

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING* PARA HABITAÇÕES POPULARES

Víctor Bitancourt Sodré Pedroso (IC) e Ana Lucia da Fonseca Bragança Pinheiro (Orientadora)

Apoio: PIBIC Mackenzie

RESUMO

Este trabalho analisa a sustentabilidade ambiental, social e econômica do sistema construtivo *Light Steel Framing*, para a possível utilização em habitações populares. Concebido nos Estados Unidos no século XIX, esse sistema vem sendo amplamente usado em diversos países devido à sua produtividade, resistência e vantagens ambientais como a redução de perdas nos canteiros de obras. No entanto, no Brasil o seu uso ainda é pouco expressivo, devido, principalmente, à tradição da construção em alvenaria. Considerando-se a necessidade de buscar-se a sustentabilidade das construções e atender às demandas populacionais por habitações, buscou-se, por meio de pesquisa bibliográfica e visita técnica em uma indústria metalúrgica fabricante dos perfis de aço galvanizado e os acessórios necessários para essa construção, levantar as vantagens do *Steel Frame* e os aspectos comerciais relacionados à sua demanda e custos. Os resultados encontrados apontam para a sustentabilidade ambiental do sistema, considerando-se a redução do consumo de água e energia normalmente observados na construção em alvenaria estrutural. Além disso, o sistema pré-fabricado e a necessidade de mão de obra especializada podem resultar em perdas insignificantes no canteiro de obras. Este estudo também aponta para a viabilidade do uso desse sistema construtivo em habitações populares e de interesse social, considerando-se os prazos das obras e seus custos.

Palavras-chave: *Light Steel Framing*. *Steel Frame*. Habitações populares.

ABSTRACT

This paper analyses the social, economic, and environmental sustainability from *Light Steel*

Framing's constructive system in order to possibly use it in popular dwellings. Conceived in the United States of America in the nineteenth century, this system has been widely used in many countries due to its productivity, resistance and environmental benefits such as reducing losses at the building sites. However, in Brazil, its use is rather unexpressive mainly because of masonry construction tradition. Taking into consideration the necessity of looking for the sustainability of constructions and meeting the popular demands for housing, a bibliographic research and technical visit was sought in a metallurgical industry manufacturer of galvanized steel profiles and the necessary accessories for this construction, raise the

advantages of the construction system in Light Steel Framing and the commercial aspects related to its demand and costs. The results obtained indicate to an environmental sustainability system, regarding the average consumption of water and energy observed at structural masonry construction. Moreover, the prefabricated system and the specialized workforce's needs could result in a significant loss at the building site. This study also indicates the feasibility of the constructive system used at the popular dwellings and its social interest, regarding the work's deadlines and costs.

Keywords: Light Steel Framing. Steel Frame. Popular dwellings.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é importante para o desenvolvimento econômico e social das cidades, mas, por outro lado, é causadora de impactos ambientais devido ao consumo de recursos naturais, modificação da paisagem natural e pela geração de resíduos.

No Brasil, a grande maioria das construções são realizadas em alvenaria. Esse sistema construtivo é formado por um conjunto de tijolos ou blocos, unidos entre si, com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais que se sobrepõem uma sobre as outras. Esse método, talvez, seja o que mais se adapta ao cenário atual do Brasil, pois apresenta vantagens como a facilidade em encontrar mão de obra e materiais, além de ter custo acessível.

No entanto, seus impactos podem ser significativos. Esses são observados durante todo o seu ciclo de vida: etapa de extração da matéria-prima; produção dos materiais de construção; execução da obra; manutenção; demolição. Estudos de Santos (2012) apontaram como impactos significativos no processo de produção da alvenaria, considerando-se as etapas de extração e beneficiamento de matéria-prima, fabricação de tijolos e argamassa e o transporte: consumo de energia; emissões atmosféricas; ruídos; consumo de água; geração de resíduos. De acordo com United Nations (2012 *apud* CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2013, p.1), a construção civil mundial demanda 40% da energia e um terço dos recursos naturais; emite um terço dos gases de efeito estufa; consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos.

