



O uso do sistema Steel Frame como alternativa para melhor produtividade na Construção Civil

PRATES, Bruno Teixeira e CONFORTE, Marcio Escobar

Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Fundão

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 02 Jun 2019

Revisão: 13 Jun 2019

Aprovação: 28 Jun 2019

Palavras-chave:

Light Stell Frame;

LSF;

Custo;

Eficiência.

Resumo:

A crise na construção levou o setor a uma grande quantidade de demissões, mas isto pode ter servido como alavanca para o seguimento encontrar processos de melhoria na produtividade, tornando os canteiros mais enxutos. A escolha de sistemas construtivos, materiais e equipamentos, como o Light Stell Frame (LSF), geram impactos no custo e tempo de execução da construção de forma que, mesmo que o custo direto com estes insumos seja maior por se tratarem de tecnologias pouco difundidas, os custos pela diminuição do tempo de obra e fatores administrativos tornam esta tecnologia viável. Desta forma, o objetivo do presente artigo é fazer uma análise comparativa entre os custos construtivos da utilização da alvenaria tradicional e com o uso do Stell Frame, apresentando suas vantagens e desvantagens. Neste sentido será utilizado como estudo de caso a construção de um conjunto de casas populares licitado em São Paulo, esta, alinhada com as necessidades atuais da sociedade: curto prazo, eficiência e redução de impacto ambiental.

1 Introdução

Atualmente, no Brasil, vários setores produtivos passam por dificuldades econômicas tornando inviável suas operações, causando desemprego e instabilidade na economia, entre eles o de construção civil.

Além dos problemas sócio-políticos que o país enfrenta, estes fatores são agravados por alguns motivos como: pouco avanço tecnológico nas metodologias de operação em geral e desinteresse/informação sobre novas tecnologias. No setor de construção civil, tanto por parte do construtor como quanto pelo cliente final, ainda há bastante resistência em deixar de trabalhar com os métodos

tradicionais, muitas das vezes por medo de inovar em seu investimento.

Uma destas metodologias construtivas, que gradativamente está conquistando espaço e mercado no Brasil é o Light Stell Frame (LSF) ou apenas Stell Frame. Em outros países a diferença de nome se dá devido a espessura dos perfis utilizados, onde o LSF utiliza-se de perfis de aço leve e o Steel Frame de aço pesado. No Brasil os nomes se “confundiram”, pois, se tornou popular denominar como Stell Frame às construções que se utilizam perfis de aço leve também.

Desta forma, o Steel Frame é um sistema construtivo racional constituído de perfis

leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não-estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Por ser um processo industrializado de construção, permite executar a obra com grande rapidez, a seco e sem desperdícios. [1].

Segundo Hass e Martins [2] a metodologia construtiva do Brasil ainda é, em geral, de forma artesanal, com grande desperdício, baixa produtividade e mesmo o país sendo um dos maiores exportadores de aço do mundo, a utilização deste material em construção civil é pequena frente ao potencial brasileiro.

Atualmente, no Brasil, a metodologia construtiva de vedação e/ou alvenaria mais utilizada ainda é a de blocos cerâmicos. Esta, por sua utilização manufaturada, ainda apresenta muito desperdício. A utilização de tal material, implica ainda no uso de massas para revestimento, cimento, entre outros, que por sua vez, aumentam ainda mais a geração de resíduos sólidos na construção civil. Tudo isso vai de “contramão” das necessidades atuais da sociedade com a preservação e preocupação com o meio ambiente e de como as gerações futuras irão receber o planeta.

2 Light Stell Frame

Como dito anteriormente, o Light Stell Frame (LSF) ou Stell Frame trata-se de um sistema construtivo industrializado estruturado por perfis leves de aço galvanizado trabalhando em conjunto com outros tipos de sistemas, como placas cimentícias e gesso acartonado, garantindo o funcionamento da edificação.

A busca de novas formas e processos para industrialização da construção, mitigando prazos e custos é o motivo com que tecnologias como o LSF estejam cada vez mais presentes no país.

