais em diversas áreas do conhecimento. Porém, a prática de métodos sustentáveis e satisfatoriamente econômicos ainda é escassa. Novas formas de se construir surgem como aliadas no sentido de se reduzir o

impacto ambiental causado pelos seres humanos no meio. Uma das soluções no âmbito da construção civil se trata da utilização de materiais alternativos aos da alvenaria convencional, que têm como características a baixa produtividade e o grande desperdício de material e mão de obra.

O sistema construtivo em alvenaria é um dos mais antigos da humanidade, e consiste da associação de um conjunto de unidades de alvenaria (tijolos ou blocos), unidos entre si geralmente por argamassa, que possui propriedades mecânicas intrínsecas capazes de constituir elementos estruturais (ROQUE, 2002). Sendo a alvenaria a estrutura de vedação mais utilizada no Brasil, considerando o alto déficit habitacional no país e o grande tempo gasto na execução de obras, Souza (2012) concluiu que esse sistema não é o mais adequado para a economia brasileira. Não é possível solucionar os problemas atuais com técnicas de séculos passados.

A evolução tecnológica na construção civil, como em qualquer outro setor industrial, tem que ser baseada na pesquisa e no desenvolvimento técnico (FRANCO, 1993, *apud* LISBOA, 2008). Novas tecnologias e materiais têm surgido bem como novos métodos de se construir, no intuito de tornar possível a realização de obras mais rápidas, limpas e sustentáveis, garantindo também a economia. Uma opção que vem ganhando espaço no mercado construtivo nacional é o *Wood Frame*, tecnologia adquirida do uso de madeira de reflorestamento, trazida de países como Estados Unidos, Canadá e Alemanha, que vem apresentando resultados positivos nas regiões sul e sudeste do Brasil.

Para Calil Junior *et. al.* (2003), o uso da madeira e subprodutos vem aumentando na construção civil brasileira devido à crescente conscientização de engenheiros e arquitetos sobre as vantagens estruturais desse material em relação a outros e também por questões ambientais, uma vez que a madeira utilizada provém de unidades de reflorestamento.

Em definição da Lp Brasil (2014), o *Wood Frame* se trata de um sistema que pode ser enquadrado como “Construção Energética Sustentável” (CES), pois, devido ao uso de materiais ecológicos, gera melhor eficiência energética, excelente desempenho térmico e acústico, a geração de resíduos sólidos de construção são inferiores a 1% da geração de resíduos da construção convencional, com reduzido consumo de água e baixa emissão de CO₂.

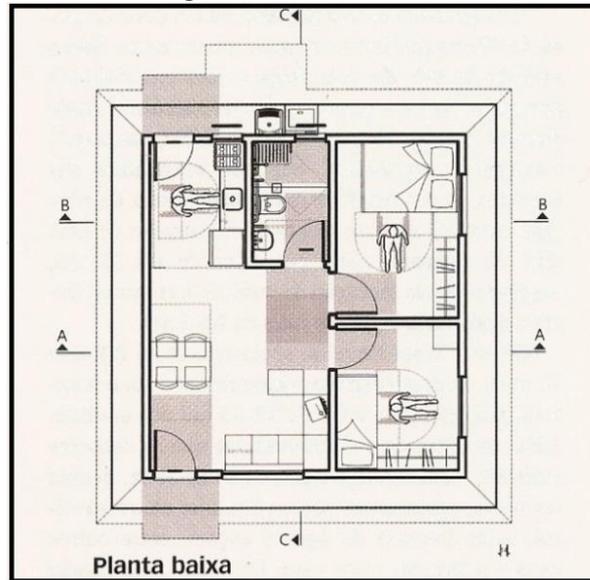
Para Molina e Calil Junior (2010), o *Wood Frame* consiste em um sistema construtivo industrializado, de longa duração, com estrutura constituída de perfis leves de madeira tratada, provenientes de reflorestamento, que formam painéis que podem ser utilizados na estruturação de pisos, paredes e lajes, garantindo o conforto térmico e acústico, além de proteger a edificação do fogo e intempéries.

A comparação entre os dois sistemas construtivos foi feita por meio de análise comparativa orçamentária e de elaboração de cronograma físico-financeiro de uma mesma edificação, com aproximadamente 43 m² e mesmo padrão de acabamento, de modo a definirmos qual sistema apresenta maiores vantagens em relação ao custo e prazo executivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto utilizado para a elaboração dos orçamentos e dos cronogramas de obra segue o mesmo padrão do Residencial Haragano, em Pelotas-RS. Trata-se de uma residência térrea, com 42,19 m² de área, semelhante à exibida na figura 1.

Figura 1 – Planta Baixa



Fonte: Revista Techné edição 146

Cada técnica construtiva segue o mesmo projeto e tem o mesmo padrão de acabamento, porém, devido às diferenças nas espessuras das paredes, a área útil dos cômodos apresenta uma pequena disparidade. Na espessura das paredes em *Wood Frame*, foram considerados 12 cm enquanto na espessura da alvenaria convencional, foram considerados 15 cm.

A análise comparativa entre os sistemas construtivos foi feita por meio de comparativo de custos e análise do cronograma físico-financeiro da obra em cada método. Para tanto, foram feitos levantamentos dos quantitativos de serviço para montagem da planilha orçamentária e do cronograma físico-financeiro.