Além disso, há um desperdício significativo, o que contribui para o consumo dos recursos naturais. De acordo com o Departamento de Limpeza Urbana de São Paulo (Limpurb) (PROJETO & OBRA, 2009) 10% de todos os materiais entregues em canteiros de obras são desperdiçados. Todos os meses são recolhidos cerca de 144 mil m³ de entulho e, extraoficialmente, estima-se que essa quantidade seja três vezes maior. Dos materiais descartados, 65% são produtos como argamassas, concretos e telhas.

Os impactos apontados tendem a ser ainda maiores, se considerada a necessidade de atendimento da demanda por habitações no país. O déficit habitacional brasileiro, de acordo com a Fundação João Pinheiro (2015), somava, em 2012, 5,430 milhões de domicílios, 28,7% nas áreas metropolitanas. Considerando-se as áreas urbanas, o percentual era de 85,8%, em 2012.

Como alternativa à alvenaria, tem-se o *Light Steel Framing*, um sistema construtivo estruturado em perfis metálicos de aço galvanizado, o *Light Steel Frame*, ou simplesmente *Steel Frame* como é conhecido, projetado para suportar as cargas da edificação. O sistema caracteriza-se por uma estrutura de perfis de aço conformados a frio (aços leves), com revestimento metálico (anticorrosivo) e fechamentos em chapas delgadas, dispensando tijolos

e armações convencionais. Como componentes de fechamento podem ser usadas as chapas de gesso acartonado (*drywall*), as de *Oriented Strand Board* (OSB), as placas cimentícias e as régua cimentícias (*siding*), conforme as diretrizes técnicas nº 003, estabelecidas pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2012).

Diversos aspectos atestam a sustentabilidade da construção em *Light Steel Framing*. Os componentes desse sistema construtivo são pré-fabricados, chegam na obra prontos para serem usados, diminuindo o desperdício de materiais nos canteiros de obras. Além disso, seus materiais são recicláveis, sem que suas características originais sejam perdidas. Soma-se a isso o fato de requerer mão de obra especializada, o que implica em um número menor de funcionários para a realização do serviço: um profissional especializado em estrutura metálica substitui três do serviço convencional.

Como afirma Crespin¹, (RAMOS, [2010]), o método apresenta vantagens em relação à alvenaria.

Por ser industrializada, a construção torna-se muito mais rápida e tecnicamente superior, o canteiro de obras é limpo e organizado, há geração de pouquíssimo entulho (basicamente, embalagens dos materiais), e a mão de obra é racionalizada. Além disso, a manutenção do imóvel é mais simples e rápida.

Esse sistema teve origem nos Estados Unidos, no século XIX, devido à necessidade de se recorrer a métodos que aumentassem a produtividade das construções de novas habitações, a partir de materiais disponíveis no local, em decorrência do aumento populacional. Assim, passou-se a usar os conceitos de velocidade, praticidade e produtividade, originados na Revolução Industrial. Inicialmente, era realizado o *Wood Frame*, método semelhante, em que os perfis são feitos de madeira. Posteriormente, foi desenvolvido o *Light Steel Frame*. Ambos os sistemas têm a mesma concepção estrutural, um esqueleto que dá forma e suporta a edificação.

O *Light Steel Frame* vem sendo utilizado intensamente, há mais de trinta anos, em países como Estados Unidos, Inglaterra, Austrália, Japão e Canadá.

No Brasil, essa técnica foi introduzida no final da década de 1990, sendo usada, na maioria das vezes, apenas em residências unifamiliares. Ainda está em processo de aceitação e só agora vem ganhando espaço no mercado.

Com o objetivo de fomentar o mercado da construção em aço, foi criado, em 2002, pelo Grupo Siderúrgico da Construção Metálica (GSCM), o Centro Brasileiro da Construção

¹ Kathrin Sondermann Crespin, gerente comercial da Steel Frame do Brasil, empresa especializada que constrói em todo o país, em entrevista.

em Aço (CBCA), cujo gestor é o Instituto Aço Brasil. Essa iniciativa baseou-se na experiência de países como os Estados Unidos, onde o Steel Construction Institute (SCI) vem sendo o responsável pela consolidação do uso do aço pelo setor da construção. Da mesma forma, no Brasil, o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) vem contribuindo para a inovação e busca de novas tecnologias e sistemas mais eficientes em aço, desenvolvendo material técnico, divulgando os sistemas construtivos e contribuindo para a sua normalização.