Porém, apesar de se apresentar tecnicamente viável, é necessário um estudo para avaliação mercadológica do sistema como alternativa competitiva e de agregação de valor. [3].

Figura 1: Estrutura em sistema LSF



Fonte: Milan; Novello; Reis, 2011 [3]

Esta tecnologia construtiva pode ser utilizada em todo tipo de obra, desde as de grande porte, como galpões, edifícios e aeroportos, até pequenas construções de residências, como mostra a figura 1. É comum em obras maiores a utilização dos perfis LSF com outros sistemas de aço mais pesados, garantindo assim maior robustez à estrutura.

A utilização de Stell Frame pode estar presente em toda a estrutura da edificação, desde suas lajes, vigas e pilares até as paredes de vedação, estas sem função estrutural.

Porém segundo Rocha [4] o Stell Frame não pode ser simplificado apenas como um sistema estrutural, já que ele influencia em todos outros componentes construtivos, como: instalações elétricas e hidrossanitárias, fundação, isolamento e fechamento interno e externo.

De acordo com Hass e Martins (p.19) [2] o sistema construtivo em LSF apresenta significativas características como:

- *Maior área útil: as seções dos pilares e vigas de aço são mais esbeltas do que as equivalentes em concreto, o que permite aproveitar melhor o espaço interno e aumento da área útil, fator muito importante principalmente em garagens.*
- *Flexibilidade: a estrutura em aço é indicada nos casos onde é necessário adaptações, ampliações, reformas e mudança de ocupação de edifícios. Além disso, torna mais fácil a passagem de utilidades como água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, telefonia, informática etc.*

- *Menor prazo de execução: a estrutura pode ser confeccionada em paralelo com a execução da fundação, possibilitando o trabalho em diversas frentes de serviços simultaneamente, a diminuição de formas e escoramentos e o fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, pode levar a uma redução de até 40% no tempo de execução quando comparado com os processos convencionais.*
- *Racionalização de materiais e mão-de-obra: numa obra, através de processos convencionais, o desperdício de pode chegar a 25% em peso. A estrutura em aço possibilita a adoção de sistemas industrializados, fazendo com que o desperdício seja sensivelmente reduzido.*
- *Alívio de carga nas fundações: por serem mais leves, as estruturas em aço podem reduzir em até 30% o custo das fundações.*
- *Garantia de qualidade: a fabricação de uma estrutura em aço ocorre dentro de uma indústria e conta com mão-de-obra altamente qualificada, o que dá ao cliente a garantia de uma obra com qualidade superior devido ao rígido controle existente durante todo o processo industrial.*
- *Organização do canteiro de obras: como a estrutura em aço é totalmente pré-fabricada, há uma melhor organização do canteiro devido entre outros à ausência de grandes depósitos de areia, brita, cimento, madeiras e ferragens, reduzindo também o inevitável desperdício desses materiais. O ambiente limpo com menor geração de entulho oferece ainda melhores condições de segurança ao trabalhador contribuindo para a redução dos acidentes na obra.*
- *Reciclabilidade: o aço é 100% reciclável e as estruturas podem ser desmontadas e reaproveitadas com menor geração de rejeitos.*
- *Preservação do meio ambiente: a estrutura em aço é menos agressiva ao meio ambiente, pois além de reduzir o consumo de madeira na obra, diminui a emissão de material particulado e poluição sonora geradas pelas serras e outros equipamentos destinados a trabalhar a madeira.*

2.1 As etapas construtivas

As outras etapas construtivas utilizando o Steel Frame também possuem alguns benefícios, já que o sistema influencia de uma forma direta ou indireta nestes.

2.1.1 Fundações

Nesse método construtivo pode-se empregar qualquer sistema de fundação, porém segundo a Techne [1] as soluções mais utilizadas para construções de fundações que irão receber estruturas de LSF são radier, sapata corrida e viga baldrame. Destes o radier é a que se faz mais presente (exemplo figura 2).

