

O USO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS *WOOD FRAME* E *STEEL FRAME* VIABILIZANDO A SUSTENTABILIDADE E O CUSTO

THE USE OF WOOD FRAME AND STEEL FRAME CONSTRUCTIVE SYSTEMS FEATURING SUSTAINABILITY AND COST

Paula Fernanda Scovino de C. R. Gitahy, Mestre em Engenharia Civil, UNESA, Niterói/RJ.

scovino2002@yahoo.com

Carollina Wriedt Da Silva, Engenheira Civil.

carollina.wriedt@yahoo.com.br

Fernanda Araujo Da Cunha, Engenehira Civil.

fernandaa.cunha@hotmail.com

Resumo

A busca por técnicas, inovações e avanços tecnológicos tem sido expressiva no setor da construção civil. A capacidade do homem de recriar e adaptar a utilização de materiais contribuem para que os sistemas construtivos se tornem cada vez mais industrializados. O presente artigo tem por objetivo apresentar os métodos construtivos Wood Frame e Steel Frame e sua aplicação, execução e vantagens, abordando temas como sustentabilidade, qualidade e custo de uma obra. Como em todo processo construtivo, os sistemas a seco também apresentam aspectos que devem ser aperfeiçoados, tais como a falta de mão de obra especializada e um bom planejamento. Para a avaliação de viabilidade dos sistemas frame, foi utilizado um projeto base de uma residência popular e realizada uma análise econômica, através de planilha orçamentária e de cronograma, determinando assim, o custo e o tempo de execução da obra.

Palavras-chave: Wood frame; Steel frame; racionalização da construção;

Abstract

The search for techniques, innovations and technological advances has been expressive in the civil construction sector. Man's ability to recreate and adapt the use of materials contributes to building systems becoming more and more industrialized. The aim of this article is to present the construction methods Wood Frame and Steel Frame and its application, execution and advantages, addressing themes such as sustainability, quality and cost of a work. As in any construction process, dry systems also have aspects that need to be improved, such as the lack of skilled manpower and good planning. For the evaluation of the feasibility of the frame systems, a basic project of a popular residence was used and an economic analysis was carried out, through a budget and schedule worksheet, thus determining the cost and time of execution of the work.

Keywords: Wood frame; Steel frame; rationalization of construction

1. Introdução

Ao longo da história, os materiais de construção tiveram uma participação importante na execução de habitações, monumentos, estradas, pontes, pois apresentavam aspectos funcionais imprescindíveis à consolidação das sociedades e desenvolvimento urbano. Através da extração de materiais da natureza era possível construir lugares que abrigassem as famílias das condições climáticas, meios que facilitassem o deslocamento das pessoas e melhorassem o transporte de cargas.

Inicialmente, o desenvolvimento dos materiais se deu de forma lenta, pois não obtinham os meios necessários para extração e análise das características físico-química de cada componente presente. Os materiais e as técnicas de construção foram alterados no decorrer dos anos, fatos históricos como Revolução Industrial (sec. XIX), Escola de Chicago (início do sec. XX) contribuíram para novas técnicas e novos métodos construtivos. A busca e a necessidade por padrões melhores facilitou a inovação de materiais mais resistentes, com maior durabilidade, maleáveis e com melhor aparência (BARROS, 2010).

Os materiais ditos como brutos que edificavam as construções, como por exemplo, a terra, as pedras, a madeira e as fibras vegetais, foram substituídas aos poucos por tijolos, argamassas, blocos de concreto, *drywall*, pré-moldados, materiais simples ou compostos que podem ser facilmente extraídos da natureza ou elaborados industrialmente (BARROS, 2010). Com a modernidade, a construção civil teve um crescimento incessante, obtendo rápido desenvolvimento das cidades e as mais diversas inovações no setor, porém, inúmeros problemas foram surgindo e colaborando para a degradação do meio ambiente.

Com esta constatação, segundo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Edificações Sustentáveis IMED (2014), diversas áreas iniciaram a busca por métodos que pudessem atenuar ou até mesmo anular fatores prejudiciais ao ecossistema. As elevadas quantidades de resíduos gerados pela indústria da construção civil provocam grande impacto no meio ambiente, surgindo assim, a necessidade de criar sistemas construtivos que levem em consideração três aspectos do desenvolvimento sustentável – econômico, social e ambiental.