Entre as normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), cabe destacar:

- a) NBR 15253, que trata dos requisitos gerais dos perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações, publicada em 2005 e revisada em 2014;
- b) NBR 6355, que contempla a padronização dos perfis estruturais de aço formados a frio, publicada em 2003 e revisada em 2012;
- c) NBR 14762, que estabelece os procedimentos para o dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio, publicada em 2001 e revisada em 2010. Além disso, tramita em estudos uma norma sobre os requisitos gerais do sistema construtivo *Light Steel Framing*.

De acordo com o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) e o Instituto de Metais Não Ferrosos (ICZ) (2016), em 2015 foram produzidas pelo menos 46.190 toneladas de perfis *Light Steel Frame*. A pesquisa revelou ainda que, com uma capacidade instalada de pelo menos 94.233 toneladas, distribuída em todo o território nacional, o setor está preparado para atender novas demandas.

De acordo com Andrade² (*LIGHT STEEL FRAMING...2014*), o Brasil tem um cenário favorável para o crescimento desse mercado.

As edificações em *Light Steel Framing* apresentam um comportamento diferente do convencional. O método é muito vantajoso, tanto que usamos o sistema para executar 32 creches em dois anos em Belo Horizonte. Seria impossível executar esses edifícios de 1,1 mil m² nesse prazo com uma metodologia convencional.

Cabe destacar que esse tempo de execução pode ser ainda menor. Há a possibilidade da construção de casas populares em série em menos de trinta dias (STRAFACCI NETO, 2015).

Assim, o *Light Steel Framing* pode ser uma opção sustentável ao uso da alvenaria. Isso porque sistema apresenta uma série de vantagens ambientais, destacadas

² Danilo Andrade, gerente de engenharia da Odebrecht Infraestrutura, participante do debate.

anteriormente, bem como sociais, considerando-se o seu desempenho técnico, caracterizado pela redução do prazo de execução da obra e qualidade da construção, garantido pelo uso de componentes padronizados.

No entanto, observa-se que embora os perfis em *Light Steel Frame* estejam normalizados, ainda são observados alguns entraves para o seu uso. Há ainda uma resistência por parte do setor da construção. Assim, há a necessidade de pesquisas que possam avaliar o benefício/custo das construções em *Light Steel Framing*.

O objetivo desta pesquisa é analisar a sustentabilidade ambiental, social e econômica do sistema construtivo *Light Steel Framing*, para a possível utilização em habitações populares.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir é apresentado o sistema construtivo em *Light Steel Framing*, seus componentes, condicionantes técnicos, métodos de execução; patologias incidentes; desempenho e limitações.

2.1 Sistema construtivo *Light Steel Framing*

O *Light Steel Framing* é um sistema construtivo a seco que se utiliza de uma estrutura leve constituída de aço galvanizado, formando um esqueleto estrutural que suporta as cargas solicitadas na edificação de maneira satisfatória e segura. Os elementos estruturais constituintes do método em questão (vigas, tesouras de telhado, painéis) são pré-fabricados e padronizados, garantindo a qualidade da edificação (Fotografia 1).

Fotografia 1 – Elementos estruturais em *Steel Frame*



Fonte: acervo pessoal (2017).

A estrutura do sistema construtivo é composta por paredes, cobertura e pisos. As paredes (painéis estruturais) são formadas por perfis montantes, com separação variando de 400 a 600 mm, de acordo com o cálculo estrutural. Os pisos também são compostos por perfis e seguem a mesma modulação dos montantes, de maneira a permitir o alinhamento da estrutura. Os perfis do tipo montante também são usados em vigas. As guias são usadas no topo e na base dos painéis. Já o perfil cartola é normalmente usados como ripa em telhados. A Tabela 1 mostra os perfis de aço formados a frio para uso em *Light Steel Framing* e a Fotografia 2 ilustra o perfil montante.

Tabela 1 – Perfis *Steel Frame*

DESIGNAÇÃO	LARGURA DA ALMA OU ABA	LARGURA DA MESA OU ABA	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA
 Montante	90	40	12
	140	40	12
	200	40	12
 Guia	90	40	–
	140	40	–
	200	40	–
 Cartola	20	30	15

Fonte: Construtora Sequência (2017).

Fotografia 2 – Perfis em *Steel Frame* – montantes



Fonte: acervo pessoal (2017).

Na Fotografia 2 pode ser observado o conector de ancoragem.