Figura 2: Exemplo de radier para LSF



Fonte: Techne, 2008 [1]

Ao se tratar de um sistema estrutural autoportante, ou seja, estrutura que se suporta de forma independente de auxílio oriundo de outras estruturas (como é o caso do bloco cerâmico utilizado apenas como vedação/delimitação de espaço), a fundação precisa ser construída com nivelamento perfeito, permitindo assim a transmissão das ações estruturais. [1].

Outro benefício ao se utilizar perfis de aço leve é que o peso estrutural da construção é consideravelmente menor aos de concreto e aço convencional, motivo ao qual, como dito anteriormente, chega-se a ter reduções de até 30% dos custos da fundação e menores tensões no solo.

O radier é recomendado e utilizado em situações onde o somatório das áreas das sapatas é grande em relação à projeção da edificação. Entretanto, em construções de edifícios residenciais, onde as cargas são

baixas ainda mais ao se tratar de estruturas LSF, é comum optar-se pelo radier, principalmente no caso de repetições, como o do conjunto habitacional de edificações que iremos usar como exemplo adiante.

Durante a construção do radier, o projeto de execução a partir de estrutura Steel Frame já irá prever os pontos para locação dos furos para instalações sanitárias, dados, elétrica e hidráulica (figura 3), evitando assim retrabalhos e erros de compatibilidade de projeto, situações estas que são comuns em obras que utilizam metodologia construtiva artesanal.

Figura 3: Furo para instalações



Fonte: Techne, 2008 [1]

2.1.2 Ancoragem

Para Petersen [5] os tipos de ancoragens a serem utilizados devem ser especificados logo na fase de projeto, este motivo se dá devido ao grau de perfeição que estruturas a LSF possuem, onde tudo deve ser executado com margens de erro menores que 1mm, desta forma todo serviço deve ser previamente pensado.

Segundo Petersen, de acordo com a necessidade encontrada na obra, como profundidade, distância, espessura e posicionamento, podem ser utilizados 5 diferentes tipos de ancoragem:

a) Rosca de ancoragem; conhecida também como tipo J, esta é executada de forma a ser fixada a fundação por meio de um chumbador, este prende-se por parafuso ao perfil. A partir disso fixa-se os montantes. É a ancoragem padrão do sistema LSF.

Figura 4 : Ancoragem de rosca

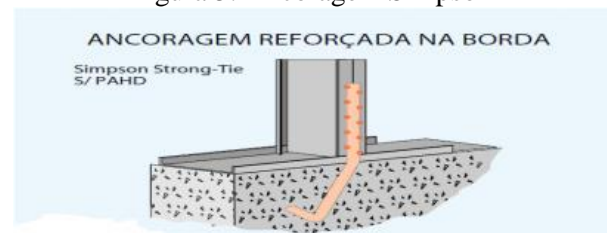


Fonte: Stell House apud Petersen [5]

b) Ancoragem com tirante; trata-se de um tipo de ancoragem adicional que trabalha em conjunto com a ancoragem de rosca, servindo como reforço para a parte extra a ser ancorada. Este método de ancoragem é fabricado no próprio local da obra utilizando uma barra de aço chato, esta irá trabalhar como um gancho interno em uma das barras do contrapiso.

c) Ancoragem Simpson; esta funciona de forma parecida com a ancoragem com tirante, porém este tipo já vem pronto de fábrica e não precisa ser apoiado na barra da laje. Este modelo funciona como um conector estrutural pronto para ser instalado em qualquer tipo de fundação.

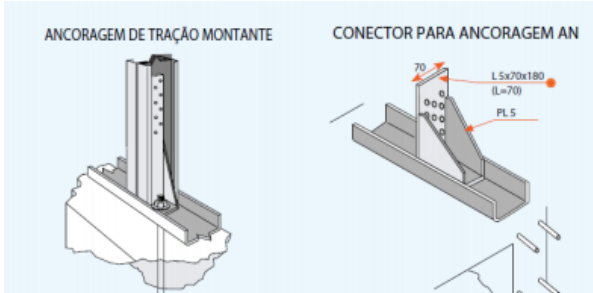
Figura 5: Ancoragem Simpson



Fonte: Stell House, 2011 apud Petersen, 2012 [5]

d) Ancoragem estruturais; estas são utilizadas de forma preferencial nos cantos onde se é necessário sustentar as cargas diagonais transmitidas pelo contraventamento ou se há concentração de esforços na estrutura.