O orçamento da obra para o método construtivo em *Wood Frame* foi fornecido parcialmente por uma construtora especializada, no que se refere ao valor dos painéis estruturais industrializados prontos e contraventados com as chapas OSB para confecção de paredes e lajes. O restante dos custos apresentados no orçamento foram obtidos por valores constantes na tabela do SETOP, no que se refere a serviços, incluindo valores de mão de obra e equipamentos. Em relação aos aparelhos e às esquadrias, os valores foram obtidos pela tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A data-base considerada para o orçamento foi maio/2014.

De modo a garantir orçamentos equivalentes e justos, a elaboração da planilha orçamentária para a construção em alvenaria convencional também foi feita com o uso de valores constantes na tabela do SETOP para serviços, incluindo valores de mão de

obra e equipamentos. A tabela do SINAPI foi utilizada para a obtenção dos custos unitários de aparelhos e esquadrias.

Foram orçados serviços de infraestrutura, superestrutura, vedação, esquadrias, cobertura, revestimentos, laje, piso e aparelhos pelo sistema de composição de custos unitários das tabelas mencionadas. Os serviços de instalações elétricas, telefônica e hidráulica tiveram seus custos obtidos por meio do sistema de pontos, fornecido também pela tabela do SETOP, no qual os serviços são agrupados segundo a quantidade necessária de cada ponto de luz, por exemplo, incluindo todo o material e mão de obra necessária para a sua execução.

Finalizada a parte de orçamentação, passamos para a obtenção do cronograma físico-financeiro, observando o peso, em porcentagem, que cada etapa da obra representa no todo no que diz respeito aos valores e também ao tempo de execução necessário para que se produza cada serviço da obra, bem como o tempo total de construção.

2.1 Memoriais descritivos

Todos os projetos, levantamentos de quantitativos, orçamentos e cronogramas físico-financeiros tiveram por base os memoriais descritivos que se apresentam nos itens a seguir.

2.1.1 Memorial descritivo para Edificação Residencial em Wood Frame

Localção:

Fixação das medidas da obra no terreno, gabarito. O terreno deverá ser devidamente uniformizado e limpo para que a obra seja iniciada.

Fundação:

Por se tratar de uma estrutura leve, com carga distribuída uniformemente, será utilizada fundação do tipo radier.

Estrutura:

A estrutura das paredes será feita com painéis *Wood Frame* industrializados. Esqueleto com quadros estruturais de peças de madeira autoclavadas, tratadas com produto que combate o ataque de insetos xilófagos, com seção de 38 mm x 89 mm para paredes externas e internas. Sobre os quadros serão aplicadas chapas em OSB com 12,5 mm de espessura, placa estrutural que garante o contraventamento e a vedação das paredes. Os montantes, vergas e contravergas serão fixados entre si com pregos anelados a cada 20 cm. A fixação dos quadros estruturais será feita com chumbadores do tipo parabolt com resistência a corrosão de, no mínimo, 240 horas. Sobre o OSB será aplicada a membrana hidrófuga, de maneira a garantir ventilação e estanqueidade, protegendo a estrutura da umidade externa. No painel, é aplicado isolante de lã de vidro de 90 mm, que garante o conforto térmico e acústico.

Paredes externas:

Sobre a membrana hidrófuga serão colocadas chapas cimentícias de classe A3, com tratamento de juntas e fixadas a estrutura com parafusos do tipo rosca soberba, cabeça cônica estriada, com 25 mm e resistência a corrosão de, no mínimo, 240 horas. As chapas cimentícias receberão textura tipo grafiato, com lixamento e fundo selador.

Paredes internas:

Nas paredes do interior da edificação, o revestimento será feito com chapas de gesso acartonado para *drywall*, com 12,5 mm de espessura, que serão fixadas a estrutura com parafusos de rosca soberba e cabeça cônica lisa, com resistência à corrosão de no mínimo 240 horas. As chapas serão revestidas com pintura própria para gesso acartonado. Nas paredes da cozinha e do banheiro, será aplicada impermeabilização com manta asfáltica elástica de aplicação a frio e, posteriormente, serão aplicadas cerâmicas esmaltadas PEI4 20x20 cm até a altura de 150 cm, assentadas com argamassa pré-fabricada e rejuntamento.

Esquadrias:

As janelas são instaladas de dentro para fora da edificação. A parte superior da janela é presa à verga com parafusos cabeça de panela e sua parte inferior é apoiada sobre a pingadeira e a contraverga. O caixilho é delimitado por tiras de placa cimentícia com 40 mm de largura presas nas laterais dos vãos. As janelas dos dormitórios serão de ferro com duas folhas, de correr e do tipo veneziana popular com dimensões de 1,20 x 1,20 m. A janela da sala será em alumínio de correr, serie 25, sem bandeira, com quatro folhas para vidro, sendo duas fixas e duas móveis, com dimensões de 1,60 x 1,10 m, com guarnição e vidro liso incolor. A janela do banheiro será do tipo maxim ar em alumínio com dimensões de 0,40 x 0,60 m. Na cozinha, a janela será em alumínio do tipo maxim ar, serie 25, com dimensões de 0,90 x 1,10 m, com guarnição e vidro liso incolor. Os batentes das portas são presos às vergas com parafusos bicromatizados, tipo chip chato, com cabeça Philips. As portas dos dormitórios e do banheiro serão de madeira compensada lisa acabada com duas demãos de verniz acetinado, com dimensões de 0,80 x 2,10 x 0,035 m. As portas da sala e da cozinha serão em alumínio, de abrir, perfil serie 25, do tipo veneziana com guarnição e dimensões de 0,87 x 2,10 m.