A inovação de um sistema construtivo sustentável segue um conceito de custos mais baixos e a redução do impacto ambiental nas fases de execução de uma construção, considerando desde o início do projeto, seguida pela execução até o final da construção, visando o aperfeiçoamento do uso de matérias-primas, redução do tempo e anuência das pessoas envolvidas no processo, proporcionando conforto e qualidade dos usuários (GOMES; LACERDA, 2014). Ao mesmo tempo, a economia em uma obra depende do material de boa qualidade bem como sua precisa execução, a relação custo-benefício a médio e longo prazo e a diminuição de resíduos gerados, a fim de evitar o desperdício e contribuir com a sustentabilidade.

Atendendo as condições acima citadas, foram desenvolvidos os sistemas construtivos de estruturas de madeira (*Wood Frame*) e estruturas de aço (*Steel Frame*), também denominados de construção seca por não utilizar água no canteiro de obras, exceto na fase da fundação.

O sistema construtivo *Wood Frame* tem sua origem norte-americana e está relacionado com a construção rápida. A estrutura é formada por perfis de madeira (geralmente de

reflorestamento como o pinus) e placas de OSB que constituem as paredes estruturais, suportando as cargas verticais (telhados e pavimentos), perpendiculares (ventos) e de corte, e transferindo-as para a fundação. O sistema permite a utilização de diversos tipos de fundações, porém a mais recomendada para uma estrutura leve e de distribuição uniforme, é o radier e sapata corrida. (IMED, 2014).

Segundo Cabral (2015), hoje em dia, a construção em Wood Frame vem se expandido e representa a solução para mais de 90% das casas canadenses e suecas, mais de 75% das americanas e mais de 30% das alemãs. Com grande agilidade e produtos industrializados, o Wood Frame também garante benefícios para o meio ambiente. Durante o processo de construção é emitido 80% menos CO₂ no processo e produzido 85% menos resíduos.

O sistema construtivo Steel Frame surgiu na América do Norte, durante o século XIX, e disseminou-se rapidamente pelo mundo todo. Atualmente é um dos sistemas construtivos mais modernos utilizados pelos países desenvolvidos, como Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, Canada e Japão.

As construções em aço leve devem apresentar condições estruturais consideráveis para o suporte das cargas da edificação e de seus componentes, de forma a garantir a modulação da construção. (JARDIM, 2004).

Esse tipo de estrutura não é utilizado nenhum tijolo ou concreto, exceto para as fundações. Permite total controle dos gastos já na fase de projeto, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas.

Como em qualquer sistema construtivo, as estruturas *Wood Frame* e *Steel Frame* apresentam aspectos negativos no que concernem as inovações necessárias para o desenvolvimento de construções a seco.

Apesar da baixa produtividade decorrente no Brasil, esses sistemas são amplamente utilizados em países da América do Norte e Europa. No Brasil, o déficit de moradias é extremamente elevado e esses sistemas seriam uma excelente solução para as dificuldades encontradas no cenário atual. Porém, apresentam deficiências como a falta de mão de obra qualificada e falta de planejamento por parte dos profissionais envolvidos, uma vez que é precário o conhecimento no Brasil.

Outro fator negativo é o custo de determinadas peças, que por serem importadas se tornam mais caras e de difícil acesso.

De acordo com Powell, Tilotta e Martinson (2008), para que uma casa seja exemplar ela deverá apresentar algumas características, tais como, conforto, segurança, ser durável e também ser sustentável.

Com toda a situação desfavorável que vivemos em um país globalizado onde o avanço na construção civil não foi totalmente alcançado, não é preciso manter um padrão já que podemos evoluir com praticidade, conforto e qualidade. Investir em inovação, sustentabilidade e tecnologia é essencial para o progresso na indústria da construção civil.

Embora essas técnicas sejam pouco usadas consideravelmente, por que os brasileiros ainda não veem estes sistemas como uma primeira opção na construção civil? Quais as vantagens que a construção a seco possui em relação à construção de alvenaria

convencional? Quais os motivos que tornam a utilização do *Wood Frame* e *Steel Frame* serem sustentáveis?