Figura 6: Ancoragem estrutural



Fonte: Stell House, 2011 apud Petersen, 2012 [5]

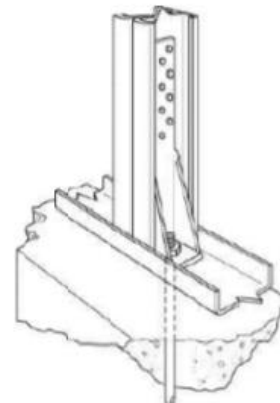
e) Ancoragem com parafusos parabout; esta é feita a partir da fixação utilizando buchas de aço, vindo a se tornar a mais usual por motivo de praticidade e segurança, já que dificilmente acontece erro na execução deste tipo de ancoragem.

2.1.3 Painéis

A caracterização da estrutura do sistema constitui-se em dividir as cargas em uma maior quantidade de elementos estruturais, sendo estes, projetado, para de forma individual receber uma pequena parcela de carga cada, possibilitando o uso de perfis conformados com chapas finas de aço. Esta divisão permite o controle de utilização e trabalha também mitigando o desperdício dos materiais industrializados complementares, são eles: OSB (Oriented Strand Board), fechamentos em placas cimentícias ou placas de gesso acartonado como drywall. [6].

O IBDA[6] também mostra que o arranjo estrutural dos montantes dos painéis, sua resistência, bem como suas características geométricas e por fim, seu sistema de fixação entre as peças, faz com que seja possível transmitir e absorver cargas horizontais e verticais. Os elementos estruturais mais utilizados a fim de assegurar a estabilidade da estrutura dos painéis e, sucessivamente da edificação do sistema, são as placas de fechamento estruturais e o contraventamento. (figura 7).

Figura 7: Esquema de fixação por chumbadores



Fonte: IBDA, 2013 [6]

2.1.4 Lajes e Coberturas

Rodrigues apud Rocha [4] mostra que os perfis do sistema LSF também suportam coberturas e lajes. A forma de trabalho dos seus elementos é de maneira bi-apoiada e desta forma, sempre que possível, transferem as cargas de forma contínua, ou seja, sem a presença de elementos de transição até a fundação (figura 8). As lajes podem ser classificadas como duas: “úmidas” ou “secas”. As secas podem ser constituídas por placas cimentícias ou painéis de madeira OSB, ambas apoiadas em perfis metálicos estruturais. As úmidas são feitas por telhas galvanizadas (formas de aço) preenchidas por tela eletro-soldada e concreto.

Figura 8: Direcionamento das cargas no sistema



Fonte: IBDA, 2013 [6]

2.1.5 Isolamentos

A ideia de isolamento embasava-se no uso de materiais com grande espessura e massa. Atualmente, com o avanço tecnológico é possível medir a necessidade do isolamento e quantificar o material isolante necessário. Existem várias formas de conservação de

energia em uma construção, entre elas conter infiltrações de água e a passagem de vento, evitar penetração e formação de umidade, adequado projeto de circulação de ar dentro da edificação ou, ainda, reduzir as perdas térmicas entre o meio interno e externo. Alguns sistemas de isolamento são: barreira de água e vento, barreira de vapor, áticos ventilados, isolantes térmicos, seladores e condicionamento acústico. [6]

2.1.6 Instalações

As instalações hidrossanitárias, elétricas, gás e dados são idênticas as instalações realizadas na alvenaria tradicional, porém no sistema Stell Frame há maior agilidade e praticidade na execução dos serviços.

Como todo o projeto é bem detalhado antes do início da execução da obra quando utilizado a metodologia LSF as instalações são feitas sempre de forma antecipada, evitando erros e retrabalhos. A execução desse serviço acontece antes do fechamento das paredes evitando a prática comum de “quebra-quebra” quando executada na alvenaria artesanal.

