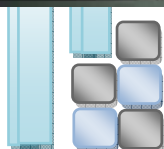


Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social



Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

Marco Antonio Batista Pivovarski¹; Jorge Luiz Talignani Junior²

¹ Faculdade Educacional Araucária – Engenheiro Civil

² Faculdade Educacional Araucária – Engenheiro Civil

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo demonstrar um comparativo econômico entre o uso de dois sistemas construtivos diferentes na construção de habitações de interesse social. De um lado o sistema convencional, que tem como característica um método artesanal na execução das edificações, grande desperdício de material, alta demanda de mão de obra e maior prazo para conclusão do empreendimento. Do outro lado temos o Light Steel Framing, sistema inovador ainda pouco conhecido no Brasil, de produção industrial, que se caracteriza pela montagem de painéis de perfis de aço galvanizado, que tem como característica principal o reduzido tempo de execução de obra, melhor acabamento, redução do uso de cimento e menor geração de resíduos. Os resultados foram obtidos através de um estudo de caso no qual foi desenvolvido um comparativo de custos e prazo entre os dois sistemas a fim de avaliar a viabilidade do uso deste novo método construtivo na execução de habitações populares. Constatou-se que o sistema Light Steel Framing tem custo mais alto que o sistema convencional, no entanto possui cronograma de obras reduzido, o que torna este sistema competitivo no mercado e viável para a construção de habitações de interesse social.

Palavras chave: Light Steel Framing, Sistema construtivo, Habitações de interesse social.

ABSTRACT

This work aims to demonstrate a comparative economic between the uses of two different construction systems in the construction of social housing. On one side the conventional system, which features a method of execution in craft buildings, big waste of material, high demand for labor and higher deadline for completing the project. On the other hand we have the Light Steel Framing, innovative system still little known in Brazil, industrial production, which is characterized by the assembly of panels galvanized steel profiles, which main characteristic is the reduced time of execution of works, better finish, reduce the use of cement and less waste. The results were obtained through a case study where we developed a comparative cost and time between the two systems in order to assess the feasibility of using this new construction method in implementing affordable housing. It was found that the system Light Steel Framing has higher cost than the conventional system. However has reduced work schedule, which makes this system viable and competitive in the market for building social housing.

Keywords: Light Steel Framing. Constructive system. Social housing.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

1. INTRODUÇÃO

A mudança no perfil das famílias brasileiras, o êxodo rural e a falta de políticas públicas são as principais causas de um dos grandes problemas brasileiros: o déficit habitacional. Conforme descrito por Salatiel (2012), o total de famílias que não tem onde morar ou vivem em condições inadequadas é de 5,8 milhões. De acordo com Braga (2010), o déficit habitacional está concentrado em sua maior parte na região sudeste (37,23%), seguido pela região nordeste (34,17%), região sul (11,21%), região norte (10,41%) e região centro oeste (6,98%). Diversos programas governamentais foram criados, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), no entanto estes programas esbarram na baixa produtividade e no desperdício de materiais devido ao processo construtivo artesanal, também conhecido nos canteiros de obra como *in loco*. A aplicação de novas tecnologias produzidas de forma industrial é uma maneira de racionalizar a cadeia construtiva.

O Brasil é um dos maiores produtores de aço do mundo, porém o uso deste material na construção civil é limitado se considerado o potencial industrial brasileiro. Entre os motivos que levam as pessoas a optarem pelos métodos convencionais de construção podemos citar a formação acadêmica dos alunos de engenharia civil, a cultura do povo brasileiro e a falta de mão de obra especializada em outros métodos construtivos.

O sistema construtivo em perfis de aço galvanizado formados a frio conhecido como *Light Steel Framing* apresenta significativas vantagens se comparado ao sistema construtivo convencional que usa concreto armado em sua estrutura e blocos cerâmicos para o fechamento de paredes. Dentre as características, podemos destacar o menor prazo de execução, racionalização do uso dos materiais, redução de resíduos, menor carga nas fundações, organização do canteiro de obras, menor necessidade de mão de obra e preservação do meio ambiente (CRASTO, 2005).