Fotografia 2 – Conector de ancoragem



Fonte: acervo pessoal (2017).

A fabricação dos perfis é feita a partir da perfilagem de tiras de aço. Na Fotografia 3 pode ser observada a bobina da qual o aço sai em forma de chapa antes de tomar a forma da peça a ser utilizada.

Fotografia 3 – Bobina de aço



Fonte: acervo pessoal (2017).

O fechamento dos perfis de aço pode se dar através de placas cimentícias (Fotografia 4), painéis de tiras de madeira orientadas (Placas OSB) (Fotografia 5) ou por placas de gesso acartonado.

Fotografia 4 – Placa cimentícia



Fonte: acervo pessoal (2017). Fotografia

5 – Placa OSB



Fonte: acervo pessoal (2017).

O elemento constituinte do esqueleto estrutural em questão é o aço revestido com zinco metálico, o aço galvanizado. O objetivo da galvanização é proteger o aço contra a corrosão, resultante da oxidação do metal.

Um dos procedimentos para a galvanização do aço é a submersão do material em banho quente de zinco líquido e, posteriormente, sua remoção e resfriamento, o que resulta na adesão do zinco ao aço, protegendo-o contra corrosões. Como alternativa, é possível submergir o material em banho eletrolítico. Após sua remoção, o resfriamento garantirá o endurecimento do revestimento de uma fina camada de zinco.

As massas mínimas de revestimento são de 150 g/m² (liga alumínio-zinco) e 275 g/m² (zinco) para perfis de *Light Steel Frame*, de acordo com a NBR 15253 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014). Observa-se que as normas americanas são menos exigentes em relação ao valor mínimo de revestimento com zinco (180 g/m²) (CARDOSO; BARROS, 2016).

2.2 Métodos de execução

O sistema *Light Steel Framing* pode ser executado a partir dos métodos construtivos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012):

- a) Método *Stick* □ os perfis são cortados no canteiro de obras e todos os elementos estruturais são montados no local. Em alguns casos, os perfis podem vir perfurados para a passagem de instalações elétricas e hidráulicas. Esta é a técnica ideal quando a pré-fabricação não é viável. Entre as vantagens deste método, estão a fácil execução de conexão entre os elementos e facilidade de transporte dos perfis até o canteiro. Esse método ainda pode ser dividido entre *Balloon* e *Platform*. No *Stick Balloon*, os painéis são fixados nas laterais dos montantes e os painéis utilizados são grandes. No *Stick Platform*, os pisos e painéis são construídos sequencialmente e os painéis não são estruturalmente contínuos;
- b) Método por Painéis □ nesse método, os elementos estruturais são produzidos fora do canteiro (pré-fabricados) e a montagem pode ser realizada no local. As vantagens observadas são velocidade na montagem, alto controle de qualidade, aumento da precisão dimensional, entre outras;
- c) Construção Modular □ as unidades são pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos internos (como revestimentos, louças sanitárias e bancadas).

As fundações são elementos estruturais que tem como objetivo resistir às cargas solicitadas pela estrutura e dispersá-las pelo terreno. A escolha adequada do tipo de fundação envolve diversos fatores, dentre os quais estão o nível do lençol freático, tipo de solo, profundidade da camada resistente do solo e o prazo de execução da obra.

Devido às baixas solicitações de carga de uma estrutura em *Light Steel Framing*, normalmente utiliza-se a fundação laje radier (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). Essa fundação consiste em uma laje de concreto contínua que está em contato direto com o terreno. Apesar da execução relativamente simples, deve-se observar com atenção a firmeza do terreno a fim de se evitar um recalque significativo ou recalques diferenciais. Deve-se observar também as condições de umidade do solo e fornecer a proteção adequada à construção. Uma medida eficiente para isso é prever o nível do contrapiso a no mínimo 15 cm de altura do solo, bem como projetar uma inclinação de ao menos 5% nas calçadas do perímetro da construção.

Uma alternativa à laje radier é a sapata corrida. Esta fundação possui um bom desempenho em cargas distribuídas linearmente. Podem ser constituídas de concreto simples

(sem armadura) ou alvenaria de tijolos comuns. Sua execução para suportar uma estrutura em *Light Steel Frame* é a mesma que para uma estrutura em alvenaria convencional.