Outra grande vantagem do sistema é sua fácil manutenção também, bem como a utilização de sistemas próprios para estes tipos de obras limpas. Tudo isso agiliza e otimiza sua obra, mitigando custos diretos e administrativos.

2.1.7 Fechamentos e Acabamentos

Segundo Freitas apud Rocha [4], o material mais indicado para realização dos fechamentos internos das paredes da construção é o gesso acartonado, como o drywall. Pode-se encontrar no mercado do país três diferentes tipos deste material:

- Placas comuns, para locais secos, que possuem detalhe na cor natural;
- Placas resistentes a umidade, estas, como o nome fala, indicadas para ambientes úmidos e são placas de coloração verde;
- Placa resistente ao fogo, usadas mediante necessidade de proteção passiva, como em escadas de emergência. Estas são de

cor avermelhada no detalhe do envelopador do gesso.

As placas de gesso permitem receber revestimentos habituais como pintura, cerâmica, entre outros acabamentos usualmente utilizados na construção civil. O revestimento externo também não se difere ao acabamento feito em estruturas convencionais, podendo receber normalmente qualquer aplicação de materiais, como pintura, mármore ou granito e reboco. Hoje em dia, no país, já existem revestimentos desenvolvidos especialmente para o sistema LSF, como é o caso do ‘Vinílico’, que é um material composto de PVC de instalação fácil que não necessita de manutenção, e também a ‘Placa Cimentícia’, que possui aplicação direta na estrutura e depois pintada, mostrando bom desempenho. A figura 9 mostra o exemplo de uma casa construída com o sistema LSF.

Figura 9: Casa construída com sistema LSF



Fonte: AW Distribuição apud Rocha [4]

3 Metodologia e Comparação

A escolha pelo sistema Stell Frame traz enormes benefícios à obra em questão. Segundo AECWEB [7] as maiores vantagens são a organização, limpeza, baixa produção de entulho e maior velocidade na montagem. Além disso, outro ponto de destaque é sobre desempenho e a qualidade do produto e em adição a isso sua vantagem ambiental, onde esta metodologia de construção à seco chega a reduzir cerca de 80% do consumo de água quando comparada com obras que utilizam projetos em alvenaria.

3.1 Comparação entre materiais

Vale lembrar que ao se construir com LSF os custos finais diretos envolvidos ainda são bem parecidos, fato que pode inibir a busca por esta nova metodologia construtiva a princípio, porém, a pouca diferença de custo ocorre por ainda se tratar de uma tecnologia pouco difundida, utilização de material ainda em pouca escala e uso de mão de obra mais especializada.

Assim, quando se compara as características de cada material, conforme Quadro 1, pode-se notar maiores proveitos socioeconômicos e ambientais com a aplicação do sistema LSF.

Quadro 1 : Comparativo de metodologias construtivas

| COMPARATIVO | |
|---|--|
| Alvenaria | LSF |
| Custo de fundação de 10% a 15% do custo da obra | Custo de fundação de 5% a 7% do custo da obra |
| Pintura feita em superfície ondulada, irregular | Pintura feita em superfície plana e lisa |
| Sujeito a destelhamento de ventos fortes | Resistência para ventos de até 200 km/h |
| Estrutura de madeira dos telhadas sujeita a insetos | Resistente a insetos |
| Ampliação ou reformas demoradas, "quebra-quebra", desperdício | Reformas rápidas, limpas, materiais reaproveitáveis |
| Difícil manutenção, defeitos ocultos, quebra de paredes | Manutenção simples, localização imediata do problema, rápido |
| Isolamento térmico mínimo, passagem de calor | Isolamento térmico máximo, material em todas as paredes e divisórias |
| Canteiro de obra sujo | Canteiro de obra limpo/organizado |
| Grande geração de resíduos sólidos e desperdício | Obra limpa, sem desperdício e material 100% reaproveitável |
| Precisão de cm | Precisão de mm |

Fonte: Adaptado de AECWEB [7]

3.2 Metodologia

A metodologia adotada para comparar o custo de uma obra utilizando o sistema construtivo Stell Frame e o sistema com estrutura e alvenaria convencional consistiu de (i) uma adaptação de um levantamento realizado pela PINI, com base nos projetos públicos, a partir do software Volare TCPO 13 sobre uma obra licitada por menor preço em Alvaré, interior de São Paulo e (ii) consideração da redução dos custos administrativos indiretos hipotéticos.

