ANÁLISE DO USO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME NA CONSTRUÇÃO CIVIL

CHAN, Deborah Karine; FONTANINI, Patrícia Stella Pucharelli

(1) Mestranda, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, dkchan_4@hotmail.com; (2) Profª. Drª. Laboratório de Técnicas Construtivas (LABTEC), Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, patricia@fec.uicamp.br

Resumo: *A flexibilidade e agilidade do uso do sistema Light Steel Frame (LSF) está sendo uma grande vantagem comparado aos métodos tradicionais da construção civil brasileira. Edificações que necessitam dessa agilidade e a busca por novas tecnologias e produções industrializadas estão gradativamente aumentando. Com isso, o Light Steel Frame vem aparecendo com umas das alternativas para mudar o panorama do setor. Um material resistente e que atende as solicitações de uma construção ágil, limpa, sustentável e de qualidade. Entretanto, a construção requer conhecimentos das potencialidades e limitações do seu uso e de todos os subsistemas que compõem a edificação. Neste contexto propõe-se realizar uma revisão bibliográfica afim de entender seu histórico nacional e internacional, aplicações e lacunas ainda presentes nesta tecnologia. Compreender os potenciais e condicionantes encontrados durante a execução da construção e analisar a integração e coordenação dentre todos os subsistemas da edificação.*

Palavras-chave: *Light Steel Frame, Sistema Construtivo, Linha de produção, Sustentabilidade*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos – Características Tecnológicas e de Desempenho.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, arquitetos e engenheiros vem discutindo uma melhor forma de construir, que agregue os princípios da industrialização, como racionalização, normalização, modulação e pré-fabricação (CAMPOS, 2014). O sistema *light steel frame* como um método construtivo particular do sistema de pré-fabricados de alta tecnologia, é uma opção cada vez mais frequente no mercado da construção civil. Apesar de ainda ser relativamente pouco solicitado no Brasil, a tecnologia atingiu grande popularização a partir de 1992 na América do Norte e na Europa Ocidental, onde a industrialização da construção civil é uma realidade já muito consolidada (CRATOS, 2005). Neste sistema podemos encontrar uma economia em relação ao custo, uma vez que a obra deriva em grande parte de um sistema de modulação, se tornando muito mais ágil e rápida, tendo assim o seu termino em bem menos tempo. Este é apenas um dos fatores que contribuem para o crescimento de seu uso.

Na grande maioria dos casos a escolha pelo método é feita também devido à sua grande capacidade de resolver diferentes exigências de premissas e programas, cada vez mais variáveis nos projetos atuais. A versatilidade e flexibilidade do material e de suas articulações referem-se à grandes capacidades de adaptação em relação a inúmeras tipologias, escolhas de acabamento, resistência a climas adversos, abalos sísmicos, riscos de incêndios e também distintas a temporalidades. Outra característica que faz dele algo cada vez mais popular na atualidade é a sua ótima relação com a questão da sustentabilidade, grande tendência em várias esferas da vida contemporânea e um fator cada vez mais discutido e levado em conta nas premissas de projeto. Ele é ecologicamente correto na medida em que é pouco agressivo ao ambiente, a utilização de água é praticamente nula durante o processo de obra e não há grandes desperdícios em relação a nenhuma outra matéria prima da natureza. Sendo um sistema construtivo a seco, a água empregada é limitada à fundação da edificação e ao assentamento de revestimentos cerâmicos.

Granja e Jacomit (2010) propõem que com o uso de componentes industrializados e pré-fabricados é possível uma redução ainda maior nas perdas de materiais, custos e descarte de entulho nas obras, obtendo também um maior controle da qualidade no canteiro. Para que haja um desenvolvimento sustentável na construção civil além da modificação do sistema produtivo por si só é necessário um investimento na formação do operário envolvido na cadeia produtiva. Com o conhecimento absorvido desta nova formação, pode-se

melhorar a noção dos parâmetros de uma construção sustentável, reduzir o desperdício de materiais e tornar-se possível a inserção de um novo modelo construtivo.

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar através de uma revisão bibliográfica a utilização da tecnologia do *light steel frame* como principal material em uma construção. Os potenciais e condicionantes, vantagens e desvantagens, propriedades e características, além da melhor compreensão de como acontece o uso desta tecnologia em conjunto com a sustentabilidade e o meio ambiente.