2.3 Desempenho e limitações

O sistema construtivo *Light Steel Framing* possibilita inúmeras vantagens. No Brasil, ainda há uma forte adesão ao sistema construtivo artesanal, devido a facilidade de mão-deobra e baixo custo. Entretanto, nota-se um crescente interesse por estruturas de aço, especialmente após o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) começar a desenvolver pesquisas em parceria com a Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEN) e fabricantes de estrutura de aço, com o objetivo de difundir informações sobre esse Sistema e mostrar sua importância para a racionalização de recursos e otimização dos métodos utilizados na construção civil.

Dentre as suas vantagens, destacam-se (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012):

- a) produção em larga escala de perfis formados a frio, o que faz com que esses elementos sejam de fácil obtenção;
- b) durabilidade e longevidade da estrutura, devido ao processo de galvanização de seus elementos metálicos;
- c) facilidade de transporte, manuseio e montagem, devido à leveza dos elementos (o aço formado a frio é mais leve que o aço formado a quente);
- d) baixo consumo de recursos energéticos e hídricos e baixa geração de resíduos;
- e) maior precisão dimensional e alta resistência proporcionada pelo aço. O Centro Brasileiro da Construção em Aço (2017) destaca os benefícios resultantes de sua maior precisão dimensional como o menor uso de materiais de acabamento e maior compatibilização de outros elementos como esquadrias;
- f) alto controle de qualidade na produção da matéria-prima do aço e seus produtos;
- g) garantia de flexibilidade do projeto arquitetônico;
- h) possibilidade de combinar materiais de fechamento e isolamento, garantindo um nível satisfatório de isolamento termo-acústico;
- i) facilidade de instalações elétricas e hidráulicas, devido aos perfis previamente furados e utilização de painéis de gesso acartonado;
- j) o principal material (aço) é reciclável.

A essas vantagens, acrescentam-se (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2017):

- a) facilidade de reformas, ampliações ou adaptação da edificação para novos usos;
- b) possibilidade de reaproveitamento do material;

- c) menor custo das fundações quando comparado à alvenaria estrutural, podendo ser até 30% menor;
- d) manutenção simples, devido à longa durabilidade e baixo índice de corrosão;
- e) redução da ocorrência de acidentes de trabalho, devido à organização do canteiro de obras;
- f) adaptabilidade a diferentes materiais de fechamento, convencionais ou préfabricados;
- g) maior área útil, devido à esbeltes de pilares e vigas.

Além disso, o prazo de execução da obra pode ser até 40% menor (360 GRAUS, [2017]; CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2017), permitindo uma ocupação mais rápida do edifício e do retorno do capital investido (CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2017).

Dentre suas desvantagens destacam-se (PASSINI *et al.*, 2014):

- a) falta de mão-de-obra especializada;
- b) limitação no número de andares da edificação (no máximo cinco) e risco de danificação da estrutura ao se pendurar objetos pesados no revestimento interior.

Analisando as desvantagens apresentadas, pode-se inferir que o custo seria um fator limitante para o uso do sistema construtivo em *Steel Frame* em habitações populares e de interesse social. Com a intenção de analisar o seu desempenho nessas habitações, foi executado um empreendimento da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) em Avaré, entre setembro de 2009 e janeiro de 2010 (ROSSO, 2010). O custo mostrou-se 7% superior por unidade, comparativamente à alvenaria, a um custo unitário de R\$ 44.300. Esse valor não contabiliza o tempo de construção. Esse, de três meses, contemplou a construção de 22 casas de 42 m², desde a instalação da estrutura pré-fabricada até o acabamento. O CDHU ficou responsável em distribuir o Manual do Proprietário e treinar os usuários para uso e manutenção das casas, de modo a evitar a ocorrência de patologias.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica e uma pesquisa de campo.

A pesquisa bibliográfica contemplou informações sobre os condicionantes técnicos, desempenho, limitações e impactos do sistema construtivo em *Light Steel Framing*.

A pesquisa de campo foi realizada por meio de uma visita técnica a uma indústria metalúrgica com experiência na fabricação de perfis de aço galvanizado e os acessórios

necessários para essa construção, além da capacitação de mão de obra para a sua execução. A Empresa tem 22 anos e há 5 anos a diretoria resolveu especializar a empresa em *Light Steel Framing*, por entender que esse sistema construtivo é o futuro e pode tirar o país da crise, estando muito próximo de se tornar uma realidade.