4 Estudo de caso

O estudo de caso para comparação dos benefícios trazidos pela aplicação do sistema LSF teve como base a obra de construção do conjunto habitacional em Alvaré, interior de São Paulo. Trata-se da construção de casas populares para idosos utilizando metodologia LSF, porém para estudo comparativo foi realizado também um levantamento hipotético para a mesma obra com execução em estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de blocos de cerâmica.

Segundo Construção e Mercado [8], o orçamento realizado pela PINI não inclui os custos de economia proporcionada pela otimização do tempo da obra quando utilizado a metodologia LSF, bem como suas reduções de custos administrativos indiretos, como tempo de serviço de colaboradores e encargos sociais.

Como mostra o Quadro 2, os custos referentes a utilização do sistema LSF foram de R\$ 28.416,04 (31,43% do custo total). O levantamento hipotético realizado utilizando a metodologia tradicional de construção obteve custos diretos menores de R\$ 22.135,27, resultando em uma diferença de R\$ 6.280,77 (cerca de 7% no valor final).

Esta diferença de 7% reflete-se em todas as 11 unidades, ou seja, uma diferença total no final de cerca de R\$ 69.088,47 de custos diretos.

Quadro 2: Comparativo entre metodologias

| Opção de Utilização de Stell Frame | | | | |
|--|----------------|--------|------------------|-----------|
| Descrição | Un. | Quant. | Custo | |
| | | | Unitário | Total |
| Serviços Preliminares | | | 356,38 | |
| Fundação | | | 6.079,14 | |
| Estrutura Stell Frame* | | | 28.416,04 | |
| Stell Frame para parede interna, fechamento com gesso acartonado - seco | m ² | 161,28 | 34,94 | 5.635,12 |
| Stell Frame para parede interna, fechamento com gesso acartonado - úmido | m ² | 95,04 | 42,68 | 4.056,31 |
| Stell Frame para parede externa, fechamento com placa cimentícia - seco | m ² | 172,80 | 108,36 | 18.724,61 |
| Cobertura | | | 5.123,89 | |
| Revestimento | | | 1.692,60 | |
| Piso | | | 6.242,71 | |
| Esquadrias | | | 6.832,21 | |
| Ferragens | | | 923,36 | |
| Diversos | | | 223,67 | |
| Vidros | | | 660,66 | |
| Pinturas | | | 4.845,73 | |
| Aparelhos e Metais | | | 2.632,74 | |
| Instalações | | | 26.369,09 | |
| TOTAL | | | 90.398,22 | |
| Opção de Utilização de Concreto e Alvenaria | | | | |
| Estrutura de Concreto* | | | 9.508,08 | |
| Laje Pré Fabricada | m ² | 71,00 | 75,58 | 5.366,18 |
| Concreto Estrutural | m ³ | 3,00 | 286,50 | 859,50 |
| Fôrma | m ² | 50,00 | 29,84 | 1.492,00 |
| Armadura | kg | 240,00 | 7,46 | 1.790,40 |
| Alvenaria* | | | 12.627,19 | |
| Bloco 9x19x39 | m ² | 256,32 | 24,36 | 6.243,96 |
| Bloco 19x19x19 | m ² | 172,80 | 36,94 | 6.383,23 |
| TOTAL | | | 84.117,45 | |

Fonte: Adaptado de Construção e Mercado [8]

Ainda de acordo com a Construção Mercado, o fator que encareceu a utilização do LSF foi o conjunto para paredes externas que saíram por 18.724,61, ou seja, 65% do custo total do sistema. Porém, de acordo com Inês Rizzo, a arquiteta responsável da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), apesar do custo mais elevado, a diferença direta não é tanta e ao se olhar a redução de prazo e sendo uma construção limpa, com

processos industriais pré-fabricados e instalações muito simples, tudo isso faz com que a metodologia construtiva Stell Frame seja viável de se utilizar.