3 REVISÃO DA LITERATURA

O surgimento da técnica *light steel frame* está diretamente relacionado ao desenvolvimento da industrialização da construção civil, assim como ao grande aumento da pré-fabricação nesse setor a partir da 2ª Guerra Mundial. A construção dos painéis de aço surgiu a partir da técnica do *Wood Frame*, que tinha como matéria prima a madeira e surgiu na primeira metade do século XIX. Naquele momento a necessidade de expansão das cidades e a rapidez desejada proporcionaram o cenário perfeito para a difusão do sistema *light steel frame* (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Entretanto, ao contrário do ocorrido com o *wood frame*, o *light steel frame* teve que esperar o desenvolvimento das técnicas descobertas na revolução industrial, pois enquanto a madeira sempre foi uma das principais matérias primas na construção, o manuseio do aço só se tornou viável muito tempo depois. E só foi devido ao expressivo aumento do preço da madeira que arquitetos e engenheiros começaram a buscar o uso de matérias duráveis, com alta resistência e com melhor custo-benefício (BATEMAN, 1998). Então o uso do aço foi a melhor solução naquele momento.

Pode-se observar que o emprego massivo do LSF ocorre somente a partir da década de 1990, a principal causa deu-se após os desastres naturais que assolaram os EUA, primeiro com o furacão Andrew em 1992 e em 1994 o terremoto Northridge. A maioria das casas em *Wood Frame* mostraram-se pouco resistentes aos desastres, causando no primeiro caso o maior reembolso já pago pelas seguradoras dos Estados Unidos e no segundo caso tendo 25 mortes relacionadas ao método construtivo em madeira (JARDIM e CAMPOS, 2014).

O Japão teve as primeiras construções em LSF após a segunda guerra mundial quando foi necessária e reconstrução de 4 milhões de moradias destruídas devido à guerra (FREITAS, 2006). Como anteriormente as casas eram construídas em madeiras acabou agravando os incêndios que se alastravam durante os ataques. Por isso o governo restringiu o uso de madeira nas construções a fim de proteger os recursos florestais, assim como evitar construções inflamáveis. Devido a isso o Japão possui um mercado e uma indústria siderúrgica bastante desenvolvida em perfis de aço leve (CRATOS, 2005).

No Brasil, o sistema *light steel frame* foi trazido pela iniciativa privada a princípio para edificações de alto padrão, mas atualmente já é possível encontrar empresas que incentivam a construção de suas edificações com este método construtivo. Um exemplo são as construções de interesse social, com a necessidade de uma larga escala de construção, o LSF apresenta uma melhor agilidade e produtividade em frente aos outros métodos construtivos (CAMPOS, 2014).

Embora este sistema ainda seja pouco difundido no país, concentrando-se mais na região sudeste (CAMPOS, 2014), gradualmente pode-se observar a expansão do sistema em áreas fora dos grandes centros, uma vez que seus componentes são leves e podem ser facilmente transportados. Uma tendência é a adoção do sistema para suprir o déficit habitacional no Brasil, o que se tornou um a perspectiva possível com a nacionalização dos componentes e barateamento dos custos de produção.

A Caixa Econômica Federal, maior financiadora de imóveis do Brasil, incentiva o uso do sistema no país. Em 2003, a CAIXA lançou diretrizes para o sistema através da publicação “Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aço revestido (*Steel Framing)* – requisitos e condições mínimas para financiamento pela Caixa”. Nessa publicação a CAIXA traz os parâmetros para o financiamento de habitações em *light steel frame*, que até então não possuía nenhum tipo de normalização (CAMPOS, 2014).

4 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Segundo Rodrigues (2006), o sistema *light steel frame* trata-se de um sistema caracterizado pelo uso de perfis de aço galvanizado formados a frio, bastante esbeltos e que compõem sua estrutura. É um sistema que trabalha em conjunto com subsistemas leves (acabamento, cobertura, etc.), também racionalizados,

proporcionando uma construção industrializada, com grande rapidez de execução e a seco. Burstrand (1998) define o sistema LSF como sendo um sistema construtivo que consiste na utilização, exclusivamente, de materiais "secos", como, por exemplo, os perfis de aço formados a frio, as placas de vedação e as lãs de rocha ou de vidro para isolamento térmico. Já Campos (2014) alega que o sistema construtivo LSF tem sua estrutura formada por perfis em aço galvanizado formados a frio, além de placas de fechamento que podem ou não ser estruturais. E de acordo com o Santiago (2012), os perfis utilizados na metodologia Light Steel Frame são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco, pelo processo de imersão a quente ou por eletrodeposição, conhecido por aço galvanizado.