O objetivo do trabalho é apresentar um comparativo de viabilidade econômica entre o uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF), que utiliza painéis de perfis de aço formados a frio, e o uso do sistema construtivo convencional, que é constituído por alvenaria de blocos cerâmico e concreto armado.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar as características do sistema construtivo convencional;
- Apresentar as características do sistema construtivo LSF;
- Aplicar o sistema construtivo LSF e o sistema convencional em um estudo de caso para construção de Habitações de Interesse Social (HIS).

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

- Analisar os dados obtidos para os dois sistemas construtivos em relação à produtividade e aos custos de produção;
- Definir qual sistema construtivo é mais viável para a construção de HIS;

A procura de alternativas ou soluções inovadoras com melhores custos e menores prazos na busca pelo desenvolvimento habitacional do país. Este trabalho aborda uma alternativa construtiva chamada LSF, que pode colaborar na redução do déficit habitacional brasileiro por meio do PMCMV.

2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS

2.1 SISTEMA CONVENCIONAL

Segundo Santiago (2010), os sistemas construtivos convencionais como a alvenaria de blocos cerâmicos são sistemas de produção lenta, e que necessitam de maior quantidade de mão de obra para a sua execução. Assim, somente as tecnologias artesanais não serão capazes de suprir a demanda por construções no país e solucionar o problema do déficit habitacional.

Na execução de alvenaria de blocos cerâmicos é necessário abrir rasgos na parede para o embutimento das instalações elétrica e hidráulica gerando uma grande quantidade de entulho e consequentemente desperdício de material. Existe ainda a incidência de mão de obra para o fechamento das aberturas para posterior realização do acabamento (CLÍMACO, 2005).

A alvenaria com blocos cerâmicos utilizada no sistema convencional tem como característica elevados desperdícios, deficiência na padronização do processo de produção, ausência de fiscalização dos serviços e planejamento da execução (LORDSLEEM Jr., 2010).

No Brasil, por tradição, o sistema construtivo mais empregado para a construção de habitações é aquele que usa basicamente cimento e alvenaria de blocos cerâmicos. No entanto, esse sistema possui um alto custo associado (BERNARDES *et al*, 2012).

Segundo Thomaz (2009), a alvenaria de blocos cerâmicos é destinada a dividir ambientes e preencher os vãos das estruturas de concreto armado. Além do peso próprio, devem suportar as cargas de utilização, cargas estáticas e dinâmicas, incidência de ventos e impactos acidentais.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

2.2 SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING*

O termo *Light Steel Framing* é usado mundialmente para designar um sistema construtivo de concepção racional, que usa perfis de aço galvanizados formados a frio utilizados para composição de painéis estruturais e não estruturais. Por ser um sistema industrializado, permite construções a seco em um curto espaço de tempo. Podemos denominar o *Light Steel Framing* como sistema auto portante em aço de construção a seco (CRASTO, 2005).

No entanto, o *Light Steel Framing* não se limita apenas a uma estrutura de aço leve, mas em um sistema construtivo com vários subsistemas que incluem a fundação, o isolamento, o fechamento interno e externo e as instalações hidráulicas e elétricas (CRASTO, 2005, *apud* Consul Steel, 2002).

Segundo Crasto (2005), LSF é basicamente uma estrutura composta pela reunião de piso, paredes e cobertura possibilitando a integridade estrutural da edificação resistindo assim aos esforços solicitantes.

No início do século XIX, a população dos Estados Unidos multiplicou-se substancialmente, crescendo a necessidade de novas habitações. Para atender a esta demanda, optou-se pelo uso da madeira frente às imensas reservas florestais existentes naquele país. Empregando os conceitos originados na revolução industrial, como praticidade, velocidade e produtividade, surgia o sistema construtivo denominado *Wood Framing* (JARDIM; CAMPOS, 2004).