Pode-se considerar que as construções a secos são métodos com técnicas eficazes que visam pontos positivos como custo-benefício, qualidade e sustentabilidade, visto que o impacto causado pela construção civil no meio ambiente é enorme. Enquanto nas construções convencionais utilizam-se tijolos e blocos de concreto juntos de argamassa, estas construções com aço, madeira e gesso substituem materiais prejudiciais à natureza podendo ser reutilizados e reciclados após seu uso. Em um sistema seco, as paredes construídas em gesso, podem inclusive ser recicladas transformando-se em matéria prima para produzir cimento.

Tem-se por objetivos nesse artigo: apresentar uma abordagem geral dos sistemas construtivos *Wood Frame* e *Steel Frame* e seu desempenho na construção civil; estabelecer os dados e quantitativos de materiais e serviços para a elaboração do orçamento e cronogramas dos sistemas construtivos para uma edificação, considerando o *Wood Frame*, o *Steel Frame* e a alvenaria convencional.

Para isso foi utilizada uma edificação com uma planta baixa simples e realizado o orçamento para essa mesma edificação utilizando os três sistemas construtivos.

2. Revisão

Nessa breve revisão serão abordados, de forma resumida, os métodos construtivos a seco wood frame e steel frame. Dando-se destaque para o modo exevutivo.

2.1 Wood frame

De acordo com Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2015), apesar da escassa aplicação de edificações em *Wood Frame*, o sistema apresenta grande flexibilidade, o que acaba tornando-o viável no cenário nacional. Execução de pesquisas demonstra que esse método inovador será tendência nas gerações futuras.

As casas pré-fabricadas de madeira proporcionam conforto e ao mesmo tempo elegância, podendo ser construídas na cidade, praia ou campo. Os projetos buscam atender as mais diferentes necessidades, utilizando métodos versáteis e acabamentos de excelente qualidade. (CASAS BRAZIL, 2017).

Resistência ao fogo, estruturas pré-fabricadas de fácil trabalhabilidade, isolamento térmico, alta resistência a cargas de impacto, bom comportamento mecânico (tração e compressão), é um dos grandes benefícios do sistema construtivo em madeira.

2.2 Steel frame

Atualmente, o sistema em *Steel Frame* destaca-se na Europa, EUA, Japão, Nova Zelândia, Canadá, Austrália entre outros países.

No Brasil, teve início em 1998 em edificações de médio e alto porte padrão a fim de inovar no modo de construir das maneiras convencionais, visando as vantagens tanto para o construtor, quanto para o consumidor. (PENNA, 2009).

Assim como o *Wood Frame*, o *Steel Frame* é um sistema construtivo que faz parte do sistema CES – Construção Energética sustentável, que se utiliza perfil de aço galvanizado, conforme NBR 6355:2003 – Perfis estruturais, de aço, formado a frio (ABNT, 2003)– possibilitando construções a seco sem o uso de materiais como cimento e tijolo.

Conforme Crasto, Freitas e Santiago (2012), esses perfis em chapa de aço zincado de bitola leve, são utilizados na composição de painéis portantes e não portantes, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhados, entre outras.

Para as construções em *Steel Frame*, não há metragem máxima. Podem ser para obras de pequeno a grande porte, como aeroportos, estádios de futebol, edifícios e etc. A estrutura é toda parafusada oferecendo resistência à edificação podendo ser de até 5 andares. Para edificações com mais de oito andares, é necessário usar um conjunto de aço pesado com aço leve para as paredes internas.

O aço oferece diversas vantagens em relação a sua utilização como: menor tempo de construção e retorno mais rápido de investimento; é resistente a terremotos; possui vida útil longa; oferece excelentes soluções para isolamentos termo acústicas; melhor controle da umidade nos ambientes internos sem proliferação de fungos e mofo; é difícil a o aparecimento de fissuras, entre outras.