Cobertura e telhados:

O sistema de cobertura se comporá de estrutura de madeira para telhas cerâmicas e cobertura em telha cerâmica francesa. Será instalada cumeeira em cerâmica com 3 unid./m. A cobertura será em madeira de reflorestamento autoclavada, composta por tesouras, vigas, pranchas, caibros, ripas e beiral liso. Telhas cerâmicas com inclinação de 30%. Beiral de 50 cm em torno de toda a edificação.

Laje:

A laje será executada com a mesma estrutura das paredes, em painéis Wood Frame industrializados, com esqueleto com quadros estruturais de peças de madeira

autoclavadas, de seção de 38 mm x 70 mm e chapas em OSB com 9,5 mm. A fixação dos quadros estruturais será feita com chumbadores do tipo parabolt com resistência a corrosão de, no mínimo, 240 horas. No painel, é aplicado isolante de lã de vidro de 90 mm, que garante o conforto térmico e acústico.

Revestimentos de piso:

Em áreas não molháveis, serão aplicados pisos cerâmicos PEI5 liso 30x30 cm, assentados com argamassa pré-fabricada e rejuntamento, diretamente sobre a fundação. Em áreas molhadas e molháveis, será feita impermeabilização com manta asfáltica elástica de aplicação a frio até a altura de 20 cm e posterior aplicação de cerâmica.

Rodapés:

Os rodapés também serão em piso cerâmico com altura de 10 cm.

Soleiras e peitoris:

Ambos serão confeccionados em granito Cinza Andorinha.

Instalações elétricas e hidráulicas:

No sistema *Wood Frame*, as paredes funcionam como *shafts*, tornando a execução e a manutenção das instalações muito mais simples. A instalação hidráulica constará de rede de água com cinco pontos de água fria embutidos, com tubo PVC rígido soldável e conexões e a instalação do esgoto será composta por um ponto de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 40 mm e conexões para o lavatório, dois pontos de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 50 mm e conexões para o tanque e para a pia da cozinha e dois pontos de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 100 mm e conexões para o chuveiro e para o vaso sanitário. A instalação elétrica da residência se comporá de cinco pontos de interruptor com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, cinco pontos de luz embutidos com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, um ponto seco para instalação de som, TV, alarme e lógica com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, um ponto de telefone com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho e treze pontos de tomadas de embutir com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho.

Aparelhos:

A reservação de água fria será em caixa-d'água de polietileno com capacidade de 500L. O banheiro contará com vaso sanitário sifonado com caixa acoplada em louça branca, padrão médio, lavatório em louça branca, suspenso, com dimensões 29,5x55 cm, padrão médio, chuveiro elétrico comum em plástico, 127 V e kit de acessórios em plástico (papeleira, saboneteira e cabide). A cozinha contará com torneira e pia com banca em marmorite com dimensões 120x60 cm. Na parte posterior externa da residência, será instalado tanque de concreto pré-moldado, modelo popular com torneira e um esfregador para lavar roupas.

2.1.2 Memorial descritivo para Edificação Residencial em Alvenaria Convencional

Localção:

Fixação das medidas da obra no terreno, gabarito. O terreno deverá ser devidamente uniformizado e limpo para que a obra seja iniciada.

Fundação:

Por se tratar de uma estrutura pequena, leve, com carga distribuída uniformemente, a fundação será composta por vigas baldrames em concreto armado, apoiadas sobre sapatas, moldadas *in loco*, com dimensões de 15x30 cm, brita 1 e 2 e ferragem de 12,5 mm de diâmetro em Aço CA-50, embaixo de todas as paredes. Formas em tábuas de pinho.

Estrutura:

A estrutura será executada da maneira tradicional, em concreto armado, com doze pilares moldadas *in loco*, com dimensões de 15x20x300 cm e ferragens de 10 mm de diâmetro em Aço CA-50. Formas plastificadas. A alvenaria de vedação das paredes será feita com tijolo cerâmico furado, com espessura de 15 cm, assentados com argamassa mista de cimento, cal e areia. Vergas e contravergas retas em concreto armado fck 15 MPA.

Piso:

O piso é composto por lastro de concreto magro de espessura de 5 cm sobreposto por contrapiso desempenado, com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3 e espessura de 2 cm.

Paredes externas:

Será executado chapisco a colher das paredes com argamassa de cimento e areia na proporção de 1:3. O reboco para regularização das paredes será executado em argamassa de cimento e areia, na proporção de 1:7. Posteriormente, as paredes receberão lixamento, aplicação de selador e textura tipo grafiato.

Paredes internas:

Nas paredes do interior da edificação também será executado chapisco a colher de paredes e tetos com argamassa de cimento e areia na proporção de 1:3. O reboco para regularização das paredes será executado em argamassa de cimento e areia, na proporção de 1:7. Por fim, as paredes receberão aplicação de massa corrida PVA e duas demãos de pintura acrílica. Nas paredes da cozinha e do banheiro serão aplicadas cerâmicas esmaltadas PEI4 20x20 cm até a altura de 150 cm, assentadas com argamassa pré-fabricada e rejuntamento.