Pode-se então definir que a estrutura em l*ight steel frame* é formada por perfis metálicos em aço galvanizado que são interligados através de parafusos auto brocantes, formando painéis estruturais que resistem aos esforços solicitados. O sistema LSF não pode ser resumido apenas a sua estrutura, ele é composto de vários componentes como fundação, isolamento termo acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS, 2006).

Este sistema construtivo é aberto, e permite a utilização de diversos materiais. Sendo flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas. Pode ser customizado, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável. Assim como, Veljkovic e Johansson (2006) afirmam que, o sistema LSF pode ser projetado para atender todos os requisitos funcionais característicos de edificações residenciais, sendo adequado para a produção industrializada, de maneira que são, portanto, uma parte natural de um processo de construção industrial.

Uma característica do LSF que o salienta de outros sistemas construtivos tradicionais é sua composição por elementos ou subsistemas: estruturais, de isolamento, de acabamentos exteriores e interiores, de instalações, entre outros que funcionam em conjunto. Além de uma série de vantagens; material de resistência comprovada, controle na produção (o que permite maior precisão dimensional), material incombustível e que pode ser reciclado diversas vezes sem perder a qualidade, facilidade na obtenção dos perfis fabricados a frio, já que hoje são muito utilizados pela indústria, a durabilidade do aço proporcionada pelo processo de galvanização, facilidade de manuseio e montagem devido à leveza do material, construção a seco o que minimiza o uso de recursos naturais e desperdício e rapidez na construção já que o canteiro de obras se transforma em um local de montagem dos painéis. (FREITAS; CRASTO 2006).

Outra característica desse sistema é a preocupação com o meio ambiente. Tendo como princípio a racionalização, o desperdício a ela conferido é bem menor em relação aos métodos mais adotados. Em uma construção convencional em alvenaria, as instalações elétricas e hidráulicas e até mesmo as etapas de revestimentos, costumam gerar uma quantidade de entulho significativa. Com os métodos industrializados, essas etapas são embutidas na estrutura na fase de montagem dos sistemas, evitando assim a geração de entulho na obra. São sistemas racionais, versáteis, de rápida execução no canteiro de obras e que não agridem o meio ambiente.

De acordo com literatura de Veljkovic (2006), ao contrário de obras convencionais, como a alvenaria estrutural o canteiro de obras em LSF faz o uso de componentes pré-fabricados que já estão prontos para seu uso final. As atividades de conversão de insumos ficam restritas apenas para a produção do radier (ou outro tipo de fundação) e, eventualmente, algum tipo de adequação (recortes) de componentes, como as placas de vedação e o sistema de juntas e impermeabilização, de forma que a produção de edificações em LSF é baseada, em sua essência, por atividades de conversão definidas pela montagem dos componentes (VIVAN, PALIARI, NOVAES, 2010).

Com o baixo peso dos materiais, apesar das grandes dimensões dos mesmos, a utilização de sistemas de fixação mecânica ao invés de cimento e ainda muitas outras técnicas utilizadas nos edifícios com *light steel frame*, diminuem consideravelmente a mão de obra. Nas habitações com esse tipo de estrutura poupa-se na mão de obra e investe-se na qualidade dos materiais básicos. A redução na quantidade de pessoal necessária para a concepção e execução da obra reflete na redução ou equivalência dos custos neste setor, já que em contrapartida, uma maior especialização e capacitação profissional são requeridas. Empregam-se os mais recentes materiais, eficientes e tecnicamente evoluídos atualmente disponíveis no mercado da construção civil. Observamos, desse modo, uma alta produtividade comparado a outros métodos, baseada também na facilidade de montagem, manuseio e transporte. A utilização de materiais mais leves reduz as dificuldades de transporte, o que também gera economia no orçamento. Calcula-se com precisão a quantidade de peças necessárias, havendo dessa forma controle total sobre a modulação do sistema estrutural, com uma gestão eficiente no

cronograma da obra, bem como reduzindo eventuais desperdícios no canteiro de obras. A limpeza no canteiro, associada à precisão da execução, representam a sua qualidade industrial, refletindo em menor demanda por manutenção também no período pós-construtivo.