Durante a visita efetuada foram levantadas informações sobre o tempo de execução, perdas no canteiro de obras, complexidade construtiva, limitações, mão de obra, patologias, desempenho pós ocupação, dificuldades relacionadas à manutenção e aspectos comerciais relacionados a demandas e custos do sistema. A coleta de informações foi realizada a partir de uma entrevista baseada em um roteiro de perguntas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a Empresa, apesar da crise econômica, a metalúrgica não sentiu os efeitos devastadores da mesma como outras empresas do ramo da construção civil, devido à demanda crescente do sistema *Light Steel Framing* no Brasil.

A Empresa atende em torno de cinquenta e duas construtoras. O segmento residencial responde pelo maior faturamento (60%), seguido pelo de obras públicas (30%) e comercial (10%). No segmento residencial, são atendidas obras de habitações de interesse social, populares e de alto padrão, sendo esse último o mais procurado. A Empresa recebe maior demanda em áreas nobres, pois as pessoas que ali residem conhecem esse método quando visitam outro país e logo percebem o quão ele é vantajoso, considerando-se a otimização de tempo, desperdício mínimo, limpeza durante a construção, baixo consumo de água, flexibilidade arquitetônica e alta precisão que o sistema oferece.

Mas outros fatores vêm influenciando a sua expansão no cenário latino-americano. No Chile, por exemplo, o *Light Steel Framing* está sendo amplamente difundido pela alta resistência a terremotos. Porém, quando comparado aos países vizinhos, o Brasil ainda está atrasado nos métodos construtivos. Isso se deve, segundo a Empresa, especialmente à “zona de conforto” em que o país se situa, pois, por ser livre de desastres naturais, não há necessidades emergenciais em se adotar sistemas construtivos mais eficientes. Porém, cabe destacar os deslizamentos que acometem o país, causando inúmeros desabrigados que poderiam ser contemplados mais rapidamente com moradias.

Segundo a Empresa, inúmeras vantagens podem justificar a adoção do sistema construtivo *Light Steel Framing*, em substituição à alvenaria estrutural, tradicionalmente adotada no país. Entre elas, destacam-se:

- a) como as peças são feitas por encomenda, a partir de um projeto, o índice de perda desse material no canteiro de obras é de 3%, podendo chegar a zero;
- b) o sistema é totalmente otimizado e tecnológico, as patologias ocorrem somente quando os responsáveis pela execução não seguem o passo-a-passo do projeto ou as normas estabelecidas para a execução do sistema construtivo. Geralmente ocorrem quando os projetistas buscam alternativas econômicas para agradar ao cliente como a execução de uma laje radier com menos de 15 centímetros de espessura, o que pode causar rachaduras. Mas as rachaduras podem ocorrer também por outros motivos, como o tratamento incorreto de juntas entre as placas cimentícias. Caso o projeto seja seguido, a vida útil da edificação é a mesma de uma construção em alvenaria estrutural. As empresas costumam fornecer garantia superior a 20 anos para a construção;
- c) o sistema é de fácil montagem. Na Fotografia 1 pode-se observar a estrutura de uma casa montada após três dias de capacitação da mão de obra;
- d) o método construtivo é tão financeiramente viável quanto a alvenaria estrutural convencional. Isso porque o prazo de construção é menor. Além disso, devido ao planejamento muito menos preciso da alvenaria convencional, o orçamento final pode variar muito e gerar prejuízos.

Outros atrativos do sistema construtivo *Light Steel Framing* dizem respeito ao seu consumo de água e energia durante a fase de obra:

- a) o sistema é conhecido como construção seca. O consumo de água ocorre somente quando da execução da fundação (radier), que consiste basicamente em uma laje de concreto;
- b) seu consumo de energia é zero, considerando-se que não são utilizados equipamentos como vibradores e betoneiras, como na alvenaria estrutural tradicional.

No entanto, o sistema apresenta algumas limitações relacionadas ao projeto e execução. A construção pode alcançar até cinco pavimentos e não mais do que isso. Esse é o recomendado. O sistema exige que o cliente tenha condições financeiras de executar a obra ininterruptamente, pois, caso a construção fique parada, patologias podem surgir (inclusive estruturais). Portanto, o sistema não é flexível quanto ao prazo. O prazo estabelecido para o projeto deve ser seguido rigorosamente.