Vale lembrar que a diferença entre os custos totais podem ser menores caso o comparativo levasse em consideração o tempo de operação que a empresa teria a mais ao construir por meio da metodologia tradicional, onde os gastos com empregados, encargos sociais e administração seriam maiores que ao se construir com o Stell Frame.

4.1 Estudo de custos indiretos hipotético

Segundo o Blog do Light Steel Frame [9] as obras utilizando a tecnologia steel frame podem chegar a ser até 60 % mais rápidas de se construir do que uma obra convencional.

Ao analisar obras de objetivo comercial, como lojas, bancos ou mercados, esta diferença no prazo de execução é facilmente revertida ao tempo de funcionamento adiantado do empreendimento, onde este começará a gerar lucros.

No caso do condomínio de casas populares, os maiores beneficiários com o menor tempo de obra seriam os idosos que iriam morar no empreendimento.

Para Edson Pereira da Silva, engenheiro gerente de orçamento da CDHU, a obra em questão poderia ser edificada em apenas 4 meses. Segundo Construção e Mercado [8] a duração da obra foi de setembro de 2009 até fevereiro de 2010, totalizando cerca de 6 meses.

O tempo de obra de forma convencional dependeria de alguns fatores, como por exemplo quantidade de colaboradores utilizado na construção, porém para análise do estudo foi considerado que uma obra convencional duraria aproximadamente 10 meses e a com a metodologia steel frame durou 6 meses, ou seja, 40% de redução do prazo.

Esses quatro meses de diferença de tempo de construção podem ser significativos ao

custo real da obra ao levarmos em consideração pequenos exemplos de insumos, como: custo mensal de dois engenheiros com salário piso, um encarregado geral de campo, contas de luz aproximadas de 300,00 reais mensais, internet/telefone e alimentação diária de 7,00 reais para cerca de 40 funcionários diariamente.

Quadro 3: Custos de insumos indiretos em 4 meses

| Insumo mensal | Custo | Total |
|----------------------------|--------------|----------------------|
| Engenheiro (x2) | R\$ 9.265,00 | R\$ 37.060,00 |
| Encarregado geral | R\$ 2.500,00 | R\$ 10.000,00 |
| Luz | R\$ 300,00 | R\$ 1.200,00 |
| Internet / Telefone | R\$ 150,00 | R\$ 600,00 |
| Alimentação (x40) | R\$ 6.160,00 | R\$ 24.640,00 |
| TOTAL de diminuição | | R\$ 73.500,00 |

Fonte: Autor, 2019

O quadro 3 mostra que o custo direto superior de R\$ 69.088,47 do sistema steel frame é facilmente convertido ao se contabilizar pequenos exemplos de diminuição de custos indiretos devido ao menor tempo de execução de obra.

O ganho com o tempo na produção também pode ser exemplificado fazendo um comparativo entre metodologias. Segundo [10] a estrutura LSF de uma residência unifamiliar representa 10 % do peso do equivalente ao de concreto armado.

Quadro 4: Comparação de tempo de metodologias

| Descrição | Recurso | Produtividade | Qnt. | Total (h) |
|---|-------------|---------------|------|-----------|
| Concreto armado (m³) | | | | |
| Lançamento de concreto | Carpinteiro | 0,3 (h/m³) | 1000 | 300 |
| | Pedreiro | 1 (h/m³) | 1000 | 1000 |
| | Servente | 1 (h/m³) | 1000 | 1000 |
| Estrutura metálica em aço especial (kg) | | | | |
| Montagem LSF | Servente | 0,18 (h/kg) | 250 | 45 |
| | Montador | 0,18 (h/kg) | 250 | 45 |

Fonte: Adaptado SCO-RJ

Utilizando o banco de dados do SCO-RJ pode-se observar, como mostra o quadro 4, a diminuição do tempo de serviço entre os colaboradores envolvidos, onde fez-se um comparativo para 1000 m³ de concreto armado (ET 04.25.0703 (A)) realizado e o correspondente em montagem de LSF (ET 24.05.0310 (/) - 10 % do peso, ou seja, 250 kg).