Desde então, as construções em madeira se tornaram o método construtivo mais utilizado nos EUA. Em 1933, com o grande desenvolvimento da indústria americana do aço, foi apresentado na Feira Mundial de Chicago um protótipo de uma residência que utilizava perfis de aço em substituição a estrutura de madeira. Este sistema ficou conhecido como LSF (CRASTO, 2005, *apud* Frechette, 1999).

Segundo Crasto (2005), com o fim da 2ª Guerra Mundial, a economia americana começou a crescer e a abundância na produção de aço possibilitou a evolução nos processos de fabricação de perfis formados a frio. O uso destes perfis em substituição aos de madeira demonstrou inúmeras vantagens devido a maior resistência e eficiência do aço nas estruturas e a possibilidade de resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões. As flutuações de preço e da qualidade da madeira ocorridas na década de 90 estimularam o uso de perfis de aço na construção civil.

Segundo Jardim e Campos (2004), na década de 90, a iniciativa privada se empenhou para projetar o LSF no mercado brasileiro sendo este conhecido como

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

construção a seco. Hoje podemos encontrar o uso desta tecnologia em várias regiões do País, em construções de residências, hospitais, escolas, dentre outras.

Uma das principais características do uso de perfis de aço como opção de sistema construtivo é o alívio de carregamento nas fundações devido ao baixo peso e distribuição otimizada dos esforços através de paredes leves e portantes. O aço é capaz de substituir paredes de tijolos, estruturas de madeiras para telhados, vigas e pilares de concreto armado com vantagens técnicas, econômicas e ambientais (FORTES; ARAÚJO; RODRIGUES, 2010).

Segundo Jardim e Campos (2004), o uso do sistema LSF possibilita maior agilidade na fabricação e na montagem da estrutura, pois permite a realização de várias etapas de obra em paralelo. Enquanto os painéis das paredes são produzidos na indústria, no canteiro da obra é executada a fundação. É necessária a elaboração de um projeto detalhado que facilitará o acompanhamento do cronograma físico financeiro e a montagem das estruturas.

Os perfis usados em LSF provêm da perfilagem de bobinas de aço ASTM-A36 revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco por processo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido como galvanização. Estes perfis são dobrados a frio, e tem uma espessura entre 0,8 mm a 3,0 mm. Têm como objetivo dar estabilidade e contraventar a estrutura na vertical e horizontal, transmitindo a carga para fundação (CRASTO, 2005).

Os perfis mais utilizados em LSF são do tipo C ou U enrijecido (Ue) para montantes e vigas e o do tipo U são usados como guia para base e topo. O perfil U possui em sua seção alma e mesa também conhecida como aba ou flange, porém não possui aba, presente no montante, permitindo o encaixe deste na guia. As guias em geral não transmitem nem absorvem nenhum tipo de esforço, ficando estes a cargo dos montantes e das viga (CRASTO, 2005).

As seções dos perfis formados a frio para LSF e suas aplicações são definidas pelas normas NBR 15253 – Perfis de aço formado a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: requisitos gerais e NBR 6355 – perfis estruturais de aço formados a frio: padronização (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008).

No Brasil são comercializadas as dimensões de 90, 140 e 200 mm para a alma do perfil Ue, no entanto as dimensões podem variar de 90 a 300 mm. Dependendo do fabricante, as mesas podem variar de 35 a 40 mm (CRASTO, 2005).

Segundo Freitas e Crasto (2006) o sistema LSF pode ser aplicado em diversos tipos de construções, conforme exemplos a seguir:

- Residências unifamiliares;

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

- Edifícios residenciais;
- Hotéis;
- Hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino;

É possível usar o LSF para reforma de fachadas, construção de mezaninos, coberturas e substituição de telhados, etc.

3. ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo é o Conjunto Residencial Villagio construído no ano de 2012 no Município de Fazenda Rio Grande, região metropolitana de Curitiba-PR, com 14 (quatorze) residências unifamiliares geminadas.