Esquadrias:

As janelas dos dormitórios serão de ferro com duas folhas, de correr e do tipo veneziana popular com dimensões de 1,20 x 1,20 m. A janela da sala será em alumínio

de correr, serie 25, sem bandeira, com quatro folhas para vidro, sendo duas fixas e duas móveis, com dimensões de 1,60 x 1,10 m, com guarnição e vidro liso incolor. A janela do banheiro será do tipo maxim ar em alumínio com dimensões de 0,40 x 0,60 m. Na cozinha, a janela será em alumínio do tipo maxim ar, serie 25, com dimensões de 0,90 x 1,10 m, com guarnição e vidro liso incolor. As portas dos dormitórios e do banheiro serão de madeira compensada lisa acabada com duas demãos de verniz acetinado, com dimensões de 0,80 x 2,10 x 0,035 m. As portas da sala e da cozinha serão em alumínio, de abrir, perfil serie 25, do tipo veneziana com guarnição e dimensões de 0,87 x 2,10 m.

Cobertura e telhados:

O sistema de cobertura se comporá de estrutura de madeira para telhas cerâmicas e cobertura em telha cerâmica francesa. Será instalada cumeeira em cerâmica com 3 unid./m. A cobertura será em madeira de reflorestamento autoclavada, composta por tesouras, vigas, pranchas, caibros, ripas e beiral liso. Telhas cerâmicas com inclinação de 30%. Beiral de 50 cm em torno de toda a edificação.

Laje:

A laje da edificação será do tipo pré-moldada, com capeamento, espessura de 4 cm e sobrecarga de 100 kg/m².

Revestimento de piso:

O piso será revestido em cerâmica PEI5, lisa, com dimensões de 30x30 cm, assentados com argamassa pré-fabricada e rejuntamento.

Rodapés:

Os rodapés também serão em piso cerâmico com altura de 10 cm.

Soleiras e peitoris:

Ambos serão confeccionados em granito Cinza Andorinha.

Instalações elétricas e hidráulicas:

A instalação hidráulica constará de rede de água com cinco pontos de água fria embutidos, com tubo PVC rígido soldável e conexões e a instalação do esgoto será composta por um ponto de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 40 mm e conexões para o lavatório, dois pontos de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 50 mm e conexões para o tanque e para a pia da cozinha e dois pontos de esgoto com tubo de PVC rígido soldável de 100 mm e conexões para o chuveiro e para o vaso sanitário. A instalação elétrica da residência se comporá de cinco pontos de interruptor com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, cinco pontos de luz embutidos com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, um ponto seco para instalação de som, TV, alarme e lógica com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho, um ponto de telefone com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho e treze pontos de tomadas de embutir com eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho.

Aparelhos:

A reservação de água fria será em caixa-d'água de polietileno com capacidade de 500L. O banheiro contará com vaso sanitário sifonado com caixa acoplada em louça branca, padrão médio, lavatório em louça branca, suspenso, com dimensões 29,5x55 cm, padrão médio, chuveiro elétrico comum em plástico, 127 V e kit de acessórios em plástico (papeleira, saboneteira e cabide). A cozinha contará com torneira e pia com banca em marmorite com dimensões 120x60 cm. Na parte posterior externa da residência, será instalado tanque de concreto pré-moldado, modelo popular com uma torneira e um esfregador para lavar roupas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos memoriais descritivos apresentados e nos projetos realizados, obtivemos os levantamentos de quantitativos de materiais.

A partir de todos os dados conseguidos pelo levantamento de quantidades de materiais e serviços e pelos custos unitários de cada um deles consultados nas tabelas de composição de custos do SETOP e SINAPI, chegamos aos orçamentos, conforme apresentam as tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Orçamento para Construção em *Wood Frame*

ORÇAMENTO DA CONSTRUÇÃO							
Data-base: Maio/2014		OBRA: UNIDADE HABITACIONAL DE 42,19 M ² EM WOOD FRAME					
EMPREENDIMENTO:		SERVIÇO					
		Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total	% Item	% Total
1 INFRA ESTRUTURA	1.1 Locação	1.1.1 Gabarito	m ²	42,19	4,50	189,86	9,14
	1.2 Fundação	1.2.1 Fundação tipo Radier	m ²	42,19	44,73	1.887,16	90,86
		SUBTOTAL					2.077,01
2 PAREDES	2.1 Painéis	2.1.1 Panel Wood Frame Ind. c/ OSB E=12cm, isolante lã de vidro e membrana hidrófuga	m ²	124,44	61,60	7.665,50	100,00
		SUBTOTAL					7.665,50
3 ESQUADRIAS	3.1 Esquadrias de Alumínio	3.1.1 Porta Externa tipo veneziana 87x210cm	unid	2,00	241,93	483,86	20,79
		3.1.2 Janela maxim ar 1 40x60cm	unid	1,00	84,25	84,25	3,62
		3.1.3 Janela maxim ar 2 90x110cm	unid	1,00	395,62	395,62	17,00
		3.1.4 Janela de correr incluso vidro 160x110cm	unid	1,00	392,39	392,39	16,86
	3.2 Esquadrias de Madeira	3.2.1 Porta em mad. compensada lisa 80x210cm	unid	3,00	93,69	281,07	12,07
	3.3 Esquadria de Ferro	3.3.1 Janela de correr tipo veneziana 120x120cm	unid	2,00	345,31	690,62	29,67
SUBTOTAL					2.327,81	100%	6,14
4 COBERTURA	4.1 Telhado	4.1.1 Estrutura de madeira para telhas cerâmicas	m ²	44,04	73,77	3.248,83	60,67
		4.1.2 Cobertura em telha cerâmica francesa	m ²	44,04	40,66	1.790,67	33,44
		4.1.3 Cumeeira cerâmica 3 unid/m	m	22,03	14,32	315,47	5,89
	SUBTOTAL					5.354,97	100%