5 MONTAGEM DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

O sistema *ligth steel frame* constitui um sistema construtivo racional e industrial. Os principais componentes do sistema, todos industrializados, são:

1. Execução de fundações – como sendo um material leve o tipo de fundação para o sistema LSF pode ser realizado com fundações simples na grande maioria dos casos, mas deve-se ser analisado junto ao projetista de acordo com o solo localizado na região da construção a ser realizada.
2. Montagem da estrutura – como dito nas características, a estrutura se resume em perfis leves de aço galvanizado, dobrados a frio, que formam, entre outros, painéis estruturais e não estruturais, vigas e tesouras.
3. O fechamento externo pode ser feito com placas de OSB (*Oriented Strand Board*), ou placas cimentícias, já para o isolamento térmico e acústico pode ser utilizado a lã de vidro ou lã de rocha.
4. Para as instalações hidráulicas é comumente utilizado o PEX devido a sua maior flexibilidade, mas tendo a opção de usar também o PVC, e para as instalações elétricas é utilizada as instalações convencionais.
5. O fechamento interno é realizado com as placas de gesso acartonado (drywall), resultando numa obra mais limpa, uma vez que a geração de resíduos com esse material é bem menor.
6. O acabamento pode ser bem variado, com pintura, textura, cerâmica, entre outros materiais disponíveis no mercado.

A montagem do sistema se caracteriza pela agilidade, que com o uso de fundações simplificadas e infraestrutura pré-fabricada pode ser executada de duas maneis diferentes. A primeira e mais encontrada é a montagem dos painéis estruturais no próprio canteiro de obras a partir de perfis encontrados comercialmente. Nesse caso os perfis são cortados no próprio local seguindo o projeto estrutural. A segunda opção é a montagem dos painéis no galpão da construtora. Os painéis seguem prontos para o canteiro, acontecendo apenas a montagem do sistema, garantindo agilidade e barateando o custo da mão de obra. (CAMPOS, 2014)

Conforme Machado (2008), a aplicação do sistema *light steel frame*, permite que o custo seja reduzido através da otimização do tempo de fabricação e montagem da estrutura, pois permite a execução de diversas etapas no mesmo tempo, por exemplo, enquanto as fundações são executadas no canteiro de obra, os painéis das paredes são confeccionados em fábrica.

Ao se montar um painel estrutural, todos os seus componentes (montantes, guias e parafusos) estão estocados em local apropriado do canteiro de obras, prontos para serem utilizados, sem a necessidade de nenhum componente ser produzido no local. Então, a produção de um painel estrutural do LSF pode ser resumida em parafusar cada peça, promovendo uma sucessiva e sequencial união dos componentes. É valido ressaltar que para o sucesso da montagem o operário deve estar sempre acompanhado com o projeto específico.

Dessa forma, em comparação com a alvenaria, a atividade de montagem da estrutura do painel reduziu o número de atividades de conversão dos componentes deste elemento, de maneira que a atividade que agregou valor ao produto (painel estrutural) foi a montagem executada pelo operário.

Assim, em teoria, há uma considerável redução, e até mesmo eliminação das atividades de fluxo, ou seja, não são necessários grandes números de atividades paralelas à montagem para que o objetivo final da produção seja alcançado. Este raciocínio se repete nos demais componentes do LSF, como a estrutura da laje e estrutura da cobertura.