A Empresa fornece perfis para habitações de interesse social, tendo mantido contato com a Prefeitura para doar as casas que são feitas pelos alunos na escola de *Light Steel Framing* que possuem. O custo para uma Habitação de Interesse Social de 42 m², considerando-se sala e cozinha conjugadas, quarto e banheiro, sai em média R\$ 90.300,00,

sendo R\$ 43.500,00 o custo da construção sem acabamento. O valor médio do acabamento (R\$ 47.250,00) é o mesmo da construção em alvenaria estrutural. Entretanto, a empresa vem incentivando os aprendizes a cobrarem menos devido à facilidade e rapidez do sistema, incluindo facilidades como não pegar peso durante a montagem da estrutura. O tempo de instalação do Sistema, considerando-se a fabricação das peças em *Light Steel Frame*, a montagem no canteiro de obras e o acabamento, é de quatro meses em média, aproximadamente metade do tempo da alvenaria estrutural

A empresa forneceu o material para a construção de casas do “Minha Casa, Minha Vida” de 100 m² e o custo foi de R\$ 45.000, aproximadamente. Observa-se que o valor orçado depende da mão de obra.

Em uma análise de viabilidade, devem ser consideradas ainda as patologias incidentes. Segundo a Empresa, as patologias que acometem esse sistema têm, por vezes, natureza diferente das patologias encontradas em sistemas de alvenaria estrutural. Enquanto uma fissura nos sistemas construtivos tradicionais pode representar sérios problemas estruturais, no *Light Steel Framing* pode significar apenas um tratamento inadequado da placa cimentícia. A solução para o problema, neste caso, é significativamente mais simples.

Entretanto, há casos onde fissuras e outras patologias podem estar relacionadas a algum problema de projeto, em especial na fundação. É recomendável que a fundação radier tenha ao menos 15 cm de espessura para que se evitem possíveis fissuras. Além disso, diferindo dos sistemas tradicionais, os projetos em *Light Steel Framing* não podem ser interrompidos por problemas financeiros, como acontece comumente em construções de alvenaria. Isso pode resultar em algumas patologias, já que a estrutura ficará durante um período de tempo não previsto funcionando de uma forma inadequada e não antecipada pelo projeto.

Quanto ao caso de oxidações, é importante fazer a devida distinção entre elas. A oxidação branca (Fotografia 6) é um indicativo de que o material está se protegendo e, por vezes, não significa um problema estrutural. Ela pode aparecer devido ao armazenamento inadequado dos perfis de aço galvanizado e deve ser observada cuidadosamente. Sendo assim, a oxidação que realmente representa um problema é a oxidação negra. Esta indica um problema no perfil de aço e este, portanto, deve ser descartado.

Fotografia 6 – Oxidação branca



Fonte: acervo pessoal (2017).

É possível dizer que as patologias no *Light Steel Framing* ocorrem geralmente pelo descumprimento das exigências do projeto. Caso as exigências sejam cumpridas e o prazo seja rigorosamente seguido, dificilmente as patologias aparecerão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados nesta pesquisa permitiram concluir pela sustentabilidade ambiental, social e econômica do sistema construtivo *Light Steel Framing* e pela viabilidade do seu uso em habitações populares e de interesse social.

Sendo um sistema planejado e pré-fabricado, esse sistema construtivo representa uma solução para as perdas resultantes do sistema construtivo em alvenaria. Isso, considerando-se os insumos materiais, energéticos e hídricos usados e incorporados à construção, como os resíduos gerados.

Além disso, a observação de seus condicionantes técnicos, metodologia de execução e planejamento permite a execução de obras com desempenho técnico superior à alvenaria. Observa-se que a mão de obra especializada, embora possa ser considerada um elemento limitante por alguns, acaba sendo um dos fatores determinantes do desempenho desses sistemas.

Seu custo é competitivo em relação ao sistema construtivo em alvenaria, podendo ser pouco superior. Porém, considerando-se o tempo de execução e a simplicidade da capacitação da mão de obra, espera-se uma redução de seus custos pelo uso crescente desses sistemas. Observa-se que as patologias incidentes no sistema *Light Steel Framing*

podem ser um impeditivo para a adoção desse sistema construtivo, considerando-se a falta de cultura relacionada ao seu uso.