5 REVESTIMENTOS	5.1 Revestimentos	5.1.1 Gesso Acartonado c/ tratamento de juntas	m ²	201,53	14,26	2.873,82	100,00	
	Internos	SUBTOTAL				2.873,82	100%	7,58
	5.2 Cerâmicas	5.2.1 Cerâmica esmaltada PEI4 20x20 cm	m ²	24,87	50,88	1.265,39	100,00	
		SUBTOTAL				1.265,39	100%	3,34
	5.3 Revestimentos Externos	5.3.1 Chapa cimentícia com tratamento de juntas	m ²	85,38	27,14	2.317,21	100,00	
		SUBTOTAL				2.317,21	100%	6,11
	5.4 Laje	5.4.1 Pannel Wood Frame Ind. c/ OSB E=9cm e isolante lã de vidro	m ²	44,04	45,00	1.981,80	100,00	
		SUBTOTAL				1.981,80	100%	5,22
	5.5 Pinturas	5.5.1 Pintura sobre gesso acartonado - drywall	m ²	201,53	7,65	1.541,70	50,63	
		5.5.2 Textura tipo grafiato, lixamento e selador	m ²	85,38	15,93	1.360,10	44,67	
		5.5.3 Verniz sobre madeira, acetinado 2d.	m ²	12,60	11,36	143,14	4,70	
		SUBTOTAL				3.044,94	100%	8,03
	6 PISOS	6.1 Piso	6.1.1 Impermeabilização c/ manta asfáltica	m ²	8,43	19,08	160,84	3,06
	6.2 Cerâmica	6.2.1 Cerâmica 30x30cm PEI5 arg.e rejunte	m ²	37,91	52,83	2.002,77	37,90	
	6.3 Rodapés	6.3.1 Rodapés em cerâmica h=10cm	m	54,54	17,10	932,63	17,65	
	6.4 Soleiras e	6.4.1 Soleiras em granito cinza andorinha	m	4,14	269,63	1.116,27	21,13	

	Peitoris	6.4.2 Peitoris em granito cinza andorinha	m	4,00	267,63	1.070,52	20,26	
		SUBTOTAL				5.283,04	100%	13,93
7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	7.1 Instalações Elétricas	7.1.1 Ponto de interruptor, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	pto	5,00	118,42	592,10	23,21	
		7.1.2 Ponto de luz embutido, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	pto	5,00	103,31	516,55	20,25	
		7.1.3 Ponto de tomada de embutir, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com esp.	pto	13,00	94,99	1.234,87	48,41	
		7.1.4 Ponto seco para instalação de TV, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	pto	1,00	74,76	74,76	2,93	
	7.2 Instalações Telefônicas	7.2.1 Ponto de telefone, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	pto	1,00	132,42	132,42	5,19	
		SUBTOTAL				2.550,70	100,00%	6,72
	8 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	8.1 Água Fria	8.1.1 Pontos de água fria embutido, incluindo tubo de PVC rígido soldável e conexões	pto	5,00	54,15	270,75	49,77
8.2 Esgoto		8.2.1 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC rígido soldável de 40mm e conexões	pto	1,00	37,92	37,92	6,98	
		8.2.2 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC rígido soldável de 50mm e conexões	pto	2,00	59,65	119,30	21,93	
		8.2.3 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC	pto	2,00	58,01	116,02	21,32	

		rígido soldável de 100mm e conexões						
		SUBTOTAL				543,99	100%	1,43
9 APARELHOS	9.1 Louças e Metais	9.1.1 Vaso sanitário com caixa acoplada	unid	1,00	248,83	248,83	30,54	
		9.1.2 Lavatório suspenso 29,5x55 pad. Médio	unid	1,00	44,45	44,45	11,77	
		9.1.3 Banca com cuba em marmorite p/ pia	unid	1,00	52,15	52,15	15,20	
		9.1.4 Tanque de concreto pré-moldado 1 bat.	unid	1,00	45,00	45,00	10,91	
		9.1.5 Kit acessórios para banheiro em plástico	unid	1,00	35,52	35,52	3,27	
		9.1.6 Caixa d'água em polietileno 500L	unid	1,00	183,73	183,73	23,61	
		9.1.7 Chuveiro elétrico comum tipo ducha 127V	unid	1,00	37,70	37,70	0,46	
		SUBTOTAL						647,38
CUSTO TOTAL DA EDIFICAÇÃO							37.933,57	100%