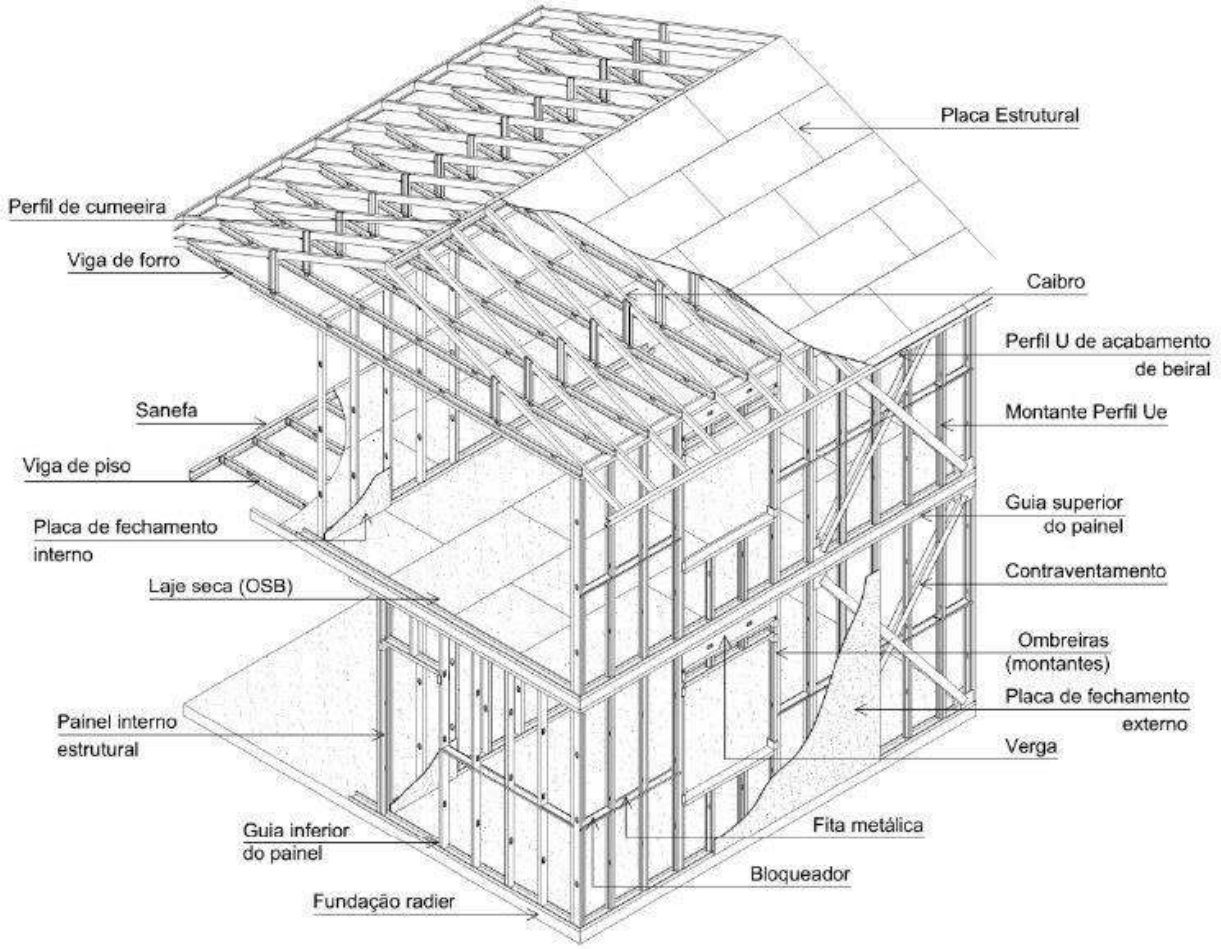

Figura 1 - Desenho esquemático de uma residência em Light Steel Framing. (CRASTO, 2005)

6 POTENCIAIS E VANTAGENS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Gorgolewski (2006) afirma que ao se utilizar o sistema LSF uma série de vantagens são comprovadas, como: alta resistência, baixo peso (tanto da estrutura como dos demais componentes), grande precisão dimensional, resistência ao ataque de insetos, além do que os materiais utilizados são quase que totalmente recicláveis, contribuindo para a sustentabilidade da edificação. Percebe-se, também, que o uso do LSF vem atraindo o interesse em muitos países nos últimos anos principalmente para habitações residenciais unifamiliares, visto que este sistema pode contribuir para o aumento do nível de especialização e qualidade da mão-de-obra e estabelecer altos padrões de construção.

Veljkovic & Johansson (2006) afirmam que o sistema LSF pode ser projetado para atender todos os requisitos funcionais característicos de edificações residenciais, sendo adequado para a produção industrializada, de maneira que são, portanto, uma parte natural de um processo de construção industrial.

Maior organização e limpeza do canteiro, rapidez e facilidade na execução das vedações, facilidade de controle e menor desperdício de materiais são algumas das vantagens desses fechamentos industrializados sobre a alvenaria tradicional (SILVA e SILVA, 2004).