Os sistemas de construção em *Steel Frame* vêm aumentando na última década devido a crescente demanda na área da construção, com o propósito de métodos mais rápidos de execução. (REFORMOLAR, 2015). Muitas cidades do Brasil já adotaram a utilização desse novo sistema

2.3 Estruturas dos sistemas a seco

Nas construções a seco existem dois conceitos estruturais básicos que são utilizados devido a sua praticidade, são eles: *Balloon Framing* e *Platform Framing*, ambos podem ser atribuídos aos métodos construtivos *Stick*, por painéis e de construção modular.

Balloon Framing, também chamado de sistema balão, é um método que apresenta estruturas que vão da fundação até o telhado, sendo as vigas pregadas nas laterais dos montantes e, posteriormente envolvidas por guias horizontais sobrepostas. (FUTURENG, 2017).

Platform Framing, também denominado como sistema plataforma, surgiu após a evolução do *Balloon Frame*, onde os perfis são construídos por pavimentos, sendo formada uma base para a elevação de um novo pavimento. Este método é o mais utilizado nos dias atuais. (FUTURENG, 2017).

O método *Stick* ou tradicional consiste na montagem de toda estrutura dentro do canteiro de obras. Todos os perfis são cortados, os painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são montados na obra e erguidos assim que prontos para a finalização com os revestimentos internos e externos conforme figura 14. Uma das desvantagens deste sistema é exigir mais mão de obra dentro do canteiro, podendo dificultar a velocidade da obra e aumento do custo. (CRASTO; FREITAS, 2006).

No método por painéis, segundo Crasto e Freitas (2006), a montagem da estrutura, painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras de telhados são feitos em uma fábrica

e transportados pronto para o canteiro de obras. Na obra é preciso que os mesmos sejam aparafusados na posição correta. Para um resultado positivo quanto à montagem na obra, é necessário o envio dos projetos da estrutura e da fabricação das peças junto com o transporte dos painéis. É possível que as etapas de revestimentos internos, externos e isolamentos já venham juntamente dos painéis diretamente para montagem na obra.

Diferente do método anterior, este possui vantagens referente ao tempo de execução no canteiro que é menor, diminuindo o custo e a mão de obra e mantendo uma qualidade melhor visto que os erros na execução dos componentes modulação e alinhamento dos perfis são praticamente reduzidos.

O problema referente a este método é quanto ao transporte dos painéis que em alguns casos não podem ser inteiros e precisam ser divididos. Portanto qualquer modificação ou adaptação deve ser considerada no projeto.

O método modular é menos usado, pois requer projetos mais diferenciados. Este método consiste em toda a montagem fora do canteiro de obras, desde a estrutura até os acabamentos, restando para ser executado no canteiro, somente a ligação entre os módulos. As vantagens desse método assemelham-se ao método por painéis que elimina as etapas no canteiro de obras, diminuindo os erros e os custos com mão de obra.

A desvantagem desse método é a necessidade de um local com espaço grande para montagem e armazenamento dos módulos construídos.

3. Procedimentos Metodológicos

Para realização do orçamento, foi usado um projeto de planta baixa fornecido por uma empresa do Paraná, a Paraná Edificações, que consiste em uma casa simples em alvenaria convencional e adaptamos para os sistemas *Wood Frame* e *Steel Frame*.

A residência possui uma área construída de 50,05 m² e distribuída da seguinte forma: Sala: 8,43 m²; Cozinha: 10,68 m²; Banheiro: 2,87 m²; Circulação: 2,20 m²; Quarto 1: 5,94 m²; Quarto 2: 7,39 m²; Quarto 3: 6,92 m².

Para a realização do levantamento e quantitativo dos materiais e serviços necessários para a execução do projeto base, foram considerados os dados fornecidos pela empresa Paraná Edificações, e foram readequados a materiais mais adaptáveis e disponíveis ao mercado atual.

Para a realização das planilhas orçamentárias dos três sistemas foram seguidos os insumos da tabela SINAPI atualizada em março de 2017, da SCO atualizada em fevereiro de 2017 e também preços de mercado atual. Para a concepção das planilhas, foi necessário identificar os materiais utilizados e as etapas para construção de cada sistema.