Fonte: Elaborada pela autora, 2014

Tabela 2 – Orçamento para Construção em Alvenaria Convencional

Data-base: Maio/2014							
EMPREENDIMENTO:		OBRA: UNIDADE HABITACIONAL DE 42,19 M ² EM ALVENARIA CONVENCIONAL					
SERVIÇO		Unid.	Quant.	Preço Unitário	Preço Total	% Ítem	% Total
1 INFRAESTRUTURA	1.1 Locação	1.1.1 Gabarito	m ²	42,19	4,50	189,86	7,40
	1.2 Fundação	1.2.1 Concreto FCK 15MPA virado em obra	m ³	1,76	289,89	510,21	19,88
		1.2.2 Forma e Desforma	m ²	42,19	44,25	1.866,91	72,73
	SUBTOTAL					2.566,97	100%
2 PAREDES	2.1 Alvenaria	2.1.1 Tijolo cerâmico furado 1/2 vez E=15cm	m ²	124,62	29,72	3.703,71	58,50
	2.2 Pilares	2.2.1 Concreto FCK 20MPA com forma e desf.	m ³	1,08	1979,35	2.137,70	33,77
		2.3 Vergas e Contravergas	2.3.1 Concreto FCK 15 MPA	m ³	0,36	1360,11	489,64
	SUBTOTAL					6.331,04	100%
3 ESQUADRIAS	3.1 Esquadrias de Alumínio	3.1.1 Porta Externa tipo veneziana 87x210cm	unid	2,00	241,93	483,86	20,79
		3.1.2 Janela maxim ar 1 40x60cm	unid	1,00	84,25	84,25	3,62
		3.1.3 Janela maxim ar 2 90x110cm	unid	1,00	395,62	395,62	17,00
		3.1.4 Janela de correr incluso vidro	unid	1,00	392,39	392,39	16,86

		160x110cm						
	3.2 Esquadrias de Madeira	3.2.1 Porta em mad. compensada lisa 80x210cm	unid	3,00	93,69	281,07	12,07	
	3.3 Esquadria de Ferro	3.3.1 Janela de correr tipo veneziana 120x120cm	unid	2,00	345,31	690,62	29,67	
		SUBTOTAL				2.327,81	100%	5,74
4 COBERTURA	4.1 Telhado	4.1.1 Estrutura de madeira para telhas cerâmicas	m ²	44,04	73,77	3.248,83	60,67	
		4.1.2 Cobertura em telha cerâmica francesa	m ²	44,04	40,66	1.790,67	33,44	
		4.1.3 Cumeeira cerâmica 3 unid/m	m	22,03	14,32	315,47	5,89	
		SUBTOTAL				5.354,97	100%	13,20
5 REVESTIMENTOS	5.1 Revestimentos Internos	5.1.1 Chapisco argamassa 1:3 cimento e areia	m ²	196,96	3,88	764,20	19,07	
		5.1.2 Reboco argamassa 1:7 cimento e areia	m ²	172,81	18,77	3.243,64	80,93	
		SUBTOTAL				4.007,84	100%	9,88
	5.2 Cerâmicas	5.2.1 Cerâmica esmaltada PEI4 20x20 cm	m ²	24,15	50,88	1.228,75	100,00	
		SUBTOTAL				1.228,75	100%	3,03
	5.3 Revestimentos Externos	5.3.1 Chapisco argamassa 1:3 cimento e areia	m ²	85,38	3,88	331,27	17,13	
		5.3.2 Reboco argamassa 1:7 cimento e areia	m ²	85,38	18,77	1.602,58	82,87	
		SUBTOTAL				1.933,86	100%	4,77
	5.4 Laje	5.4.1 Laje pré-moldada, capeamento E=4cm	m ²	44,04	52,41	2.308,14	100,00	
		SUBTOTAL				2.308,14	100%	5,69
	5.5 Pinturas	5.5.1 Pintura acrílica c/ massa corrida PVA 2d.	m ²	172,81	17,42	3.010,33	66,70	
		5.5.2 Textura tipo grafiato, lixamento e selador	m ²	85,38	15,93	1.360,10	30,13	
5.5.3 Verniz sobre madeira, acetinado 2d.		m ²	12,60	11,36	143,14	3,17		
SUBTOTAL				4.513,57	100%	11,13		
6	6.1 Piso	6.1.1 Lastro de concreto E=5cm	m ³	2,20	286,65	631,20	10,10	

PISOS		6.1.2 Contrapiso desemp. Argamassa 1:3 E=2cm	m ²	36,40	16,25	591,50	9,47		
	6.2 Cerâmica	6.2.1 Cerâmica 30x30cm PEI5 arg.e rejunte	m ²	36,40	52,83	1.922,96	30,78		
	6.3 Rodapés	6.3.1 Rodapés em cerâmica h=10cm	M	53,52	17,10	915,19	14,65		
	6.4 Soleiras e Peitoris	6.4.1 Soleiras em granito cinza andorinha	M	4,14	269,63	1.116,27	17,87		
		6.4.2 Peitoris em granito cinza andorinha	M	4,00	267,63	1.070,52	17,13		
	SUBTOTAL						6.247,64	100%	15,40
7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	7.1 Instalações Elétricas	7.1.1 Ponto de interruptor, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	Pto	5,00	118,42	592,10	23,21		
		7.1.2 Ponto de luz embutido, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	Pto	5,00	103,31	516,55	20,25		
		7.1.3 Ponto de tomada de embutir, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com esp.	Pto	13,00	94,99	1.234,87	48,41		
		7.1.4 Ponto seco para instalação de TV, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	Pto	1,00	74,76	74,76	2,93		
	7.2 Instalações Telefônicas	7.2.1 Ponto de telefone, incluindo eletroduto de PVC rígido e caixa com espelho	Pto	1,00	132,42	132,42	5,19		
		SUBTOTAL						2.550,70	100,00%
	8 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	8.1 Água Fria	8.1.1 Pontos de água fria embutido, incluindo tubo de PVC rígido soldável e conexões	Pto	5,00	54,15	270,75	49,77	
8.2 Esgoto			Pto	1,00	37,92	37,92	6,97%		