Recomenda-se como pesquisas futuras a realização de um levantamento de campo que possa ser representativo do setor da construção, além do levantamento do desempenho pós-ocupação. Nota-se a dificuldade na obtenção de dados relativos ao desempenho das estruturas em *Steel Frame*, visto que há confidencialidade de informações técnicas em projetos que envolvem as habitações populares dos empreendimentos que adotaram esse sistema.

REFERÊNCIAS

- 360 GRAUS: ESTRUTURAS E CONSTRUÇÕES. **Vantagens do sistema *Light Steel Frame***. Disponível em: <<http://www.360construtora.com.br/steel-frame/vantagens/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- 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, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355**: perfis estruturais de aço formados a frio: padronização. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762**: dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: procedimentos. Rio de Janeiro, 2010.
- CARDOSO, S. S.; BARROS, M. M. B. de. **Especificação de perfis para Drywall e Light Steel Framing**. Trabalho apresentado no Congresso Latino-americano da Construção Metálica – Construmetal), 2016. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/apresentacao/46_ESPECIFICACAOPAR A-PERFIS-DE-DRYWALL-E-LIGHT-STEEL-FRAMING.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA); INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS (ICZ). **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para *light steel frame & drywall***. Rio de Janeiro, 2016.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA). **Construção em aço**: vantagens. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.cbcaacobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-vantagens.php>>. Acesso em: jan. 2017.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Diretrizes de Ação CBCS**: revisão 1. Rio de Janeiro, jun. 2013. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Sobre%20CBCS/CBCS_Diretrizes%20de%20Acao_rev1.pdf>. Acesso em: 25 out. 2015.
- CONSTRUTORA SEQUÊNCIA. **Perfis *Steel Frame***. 2017. Tabela.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2012**. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/559-deficithabitacional-2011-2012/file>>. Acesso em: 26 out. 2015.
- LIGHT STEEL FRAMING* rompe resistência cultural ao seu uso e avança em diferentes nichos da construção civil. 2014. In: CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO

(CBCA). Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-detalhes.php?cod=6422>> Acesso em: 27 out. 2015. Debate Técnico. Artigo originalmente publicado na Revista Construção Mercado, 07 nov. 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (BRASIL). Secretaria Nacional de Habitação. **Diretrizes para Avaliação técnica de produtos:** Diretrizes SINAT nº003, Revisão 1: sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo *Light Steel Framing*). Brasília, 2012.

PASSINI *et al.* **Steel frame na construção civil.** Trabalho apresentado no 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 2014. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>>. Acesso em 12 abr. 2017.

PROJETO & OBRA. **10% de todos os materiais entregues em canteiros de obras são desperdiçados.** 06 out. 2009. Disponível em: <http://projetoobra.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=107:10-detodos-os-materiais-entregues-em-canteiros-de-obras-sao-desperdicados&catid=2:noticias>. Acesso em: 22 out. 2015.

RAMOS, Renata. **Sem um único tijolo.** In: Portal Casa e Cia: Casa e Construção: reportagens. [2010]. Disponível em: <<http://revistacasaconstrucao.uol.com.br/escc/Edicoes/44/imprime130133.asp>>. Acesso em: 26 out. 2015

ROSSO, S. M. *Steel frame:* acabam de sair do papel as primeiras casas de interesse social da CDHU (SP) construídas com sistemas leves. **Techne**, São Paulo, ed. 155, fev. 2010. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/155/artigo286675-1.aspx>>. Acesso em: 02 fev 2017.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing:** arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA, 2012. (Série Manual de Construção em Aço).

SANTOS, Larissa C. F. dos. **Avaliação de impactos ambientais da construção: comparação entre sistemas construtivos em alvenaria e em wood light frame.** Trabalho de Conclusão de Curso. 2012 (Especialização em Construções Sustentáveis) □ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curitiba, 2012.

STRAFACCI NETO, Gilberto. **Conheça o sistema de construção à seco Light Steel Frame,** 2015. Disponível em: <<http://blogdaengenharia.com/conheca-o-sistema-deconstrucao-a-seco-light-steel-frame/>>. Acesso em: 26 out. 2015.

Contatos: victorbit11@outlook.com (IC) analuciabraganca@gmail.com (Orientadora)