O projeto da residência do Conjunto Residencial Villagio foi elaborado em conformidade com os requisitos e condições mínimas para financiamento pela Caixa Econômica Federal no PMCMV e executado utilizando o método construtivo convencional.

Na fundação foram empregadas estacas escavadas com blocos de coroamento e vigas de baldrame em concreto armado. Na supraestrutura foram utilizados pilares e vigas em concreto armado. Na cobertura foi utilizada laje pré-fabricada e tesouras de madeira com telhas de cerâmica. Para o fechamento foi utilizada alvenaria de blocos cerâmicos.

O estudo de caso consiste na elaboração de um comparativo entre a aplicação do sistema LSF e o sistema convencional na construção de HIS, focado no custo e no prazo de execução da obra.

Para efeito deste estudo foi levado em consideração apenas o Custo Direto¹ da execução da obra, ou seja, não serão considerados BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) bem como os custos relativos à Administração Local². Apesar de este último fazer parte do Custo Direto, é um item que juntamente com o BDI sofrem muita variação entre as construtoras e incorporadoras.

Para o sistema convencional os quantitativos de materiais e serviços foram elaborados com base nos projetos fornecidos pelo incorporador. No entanto, para o sistema LSF foi necessário o dimensionamento dos perfis estruturais e da fundação, adaptados a este sistema.

¹ Resultado da soma de todos os custos unitários dos serviços necessários para a construção da edificação, mais os custos da infra-estrutura necessária para a realização da obra (SINDUSCON-PR).

² É um componente do Custo Direto constituído por todas as despesas incorridas na montagem e na manutenção da infra-estrutura da obra necessária para a execução da edificação (SINDUSCO-PR).

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

Para a composição de preço foi utilizada a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO) e as planilhas de custos foram geradas com auxílio do Software OrçaCasa, ambos da Editora PINI, e com dados obtidos junto a empresas especializadas no ramo.

O preço dos insumos foi obtido utilizando a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (CEF), data-base de janeiro de 2012 para a Cidade de Curitiba e a tabela de preços da TCPO com data-base de janeiro de 2012. O ano de 2012 foi escolhido como referência orçamentária devido ao início da obra ter ocorrido neste período.

Para a análise do prazo de execução da obra foi utilizado o software Microsoft Project, para a geração de um gráfico de barras, e o dimensionamento das equipes de trabalho foi elaborado com base no consumo de mão de obra das composições de serviços encontrados na TCPO.

Alguns subsistemas não foram abordados neste estudo, pois são idênticos aos usados no sistema convencional e não sofrem alteração em função do sistema LSF e não estarão presentes nas planilhas de custo. Dentre estes subsistemas destacamos as instalações elétricas e hidrossanitárias, os revestimentos de piso e parede, pinturas e esquadrias.

Para o fechamento das paredes internas foram aplicadas placas de gesso acartonado tipo ST com espessura de 12,5 mm, sendo esta a espessura mais utilizada, e do tipo RU para as áreas molhadas também com a mesma espessura. Para o fechamento externo serão usadas placas cimentícias de 10 mm, por serem resistentes às intempéries, sob placas de OSB que atuam no contraventamento da estrutura. Estas duas são separadas por uma membrana que atua como uma barreira à penetração de umidade externa.

Para efeito do estudo, a determinação dos perfis estruturais para o sistema LSF foi realizada com base nas tabelas de pré-dimensionamento do Manual do Centro Brasileiro de Construção em Aço - CBCA. O manual padroniza os perfis Ue para utilização em montantes e o perfil U em guias. O limite de escoamento do aço é de 230 MPa (RODRIGUES, 2006).

No entanto, Rodrigues (2006) salienta que estas tabelas não substituem os profissionais especializados no dimensionamento de projetos de estruturas de perfis formados a frio e seus elementos constituintes.