		8.2.1 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC rígido soldável de 40mm e conexões							
		8.2.2 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC rígido soldável de 50mm e conexões	Pto	2,00	59,65	119,30	21,93%		
		8.2.3 Ponto de esgoto, incluindo tubo de PVC rígido soldável de 100mm e conexões	Pto	2,00	58,01	116,02	21,33%		
		SUBTOTAL					543,99	100%	1,34
9 APARELHOS	9.1 Louças e Metais	9.1.1 Vaso sanitário com caixa acoplada	Unid	1,00	248,83	248,83	30,54		
		9.1.2 Lavatório suspenso 29,5x55 pad. Médio	Unid	1,00	44,45	44,45	11,77		
		9.1.3 Banca com cuba em marmorite p/ pia	Unid	1,00	52,15	52,15	15,20		
		9.1.4 Tanque de concreto pré-moldado 1 bat.	Unid	1,00	45,00	45,00	10,91		
		9.1.5 Kit acessórios para banheiro em plástico	Unid	1,00	35,52	35,52	3,27		
		9.1.6 Caixa d'água em polietileno 500L	Unid	1,00	183,73	183,73	23,61		
		9.1.7 Chuveiro elétrico comum tipo ducha 127V	Unid	1,00	37,70	37,70	0,46		
		SUBTOTAL					647,38	100%	1,60%
CUSTO TOTAL DA EDIFICAÇÃO						40.562,66	100%	100%	

Fonte: Elaborada pela autora, 2014

Após realização dos orçamentos descritivos de materiais e serviços para cada sistema executivo, apresentamos análise comparativa entre os valores encontrados para cada etapa. Ressaltamos que etapas com mesmo orçamento não foram analisadas, visto que o valor gasto em cada método é o mesmo.

No que diz respeito às fundações, encontramos um menor valor para a execução da fundação do tipo radier no sistema construtivo *Wood Frame*. Isso se deve ao fato desta edificação ser mais leve, exigindo, assim, um tipo de fundação menos robusta do que as vigas baldrames em concreto armado da alvenaria convencional. A fundação para o *Wood Frame* representa 4,97% do custo total da edificação, enquanto a fundação para a alvenaria convencional representa 5,90%, apresentando uma variação de 20,61% entre os dois sistemas construtivos.

Em relação ao custo de execução das paredes, a edificação em *Wood Frame* apresenta um valor mais elevado, pois o seu custo engloba os quadros estruturais, chapas OSB, isolante térmico e acústico e membrana hidrófuga. As paredes da construção convencional são formadas por pilares de concreto armado e vedação em tijolos cerâmicos. O custo das paredes no *Wood Frame* representa 20,20% do valor total da obra, enquanto o custo das paredes na alvenaria representa 15,60%. A variação entre o custo dos dois sistemas construtivos é de 17,40%.

Com base nos revestimentos de paredes internas e externas, o sistema construtivo em *Wood Frame* apresenta um custo menor, principalmente no revestimento de paredes internas, onde a variação de preço entre os dois sistemas é de 28,30%. O custo total dos revestimentos de parede para o *Wood Frame* representa 13,58% do valor total da obra, enquanto o custo na alvenaria convencional representa 14,65%. A variação entre o custo nos dois sistemas construtivos é de 12,63%. Isso se deve ao fato de a vedação em *Wood Frame* ser mais bem acabada e de mais fácil regularização em relação à alvenaria.

Com relação à execução das lajes em cada sistema construtivo, temos que para o *Wood Frame* a sua execução representa 5,22% do valor total da edificação, enquanto para a alvenaria convencional esse custo chega a 5,70%. Os valores não apresentam grande disparidade devido ao uso de laje pré-fabricada na alvenaria convencional, essa diferença seria maior caso o sistema adotado fosse o de laje maciça. A diferença de custo de execução das lajes para os dois sistemas construtivos estudados foi de 14,14%.

O custo de execução dos pisos apresenta um valor muito menor para a edificação em *Wood Frame*, uma vez que a fundação em radier dispensa o uso de lastro de concreto e contrapiso, sendo necessário apenas que se gaste com impermeabilização com manta asfáltica elástica, gerando um custo que representa apenas 0,42% do custo total da obra. O custo para execução do lastro e contrapiso na alvenaria convencional representa 3,01% do custo total da edificação. A diferença de custo entre os dois sistemas é de 13,15%.

Os custos com revestimentos cerâmicos de pisos, paredes e rodapés sofrem variações em seus custos devido ao quantitativo de cada um dos serviços, sendo que o custo unitário em ambos é o mesmo. Essa variação se deve ao fato de as áreas de cada cômodo na edificação em *Wood Frame* serem maiores do que as áreas dos cômodos da

edificação em alvenaria convencional, devido às variações de espessuras das paredes de cada sistema, 12 cm para o *Wood Frame* e 15 cm para a alvenaria.