Na Etapa de Serviços Preliminares foi considerada a delimitação da área do terreno do projeto base. Por ser uma obra de pequeno porte, o alinhamento é realizado sem o auxílio de equipamentos, sendo considerada a utilização de tábuas de madeira corrida.

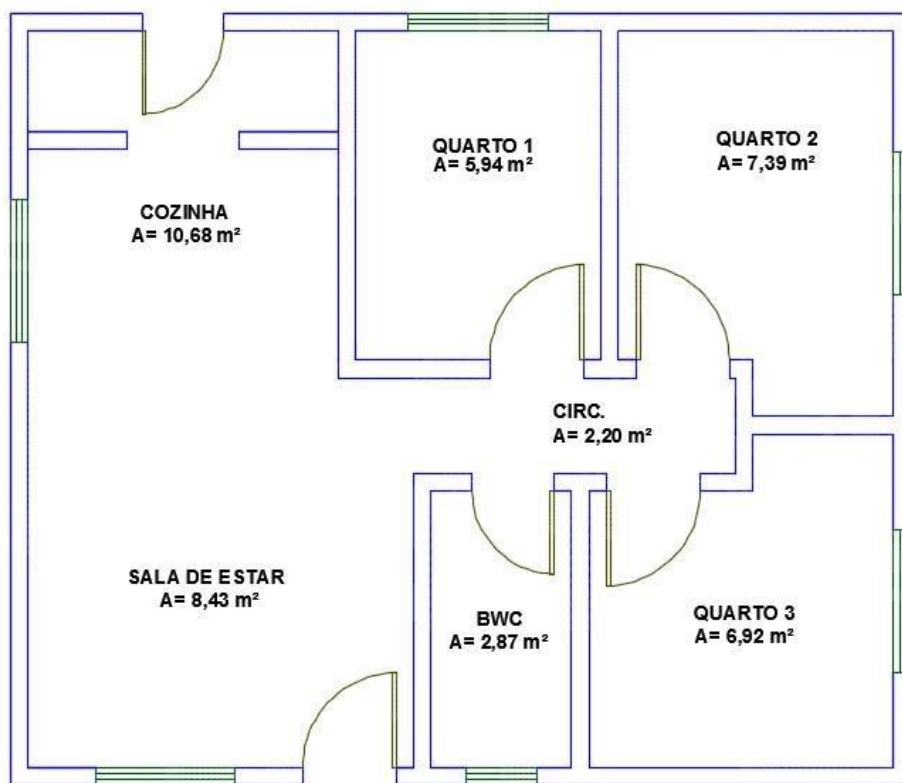


Figura 1: Layout da planta baixa. Fonte: ECKER E MARTINS (2014).

Para a Etapa de Fundação, o *radier* foi a opção para os sistemas a seco, já que a construção é feita com perfis leves e não precisa suportar uma grande carga. É uma fundação econômica e rápida que também pode ser o piso para casa.

Para o sistema convencional optou-se pela sapata corrida, pois há um aumento na concentração de carga, sendo necessária uma fundação mais resistente e com o apoio de vigas baldrames, para o auxílio da distribuição do peso próprio da estrutura para o solo.

O método construtivo usado para os sistemas a seco foi o método por painéis, onde são levados prontos para o canteiro, em seguida, sendo aparafusados à fundação e fixados na posição correta.

Para estrutura do *Wood Frame* usamos a madeira pinus, com seção de 38x89 mm para os painéis autoportantes e treliças das coberturas. Guias superiores duplas em todos os cantos das paredes e espaçamento de 60 cm para as tesouras e montantes.

Para o *Steel Frame* foi considerado o aço galvanizado, sendo perfil U enrijecido (Ue) para a formação dos painéis autoportantes, e perfil U (U) para as guias e com o mesmo espaçamento do sistema *Wood Frame*.

Já para alvenaria convencional foram usadas as estruturas habituais de vigas e pilares, e fechamentos em tijolos cerâmicos e argamassa (cimento e areia) para a execução das paredes.

Quanto aos revestimentos de parede externas, usou-se placa cimentícia Brasilit de 1200x2400x10 mm para os dois sistemas a seco, pois é resistente à exposição de água e

dilatação térmica. Nos painéis considerou-se envelopamento com membrana hidrófuga da Typar para a impermeabilização.