Segundo a NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações (ABNT, 1988) a velocidade do vento para o Município de Fazenda Rio Grande é de aproximadamente 45 m/s e categoria IV para a condição topográfica.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

No manual da CBCA as tabelas de pré-dimensionamento estão divididas de acordo com o pé direito, a carga a ser suportada e a largura da edificação. Portanto, para este estudo foram definidos pé direito de 2450 mm, suportando somente telhado e forro, perfil Ue 90x40 com espessura de 0,95 mm e espaçamento entre os montantes de 400 mm.

Para perfis com largura de mesa igual a 40 mm, a largura da borda do enrijecedor é de 12 mm. De acordo com o padrão brasileiro usado para perfis de aço formados a frio o montante dimensionado foi o Ue 90x40x12x0,95 mm. Para o perfil guia, que é o suporte para o montante, foi selecionado o perfil U 90x40x0,95 mm para que houvesse o perfeito encaixe.

Para as aberturas de portas e janelas é necessário um perfil de reforço denominado verga que é composta por dois perfis Ue conectados entre si. Para a abertura de portas e a janela do banheiro, que são menores que 1,00 m foi adotado o perfil 2 Ue 90 x 40 x 0,95 mm. Para a abertura da janela dos quartos, que é de 1,40 m, foi designado o perfil 2 Ue 90 x 40 x 1,25 mm. Para a abertura da janela da sala, que é de 2,00 m, foi considerado o perfil 2 Ue 90 x 40 x 2,46 mm e para a abertura do abrigo que é de 3,40 m foi selecionado o perfil 2 Ue 250 x 40 x 2,25 mm.

Além dessas aberturas, existem as ombreiras que têm as mesmas dimensões dos perfis dos montantes, e devem ser em número igual ao de perfis interrompidos divididos por 2, somando-se 1 se o resultado for ímpar, em cada lado da abertura (FREITAS; CRASTO, 2006).

Para o forro foi adotada a aplicação de placas de gesso acartonado tipo ST com espessura de 12,5 mm com estrutura em aço e para o banheiro e cozinha foram empregados forro do tipo PVC. O tipo de cobertura é igual à definida no projeto, ou seja, duas águas inclinadas com telhas cerâmicas, porém com estrutura executadas em LSF.

Para os montantes, diagonais e cordas superiores, o perfil adotado foi o Ue 90 x 40 x 12 x 0,95 mm visto que foi o perfil que melhor se enquadrava na edificação levando em conta as suas dimensões.

A fundação empregada foi a do tipo Radier, que segundo informações repassadas por empresas especializadas no sistema LSF na região de Curitiba, Casas Curitiba, Wall System e Placocenter, é a que é comumente utilizada. Executada em concreto armado, é um tipo de fundação rápida e econômica, visto que a própria laje funciona como contrapiso. A espessura adotada é de 15 cm, para evitar a entrada de umidade, atendendo com folga à solicitação na fundação devido ao reduzido peso de toda a estrutura.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

Para a elaboração do projeto de modulação dos painéis de fechamento e posicionamento dos montantes foi utilizada a planta baixa do projeto arquitetônico. Foram definidos módulos de 40 cm por serem múltiplo de 120 cm que é a dimensão da largura das placas de fechamento a fim de reduzir ao máximo a quantidade de perdas de material.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O sistema LSF possui peso consideravelmente inferior ao do sistema convencional. O alívio de carga na fundação foi da ordem de 85%, o que garante economia de insumos e menor custo nesse subsistema.

Com base no dimensionamento realizado e nas tabelas de composição de preços e serviços da TCPO foi elaborada uma planilha orçamentária para os subsistemas considerados no sistema LSF.

Com base nos projetos fornecidos pelo incorporador e nas tabelas de composição de preços e serviços da TCPO foi elaborada uma planilha orçamentária para os subsistemas considerados no sistema convencional.

Com base no custo total de cada sistema construtivo conclui-se que o LSF possui custo direto 6% superior ao do sistema convencional. O QUADRO 1 apresenta um resumo do custo de cada subsistema e o valor do custo total para cada sistema construtivo.