Para o *Wood Frame*, chegamos ao custo final de R\$ 37.933,57 e, para a alvenaria convencional, chegamos ao valor de R\$ 40.562,66. Dividindo esses valores pela metragem quadrada da residência, que é de 42,19 m², chegamos ao valor por metro quadrado de área construída. Para o sistema construtivo em *Wood Frame*, temos que o custo do metro quadrado é de R\$ 899,11 e o custo por metro quadrado construído em alvenaria convencional é de R\$ 961,43.

No que diz respeito ao tempo executivo, obtivemos os cronogramas físico-financeiros para cada sistema construtivo baseado no tempo gasto para a execução de cada etapa de construção e na conciliação de etapas. Para sua elaboração, consideramos que a obra contaria com uma equipe de dois pedreiros e dois serventes. No caso do *Wood Frame*, durante os dias de execução da fundação em radier na obra, os painéis de vedação e lajes são feitos na fábrica, chegando prontos para montagem no local da edificação. Os cronogramas físico-financeiros para cada sistema construtivo são apresentados no Apêndice C deste trabalho.

Para a alvenaria convencional, temos um tempo de execução total de dois meses, com um total de custo financeiro de R\$ 24.623,48 no primeiro mês de obra e de R\$ 15.939,18 no segundo mês. Em questão de tempo executivo, evidencia-se uma das maiores vantagens do sistema construtivo em *Wood Frame*, no qual para a mesma obra que gasta dois meses para ser concluída em alvenaria, é possível concluí-la em apenas três semanas, utilizando os painéis industrializados em madeira, com gasto de R\$ 17.305,29 na primeira semana de obra, R\$ 11.194,20 na segunda semana e R\$ 9.424,08 na terceira e última semana de execução. A diferença no prazo de construção das edificações é de 35%, ou seja, utilizando-se o *Wood Frame* reduzimos o prazo de execução em um terço do tempo gasto para alvenaria convencional.

4 CONCLUSÃO

O tema desenvolvido evidenciou o quanto nosso país se manteve fechado para o desenvolvimento de novas técnicas construtivas que utilizam matérias primas renováveis e sustentáveis e agora tenta se inserir no mercado de construções industrializadas, rápidas e eficazes, aliadas do meio ambiente. A inovação tecnológica nos sistemas construtivos é muito importante no sentido de se aproximar o setor da construção com a indústria, de forma a garantir a redução dos desperdícios de materiais, o aumento de produção com a diminuição do tempo de execução e a sustentabilidade.

Na medida em que se pesquisa e obtém informações acerca das vantagens de se construir em harmonia com a natureza, torna-se cada vez mais clara a necessidade de propagar essas informações de modo que todos saibam o quão eficiente, rápido e econômico um processo construtivo pode ser.

O sistema construtivo em *Wood Frame* é um caminho para se construir com qualidade e eficiência, tão durável quanto a alvenaria convencional, ele se adequa a qualquer projeto arquitetônico, permite qualquer padrão de acabamento e ainda

garante ganhos em conforto quanto à temperatura e acústica, economia e rapidez executiva.

Após os estudos de pesquisa bibliográfica e a realização de orçamentos e cronogramas físico-financeiros a partir de projeto próprio e levantamento de quantitativos, chegamos à conclusão de que, além das inúmeras vantagens técnicas mencionadas, construir residências utilizando o sistema construtivo em *Wood Frame* ainda garante redução de, aproximadamente, um terço do tempo de execução, 35% menos tempo do que o gasto para edificações em alvenaria convencional e ainda permite uma redução de 6,50% do custo financeiro com materiais, mão de obra e equipamentos.

REFERÊNCIAS

CALIL JUNIOR, C.; *et al.* *Dimensionamento de elementos estruturais de madeira*. Barueri: Manole, 2003.

LISBOA, R. Q. *Análise comparativa entre prédios com estrutura convencional em concreto armado e em alvenaria estrutural*. 2008. 70 f. Universidade da Amazônia – UNAMA. Centro de Exatas e tecnológicas – CCET. Belém - PA, 2008.

LP BRASIL. *Wood Frame e a construção sustentável*. Curitiba, 2014. Online. Disponível em: <http://www.lpbrasil.com.br/sistemas/wood-frame.html>. Acesso em 24 jan. 2014.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira. In: *Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010. Online. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/4017/6906>. Acesso em 03 jan. 2014.

ROQUE, J. C. A. *Reabilitação estrutural de paredes antigas de alvenaria*. 2002. Dissertação (Para obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade do Minho; Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho.

SETOP. *Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas de Minas Gerais*. 2014. Online. Disponível em: <http://www.mg.gov.br/governomg/portal/v/governomg/5503-infra-estrutura/31843-consulta-a-planilha-preco-setop/0/5143>. Acesso em 20 set. 2014.

SINAPI. *Tabela de preços de insumos sem desoneração*. 2014. Online. Disponível em: http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/sinapi/rel_ins_sem_mai_2014/PREÇOS_INSUMOS_PR_MAI_2014_SEM_DESONERA%C7%C3O.pdf. Acesso em 20 set. 2014.

SOUZA, L. G. *Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame*. 2012. 20 f. Master em Arquitetura - Instituto de Pós-Graduação – IPOG, Florianópolis - SC, 2012.