Figura 2. Casa com estrutura em *light steel frame*
Fonte: REVISTA FINESTRA (Edição 58)

O sistema construtivo em aço apresenta também as significativas características como:

• Rápido retorno financeiro - Uma das principais vantagens que promove o uso do sistema é a significativa redução no tempo de execução da obra, em muitos casos chegando a 1/3 do tempo que seria gasto em outros sistemas construtivos. Isso faz com que possa haver uma antecipação do retorno do investimento, ou seja, devido a maior velocidade de execução da obra, pode-se haver um ganho adicional pela entrega antecipada do imóvel ao cliente, resultando pela rapidez no retorno do capital investido. Visto que os materiais empregues na construção LSF são usualmente mais caros do que os usados na construção convencional, é precisamente esta característica que torna economicamente acessível e competitiva esta solução construtiva. Menos tempo de construção resulta numa poupança substancial de recursos, o que permite alcançar valores finais competitivos. Além disso, o custo inicial também pode ser rentabilizado com o passar do tempo devido a uma menor manutenção e a uma considerável poupança energética na climatização.

• Maior área útil - As seções dos pilares e vigas de aço são substancialmente mais esbeltas do que as equivalentes em concreto, resultando em melhor aproveitamento do espaço interno e aumento da área útil, fator muito importante principalmente em garagens.

• Flexibilidade - A estrutura em aço mostra-se especialmente indicada nos casos onde há necessidade de 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.

• Alívio de carga nas fundações - Devido ao reduzido peso e uniforme distribuição dos esforços através de paredes leves e portantes, proporciona custo de 20% a 30% por metro quadrado inferior ao convencional.

• 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.

• Reciclagem - 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.

Como pode-se observar, são inúmeras as vantagens do uso do *light steel frame*, pode-se enfatizar várias que influenciam diretamente nas questões de economia nas mais variadas etapas do processo construtivo.

7 DESVANTAGENS E CONDICIONANTES DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME

Como visto anteriormente, o LSF proporciona uma obra mais rápida, limpa e organizada, mas que necessita de um grande planejamento, para garantir que todas as etapas aconteçam conforme o planejado evitando assim atrasos. Infelizmente no Brasil o nível de detalhamento imposto na construção civil é baixo. As compatibilizações de projetos são raramente elaboradas, infligindo muitas falhas nos processos de construção. (CAMPOS, 2014)

MORIKAWA (2006) comenta que a preparação do mercado nacional para a chegada do sistema construtivo Light Steel Frame passa, necessariamente, por três vertentes de desenvolvimento, são elas: a cadeia produtiva, o agente financiador e a normatização. Para a cadeira produtiva, já é possível encontrar uma diversidade razoável de fornecedores e montadores pelo Brasil, entretanto a mão de obra é um obstáculo a ser transposto, uma vez que o sistema requer um treinamento básico para a montagem dos painéis (CAMPOS, 2014). Como apontado na revisão da literatura a CAIXA é a maior financiadora do país, mas sem o devido incentivo da mesma para a utilização desta tecnologia, ela não vai passar de um projeto. E vários estudos acadêmicos já estão sendo realizados sobre o sistema, mas sem a sua normatização no Brasil o seu uso não fica tão viável.

Como todo produto apresenta suas desvantagens, o *light steel frame* destaca-se a baixa resistência à água e ao fogo, por mais que não seja ser utilizado em paredes externas e existiam algumas chapas com aditivos específicos que corrigem esse problema. Instalações mal feitas ou mal vedadas, fazem com que a estrutura fique passível a proliferação de insetos em espaços vazios. E ainda, a baixa sustentação de móveis ou objetos muito pesados nas paredes faz com que seja necessário ser feito o reforço para evitar sobrecargas.

8 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o desenvolvimento do trabalho, concluiu-se que essa tecnologia construtiva possui muitas vantagens no mercado atual com rigorosos prazos e exigentes em sua qualidade. É um sistema mais interessante para aplicação em larga escala, como no caso de conjuntos habitacionais, porém com necessidade a atenção as suas limitações e possui baixo impacto ambiental, pois consume menos recursos naturais não renováveis e menos energia na sua produção, além de gerar poucos resíduos. Mas como em todos os sistemas o *light steel frame* possui ainda algumas lacunas a serem estudadas, como por exemplo, no brasil o LSF se encontra no estado de tecnologia construtiva e não de sistema construtivo, ou seja, nem todas as interfaces estão resolvidas. A qualificação de mão-de-obra e a organização do mercado de reposição são ações necessárias para que a manutenção desses sistemas seja viável para o usuário. A determinação da vida útil de projeto não é comumente declarada. Essas lacunas são compreensíveis na medida em que, ainda são incertos os procedimentos necessários para mantê-los e a expectativa da vida útil nas condições reais de uso, sendo necessária uma pesquisa mais aprofundada sobre cada caso em questão.