Subsistema	Custo (R\$)	
	Light Steel Framing	Convencional
Fundação	5.266,11	10.541,38
Estruturas e fechamento	30.281,01	22.755,60
Cobertura	5.996,02	5.752,74
Custo direto total	41.543,14	39.049,72

QUADRO 1 - RESUMO DOS CUSTOS PARA CADA SISTEMA CONSTRUTIVOS

A análise do QUADRO 1 aponta que no sistema LSF há uma redução de 50% nos custos com a fundação. Já para as estruturas e fechamento houve um acréscimo de 25% e nos gastos com a cobertura o aumento foi de apenas 4%.

Apesar de o sistema LSF ter custo direto mais elevado em relação ao sistema convencional, o prazo de execução da obra é bem reduzido. Tomando por base os consumos de mão de obra e as orientações apresentadas nas composições de serviço da TCPO, tem-se o cronograma apresentado na FIGURA 1.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

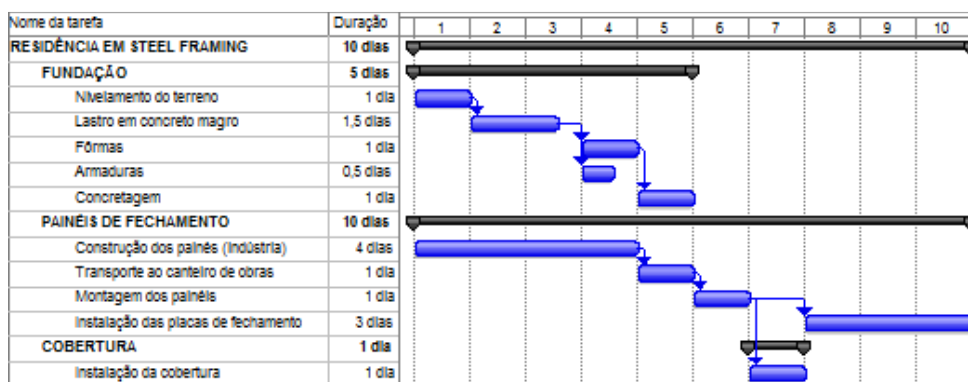


FIGURA 1 - CRONOGRAMA DE OBRA NO SISTEMA LSF

Pode-se observar que no sistema LSF, enquanto a fundação é executada os painéis são produzidos na indústria o que gera maior agilidade na execução da obra. Em suma, todas as etapas construtivas neste sistema são executadas em um curto espaço de tempo sendo que para o caso em estudo foram necessários apenas 10 dias para a conclusão.

No sistema convencional percebe-se que poucas atividades podem ser realizadas em paralelo e outras consomem muito tempo na execução (FIGURA 2) como é o caso da alvenaria que leva 8 dias para ser executada mais 11 dias para a realização do emboço e mais 10 dias para se executar o reboco, sendo que de acordo com a TCPO, deve-se esperar 20 dias após a execução do emboço para se realizar o reboco. No total foram gastos 58 dias para a conclusão do caso em estudo.

Além do tempo elevado para a conclusão das atividades no sistema convencional, o número de trabalhadores envolvidos também é maior. No QUADRO 2 verifica-se o número de profissionais envolvidos em cada etapa e em cada sistema construtivo. Os coeficientes de produtividade foram obtidos na tabela de composição de serviços da TCPO.

De acordo com dados do Sinduscon-Pr, data-base setembro/2013, no sistema convencional o percentual do custo direto referente à mão de obra é em torno de 58%. Entretanto, segundo dados repassados por empresas especializadas em LSF em Curitiba-Pr, o percentual do custo direto para o sistema é de 30%, ou seja, quase a metade.