Nos revestimentos de paredes internos, são utilizadas chapas de gesso acartonado ST 1200x2400x12,5 mm para ambientes secos e chapas de gesso acartonado RU 1200x2400x12,5 mm para ambientes úmidos. O selante de poliuretano é utilizado para vedação das juntas, apresentando características não corrosivas. Para isolamento térmico optou-se pela lã de vidro, que é uma das mais utilizadas na construção civil, com o tempo não diminui a sua capacidade isolante e evita a propagação das chamas e o risco de incêndio. Além disso, no *Wood Frame* também foram usadas placas LP OSB HOME PLUS, com fácil instalação e proteção anticupim.

O chapisco e o emboço de argamassa foram destinados para o revestimento de parede da alvenaria, respectivamente, proporcionando uma melhor aderência e regularização da superfície para preparo (massa corrida) e pintura.

Todos os sistemas apresentam janelas com dimensões e materiais iguais, sendo a do banheiro de alumínio 60x60 cm e dos demais ambientes de vidro temperado com 2 folhas de correr 120x100 cm. As portas são de madeira nas dimensões 80X210X3,5 cm e 70x210x3,5 cm, sendo a porta externa feita por material metálico anodizado com dimensão 70X210 cm.

No forro interno dos sistemas *frame*, o gesso acartonado (*drywall*) foi escolhido por ser prático, econômico e com excelente acabamento e durabilidade. A manta térmica protege o forro contra a passagem de calor. Quanto ao isolamento acústico para os painéis, foi considerada a lã de vidro.

Já o forro externo de todos os sistemas é o PVC com entarugamento, que atende os padrões de raios solares, sendo leve e não sobrecarregando a estrutura.

Para os telhados, as telhas de fibrocimento ondulada com espessura de 6 mm, foram consideradas para ambos os sistemas.

A diferença da estrutura da cobertura é o tipo de material aplicado. No *Steel Frame* são usados perfis de aço formados a frio com seção 89x41x0,8x3000 mm. No *Wood Frame*, são utilizadas a mesma madeira e seção dos perfis estruturais juntamente das ripas com seção de 2,5x5,0 cm. Para a alvenaria, optou-se pelo madeiramento de lei, que atende vãos de 7 a 10 m e são resistentes às intempéries e ataque de fungos.

Nos revestimentos de piso, foi utilizado piso cerâmico PD-32600 boldos esmaltados 45x45 cm, padrão popular. Para os azulejos do banheiro, cozinha e área de serviço, consideramos cerâmica esmaltada 20x20 cm, 1ª linha, com altura de 1,5 m na cozinha e na área de serviço.

Para a realização da pintura, é aplicado selador nas paredes para garantir a sua impermeabilização e, logo em seguida, utiliza-se a massa corrida para acabamento uniforme e recebimento da pintura. Para a pintura do teto é utilizado a aplicação de selador e tinta PVA.

As instalações elétricas e hidrossanitárias foram as mesmas para os três sistemas, com tubulações e conduítes passados por dentro da estrutura.

A limpeza final é destinada as construtoras, que tem a responsabilidade pela a entrega da obra. Consiste na retirada de sujeiras, respingos de tinta, excesso de rejunte, limpeza da fachada, lavagem d caixa d'água, entre outros.

4. Aplicações e Resultados

Levando em consideração que os sistemas a seco são pouco utilizados e conhecidos aqui no Brasil, foi optado não comparar com a alvenaria convencional e sim mostrar que também são sistemas de boa qualidade, com tecnologias avançadas, e que apesar de serem materiais diferentes, também possuem a mesma funcionalidade estrutural.

Os resultados apresentados de forma resumida na Tabela 1 mostram que os custos para a construção de residências nos sistemas a seco são bem aproximados do sistema padrão, sendo viável a utilização desses novos métodos.