Erroneamente no Brasil, as edificações em LSF estão sendo produzidas apenas com os projetos do produto. Isto deprecia as atividades de montagem das edificações, uma vez que as sequências e decisões de produção ficam a cargo do operário que muitas vezes não possui a competência necessária para tanto. Sendo um sistema amplamente aceito e utilizado em países desenvolvidos, a essência de produção LSF de características extremamente práticas, exige que todo o processo de construção seja determinado durante o

processo de projeto que, por sua vez, está condicionado pelo rompimento com as práticas tradicionais na construção civil (GOMES; VIVIAN; SCHIERI; PALIARI, 2016). Para tanto, faz-se necessário que o profissional tenha em mente a necessidade de projetar os processos de montagem dos painéis do LSF a fim de que a qualidade e a economia proporcionadas pelo sistema sejam garantidas (GOMES; VIVIAN; SCHIERI; PALIARI, 2013).

Para os sistemas construtivos inovadores deve-se ainda considerar, de forma mais específica, qual o modo que o planejamento desses sistemas ocorreria na prática. Os procedimentos ideais aplicados integração e coordenação dentre todos os subsistemas da edificação, possuem escassos referenciais nesta pesquisa. Por isso, propõem-se para estudos futuros a realização de estudos de casos, mapeando a localização dos empreendimentos que adotaram esta tecnologia e elaborando questionários voltados aos profissionais de manutenção, engenheiros e projetistas, para uma melhor visualização e entendimento dos processos na prática.

9 REFERÊNCIAS

BURSTRAND, H. Light Gauge Steel Framing Leads the Way to an Increased Productivity for Residential Housing. Stockholm: Swedish Institute of Steel Construction, 1998.

BATEMAN, T. Snell, S. Administração: construindo vantagem competitiva. São Paulo : Atlas, 1998

CAMPOS, Patrcia Farrielo de. Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP. São Paulo, 2014.

CRASTO, Renata Cristina Morães de. ARQUITETURA E TECNOLOGIA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS: LIGHT STEEL FRAMING. Ouro Preto, 2005.

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

GOMES, C. E. M.; VIVIAN, A. L.; SCHIERI, E. P.; PALIARI, J. C. Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular – Práticas Sustentáveis. Encontro Latino-americano de edificações e comunidades sustentáveis. Curitiba, 2013.

GOMES, C. E. M.; VIVIAN, A. L.; SCHIERI, E. P.; PALIARI, J. C. Overview: o light steel frame como alternativa para produção de moradias. Construção Metálica, São Paulo, v.4, edição 120, p.42-46, 2016.

GORGOLEWSKI, M. Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing. Building and Enviroment. Volume 42, Issue 1. p. 230-236. 2006.

GRANJA, A. D.; JACOMIT, A.M. Análise crítica da aplicação do custeio-meta no desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social. Ambiente Construído. Porto Alegre, 2010.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro de Souza. “Light Steel Framing”: Uma aposta do setor Siderúrgico no Desenvolvimento Tecnológico da Construção Civil, 2014.

MACHADO. J.P.. Estudo comparativo entre sistemas construtivos para habitações de interesse social: Alvenaria convencional versus steel frame. São Paulo, 2008.

MORIKAWA. D.C.L. Métodos construtivos para edificações utilizando componentes derivados da madeira de reflorestamento. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, 2006.

RODRIGUES, Francisco Carlos. Steel Framing: Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manual da Construção em Aço).

SANTIAGO, A.K; FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R.C.M – “Steel Framing”: Arquitetura. Insttituto Brasileiro de Siderurgia, Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, Maristela Gomes; SILVA, Vanessa Gomes. Painéis de Vedação. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2004. (Série Manuais da Construção em Aço).

VELJKOVIC, M.; JOHANSSON, B. Light steel framing for residential buildings. Thin-walled structures. n.44. p.1272-1279. 2006.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010. Canela-RS. ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.