Quanto maior o número de trabalhadores envolvidos no processo, maiores as despesas com encargos sociais e trabalhistas e maior o custo do produto final, ou seja, da edificação. No entanto, como o sistema LSF necessita de menor contingente de profissionais, o aprimoramento da sua produção industrial pode reduzir o custo final do empreendimento tornando o sistema mais competitivo no mercado.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

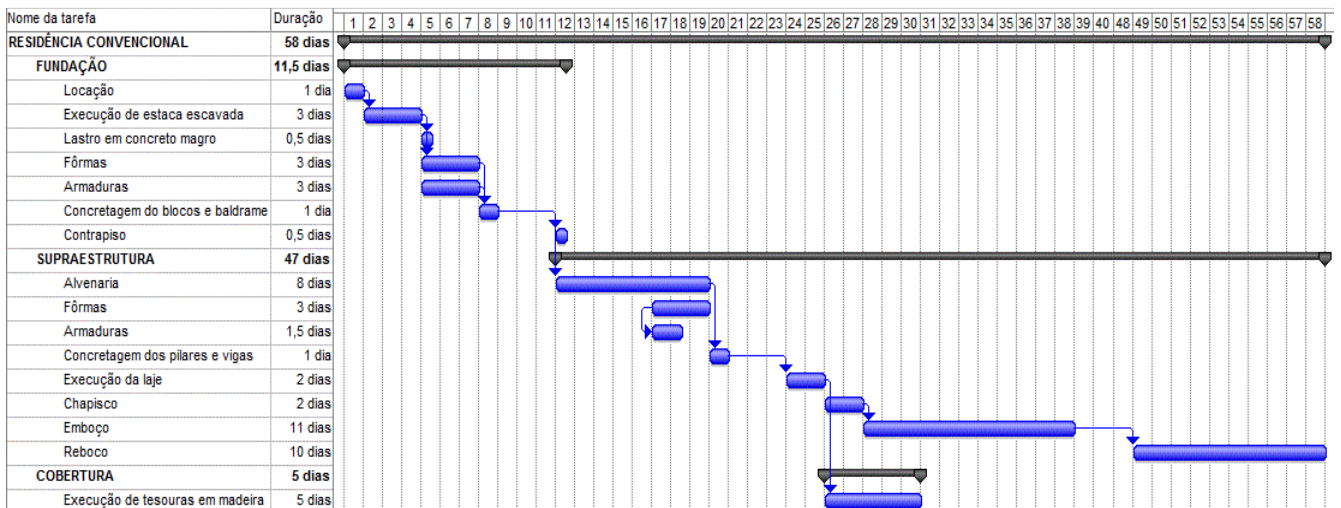


FIGURA 2 - CRONOGRAMA DE OBRA NO SISTEMA CONVENCIONAL

Subsistema	Número de trabalhadores	
	Light Steel Framing	Sistema convencional
Fundação	6 serventes 2 pedreiros	2 carpinteiros 1 ajudante de carpinteiro 2 pedreiros 6 serventes 1 armador 1 ajudante de armador
Estrutura e fechamentos	4 montadores 1 ajudante	2 carpinteiros 1 ajudante de carpinteiro 2 pedreiros 6 serventes 1 armador 1 ajudante de armador
Cobertura	4 montadores 1 ajudante	2 carpinteiros 1 ajudante de carpinteiro

QUADRO 2 - NÚMERO DE PROFISSIONAIS POR SISTEMA CONSTRUTIVO

3. CONCLUSÃO

Neste estudo verificou-se a grande potencialidade do sistema construtivo LSF para a construção de HIS e as vantagens da inserção desta tecnologia nos programas do governo federal destinados a atender a demanda habitacional.

As análises orçamentárias apontaram que o custo direto do sistema LSF é 6% mais elevado do que o sistema convencional, no entanto o prazo para a conclusão do empreendimento é bem reduzido e a demanda por mão de obra também é inferior, apesar desta necessitar ser especializada.