Na composição dos custos, os pontos mais importantes são as despesas com material e mão-de-obra. Na Tabela 1, nota-se que o preço dos materiais nos sistemas *frame* é um pouco superior devido à aplicabilidade do aço e da madeira ainda serem pouco utilizados, tornando-o valorizado. Porém, o custo da mão de obra é relativamente mais econômico, por utilizar uma equipe menor e apresentar tempo de execução mais rápido devido à simultaneidade das tarefas. Na alvenaria, os preços dos materiais são mais baixos por causa da acessibilidade, mas o gasto com a mão de obra é superior, por esse sistema apresentar uma produção mais lenta e depender de uma quantidade maior de funcionários para sua execução.

PLANILHA DE MATERIAIS E MÃO DE OBRA PARA EXECUÇÃO DE CASA RESIDENCIAL POPULAR			
PLANILHA RESUMO			
SISTEMA	MATERIAL		MÃO DE OBRA
STEEL FRAME	R\$	62.761,52	R\$ 15.982,15
WOOD FRAME	R\$	48.933,52	R\$ 15.873,27
ALVENARIA CONVENCIONAL	R\$	44.315,92	R\$ 35.921,53

Tabela 1- Planilha resumo de materiais e mão de obra Fonte: elaborado pelos autores.

Com relação aos sistemas a seco, os materiais utilizados e etapas para execução dos serviços são bem similares em ambos os sistemas a seco. Os materiais utilizados para revestimentos internos e externos, cobertura, painéis devem seguir as recomendações e tratamentos necessários para que a construção apresente um bom desempenho e durabilidade. A diferença presente para essas construções é a estrutura dos perfis. O *Wood Frame* se torna mais econômico que o *Steel Frame*, por ser tratar de perfis de madeira reflorestada, não necessitando de equipamentos e ferramentas mais sofisticados e por ser um material abundante. Já os perfis de aço, apesar de apresentarem alta qualidade, possui muita variação de preço em função do câmbio e de uma demanda maior de profissionais experientes por se tratar de uma estrutura que trabalha com precisão milimétrica, tornando seu custo um pouco mais elevado.

Com relação à alvenaria convencional, o custo total do sistema convencional é mais elevado que os sistemas a seco, pois as etapas são mais demoradas para serem feitas e terminadas, como por exemplo, a etapa de fundação que requer uma cautela maior devido ao peso da estrutura. Todos os serviços realizados demandam certos cuidados para que a construção não apresente patologias, já que são feitos de forma manual no canteiro de obras. Todos esses aspectos o tornam mais lento e com o custo maior.

Para a construção do cronograma foi preciso determinar o tempo de execução da obra para cada tipo de sistema, sendo utilizado o Gráfico de Gantt de controle. Para o mesmo, foi considerado o início de do projeto em 04/01/2017 com 40 horas semanais, sendo 8 horas por dia, de segunda a sexta-feira e descontando os feriados. A definição do prazo das tarefas foi analisada e planejada por meios de estudos e vivência na área, que permitiram a quantificação de dias necessários para a execução da casa. Na tabela a seguir, pode-se verificar que os resultados obtidos foram vantajosos para os sistemas a seco, por seu tempo de execução ser até 60% menor que a alvenaria, evitando desperdício. Além de apresentar menos imprevistos e ser mais econômico.

CRONOGRAMA DOS SISTEMAS	
PLANILHA RESUMO	
SISTEMA	TEMPO DE EXECUÇÃO
STEEL FRAME	77 DIAS
WOOD FRAME	77 DIAS
ALVENARIA CONVENCIONAL	161 DIAS

Tabela 2 - Cronologia dos sistemas construtivos. Fonte: elaborado pelos autores.

5. Considerações Finais

Os sistemas construtivos *Wood Frame* e *Steel Frame* ainda não apresentam grande evolução no Brasil apesar de evidenciar características vantajosas para a indústria da construção civil, pois o tradicionalismo até o momento é predominante com o uso do sistema convencional de alvenaria.

A aplicação e a funcionalidade dos sistemas a seco apresentam métodos de desenvolvimento para a Engenharia Civil, visto que são construções mais rápidas, com materiais de alta qualidade e, que muitas vezes substituem etapas mais extensas na construção, possibilitando resultados similares ou até melhores.