Pode-se observar que a diferença entre a quantidade de tempo comparando as duas metodologias para a produção da mesma estrutura é considerável. Vale lembrar que há também uma diminuição do tempo em outras atividades, como instalações e diminuição na estrutura de fundações, já que o LSF se trata de um sistema mais leve.

5 Conclusão

Considerando o cenário econômico atual, com déficit no setor imobiliário o menor prazo de execução de obra é um grande diferencial na realização de empreendimentos.

Este fator aliado com a crescente necessidade de preservação do meio ambiente, mitigação do uso de matérias primas e tentativa de diminuição de geração de resíduos da construção civil também torna obras limpas e secas, como o Light Steel Frame opção viável.

A bibliografia mostra que em geral as obras utilizando Steel Frame, além de possuírem menor tempo de execução, acarretando a diminuição de gastos indiretos e administrativos, ainda possuem menor custo direto em seus insumos e serviços também.

Entretanto, pode-se observar que nos custos referentes ao caso do exemplo analisado, os gastos referentes ao serviço da mão de obra foram mais caros por ser um trabalho que exige maior qualificação e os preços dos materiais também são elevados. Isso mostra que a baixa utilização e difusão de tais tecnologias e processos no mercado brasileiro, onde a partir do maior aparecimento destas metodologias construtivas o mercado tende a se adaptar e reduzir os custos de todo sistema construtivo, mostrando a importância da discussão do tema.

6 Referências

- [1] TECHNE. Pini. **Steel Frame – fundações (parte 1)**. 2008, edição 135. Disponível em:

- <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-1.aspx>>. Acesso em: 04 de maio. 2019.
- [2] HASS, Deleine Christina Gessi e MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 76 f. TCC (graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/361/1/CT_EPC_2011_2_14.PDF>. Acesso em: 04 de maio. 2019.
- [3] MILAN, Gabriel Sperandio; NOVELLO, Roger Vagner; REIS, Zaida Cristiane dos. A viabilidade do sistema Light Steel Frame para construções residenciais. **Revista Gestão Industrial**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.189-209, 5 abr. 2011. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482011000100010>. Disponível em: <<https://revistas.utfpr.edu.br/revistagi/article/viewFile/538/647>>. Acesso em: 05 maio 2019.
- [4] ROCHA, Pabliny Paiva da. Steel Frame: tecnologia na construção civil. **Revista Científica Facmais**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.1-19, mar. 2017. Disponível em: <<http://revistacientifica.facmais.com.br/wp-content/uploads/2017/04/9-STEEL-FRAME-TECNOLOGIA-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVIL.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2019.
- [5] PETERSEN, Robson Lassen. **Sistema “Light Steel Framing”: comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços**. 2012. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/tccs/2012/TCC_Robson%20Lassen%20Petersen.pdf>. Acesso em: 4 maio 2019.
- [6] IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento de Arquitetura. Fórum da Construção. **O que é o Light Steel Framing**. Elaborado por Eng. Alessandro de Souza Campos. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>>. Acesso em: 4 maio 2019.
- [7] AECWEB. **Light Steel Frame garante obras rápidas e limpas**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas_13620_10_>. Acesso em: 5 maio 2019.
- [8] CONSTRUÇÃO E MERCADO. Pini. **Quanto custa: habitação popular em steel frame**. 2010, edição 103. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/103/orcamento-habitacao-popular-em-steel-frame-299009-1.aspx>>. Acesso em: 5 maio 2019.
- [9] BLOG DO LIGHT STEEL FRAME. **Casa Steel Frame x Casa de Alvenaria: Comparação de preços**. 2017. Disponível em: <<http://lightsteelframe.eng.br/casa-steel-frame-x-casa-de-alvenaria-comparacao-de-precos/>>. Acesso em: 31 maio 2019.
- [10] FINESTRA. **Setor aponta vantagens e busca capacitação: Steel framing**. 2009, edição 58. Disponível em: <<https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/steel-framing-boas-respostas-01-09-2009>> Acesso em: 22 junho 2019.