Embora o sistema convencional tenha se mostrado mais econômico no estudo de caso, vale ressaltar que a diferença de 6 % no custo direto poderia ser reduzida se fossem considerados os custos indiretos e a construção de todas as 14 residências do condomínio, visto que a construção em maior escala tende a uma redução nos custos da obra.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

Logo, considera-se que o sistema LSF é mais viável economicamente na construção de HIS em grande escala e quando a relação Custo X Tempo for preponderante. Outra vantagem do sistema é a sua produção industrial que garante maior controle de qualidade, otimização na aplicação dos insumos e mais sustentabilidade na cadeia construtiva.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15253: **perfis de aço formados a frio com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações** – requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 6123: **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

BERNARDES, M. *et al.* **Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em Habitação de Interesse Social**. Faculdade Meridional – IMED, Passo Fundo, 2012. Disponível em: <<http://snccs.imed.edu.br/anais/artigos/Inovação e Materiais em HIS/Comparativo econômico da aplicação do LSF em HIS.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2013.

BRAGA, Camila. **Déficit habitacional: uma oportunidade para a construção civil do país**. 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/deficit-habitacional-uma-oportunidade-para-a-construcao-civil-do-pais/>>. Acesso em: 07 maio 2013.

CLÍMACO, J. C. T. S. - **Estruturas de Concreto Armado. Fundamentos de Projeto**, Dimensionamento e Verificação. UnB Editora, Brasília - DF, 2005.

CONSUL STEEL. **Construcción com acero liviano** – Manual de Procedimento. Buenos Aires: Consul Steel, 2002.

CRASTO, Renata. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. 2005. 231f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=130756>. Acesso em: 18 abr. 2013.

FREITAS, A. M. S; CRASTO, R. C. M. **Manual de construção em aço steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: CBCA, 2006.

FORTES, B. A. C.; ARAÚJO, E. C.; RODRIGUES, F. C. **Os desafios e oportunidades do aço na habitação em série**. Revista Construção metálica, ed. 97 São Paulo: 2010.

Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema Convencional na construção de Habitações de Interesse Social

FRECHETTE. L. A. (1999). **Building smarter with alternative materials**. Disponível em: <<http://www.build-smarter.com>>. Acesso em 20 mai. 2013.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro Souza. **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. 2004. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2004. (Série Manual da Construção Civil). Disponível em: <<http://www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2013.

LORDSLEEM. A. C Jr. **Contribuições ao processo de projeto para produção das vedações verticais: análise de escopo e interação estrutura-alvenaria**. 2010. Dissertação pós-doutoramento em Engenharia de Construção Civil, Politécnica da Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, F. C.. **Steel framing: engenharia**. 2006. IBS - Instituto Brasileiro de Siderurgia. CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço. Rio de Janeiro. 2006. Série Manual da Construção Civil.

SALATIEL, José Renato. **Déficit habitacional: Brasil precisa de quase 8 milhões de moradias. 2012**. UOI Educação, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/disciplinas/atualidades/deficit-habitacional-brasil-precisa-de-quase-8-milhoes-de-moradias.htm>>. Acesso em: 01 maio 2013.

SANTIAGO, A. K.; RODRIGUES, M. N; OLIVEIRA, M. S. de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares**. In: CONSTRUMETAL. 4ª edição, 2010, São Paulo. Congresso Latino-Americano da Construção Metálica. Disponível em: <<http://www.construmetal.com.br/2010/downloads/contribuicoes-tecnicas/23-light-steelframing-como-alternativa-para-a-construcao-de-moradias-populares.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

TCPO. **Tabelas de composição de preços para orçamentos**. – 13 ed. – São Paulo: Pini, 2010.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Como construir steel framing: fundações**. Revista Técnica n. 135, São Paulo: PINI, 2008.

THOMAZ, Ercio. **Código de práticas nº 01: alvenaria de blocos cerâmicos**. IPT - Instituto de Pesquisa e Tecnologia, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.ipt.br/download.php?filename=113-Codigo_de_Praticas_n_01.pdf>. Acesso em: 01 maio 2013.