Com este trabalho, conclui-se que os sistemas *frame* promovem grandes benefícios nos aspectos de desenvolvimento sustentável, abrangendo não somente as questões ambientais, mas também social e econômica.

As práticas de sustentabilidade são um dos assuntos mais abordados na atualidade, embora a nossa sociedade não possua uma linha de raciocínio voltada para suprir as necessidades pensando nas próximas gerações. Para a Engenharia, a ideia de sustentabilidade é construir novas técnicas e métodos que desenvolvam o reaproveitamento de materiais e mão de obra, considerando atitudes ecologicamente corretas e preservando o futuro das gerações.

Tanto o *Wood Frame* como o *Steel Frame* são construções que se destacam pelos materiais renováveis e pela agilidade no processo de execução, o que acaba tornando-o mais econômico. Podemos observar nos orçamentos, que a alta exatidão nos métodos permite o planejamento prévio dos materiais e dos custos, considerando possíveis gastos extras e não esperados.

Afirmamos também que o conforto térmico e acústico são um dos pontos que mais relevantes nos sistemas, contribuindo para uma melhor qualidade de vida e bem estar dos usuários. O tratamento dos painéis quanto ao isolamento acústico promove uma redução nos ruídos, já o térmico permite uma melhor sensação térmica na construção, colaborando para a diminuição do consumo de energia elétrica.

Com a utilização desses novos sistemas, o Brasil entraria para o rol dos países desenvolvidos que adotaram práticas construtivas mais avançadas, proporcionando não só o progresso de novas técnicas como também incentivando a qualificação de mão de obra, gerando uma maior produtividade na área civil e garantindo uma melhor qualidade à construção. Além de contribuir para a redução da produção de resíduos sólidos e do desperdício de recursos naturais.

Referências

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Manual da Construção Industrializada: Conceitos e Etapas. Volume 1: Estrutura e Vedação.** Brasília, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6355 - **Perfis estruturais, de aço, formado a frio.** Rio de Janeiro, 2003.

BARROS, Carolina. **APO – Introdução aos Materiais de Construção e Normalização,** 2010. Disponível em: < <https://edificacoes.files.wordpress.com/2010/04/apo-rev-evolucao-dos-materiais.pdf>>. Acesso em: Abril de 2010.

CABRAL, Alessandra. O QUE É WOOD FRAME? **Engenharia Civil Diária, 2015.** Disponível em: <<https://engenhariacivildiaria.com/2015/03/03/o-que-e-wood-frame/>>. Acesso em: 03 de Março de 2015.

CASAS BRAZIL. **A Empresa.** Disponível em:< <http://casasbrazil.com.br/a-empresa>>. Acessado em Março de 2017.

CRASTO, Renata C. M.; FREITAS Arlene. M. S. **Steel Framing: Arquitetura – BS/CBCA.** Rio de Janeiro, 2006.

_____.;_____.; SANTIAGO Alexandre K. **Steel Framing: Arquitetura.** Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da construção em aço. 2 ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.

ECKER, T. W. P.; MARTINS, V. **Comparativo dos sistemas construtivos steel frame e wood frame para habitações de interesse social.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

FUTURENG. **O Aço e a Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/o-aco-e-a-sustentabilidade>>. Acessado em: Março de 2017.

GOMES, J. O.; LACERDA, J. F. S. B. **Uma visão mais sustentável dos Sistemas Construtivos no Brasil: análise do estado da arte**. Revista do SENAI/SC. Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014.

IMED. **Núcleo de Estudo e Pesquisa em Edificações Sustentáveis**, 2014. Disponível em: <https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014_submission_147.pdf>. Acesso em: 2014.

JARDIM, Guilherme Torres da C.; CAMPOS, Alessandro de Souza. **“Light Steel Framing”**: Uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. Artigo técnico apresentado em palestra da CBCA. São Paulo, 2004.

PENNA, Fernando C.F. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática**. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

POWELL, K. L.; TILOTTA, D. C.; MARTINSON, K. L. **Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing**. Madison: USDA, 2008.

REFORMOLAR. **Cuidados básicos na hora de construir ou reformar**. Disponível em: <<http://www.reformolar.com.br/construcao-steel-frame/>>. Acesso em: 22 de Julho de 2015.