



Feasibility of using the light steel frame system in civil construction works in the city of Manaus-Amazonas

Arliane dos Santos Farias¹, Charles Ribeiro de Brito², David Barbosa de Alencar³, Manoel Henrique Nascimento Reis⁴, Jorge Almeida Brito Junior⁵, Antônio Estanislau Sanches⁶

^{1,2} Centro Universitário do Norte (UNINORTE) - Manaus - AM.

^{3,4,5} Research Department, Education Institute of Technology and Galileo of Amazon (ITEGAM)

⁶ Coordenação tecnológica de Agrimensura da Universidade do Estado do Amazonas – EST/UEA. Manaus-AM, Brasil.

Email: arlianasantos.t@gmail.com, charles.brito@uninorte.com.br, david002870@hotmail.com, hreys@itegam.com.br, jorge.brito@itegam.com.br, novo.sanches@gmail.com,

Received: October 06th, 2018

Accepted: November 12th, 2018

Published: December 31th, 2018

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM).

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

A civil construction has sought the most efficient building systems and Light Steel Frame (LSF) system. The LSF is a constructive system of rational industrial and industrial, which uses light profiles of cold-formed galvanized steel with closures in thin sheets. However, the LSF system still presents market barriers in Brazil, since the use of this system requires an industry that provides necessary material and skilled labor. In this sense, the objective is to evaluate the feasibility of using the Light Steel Frame system in the construction of the city of Manaus, Amazonas. For this, a methodology of bibliographic review was used without research of this research. In considering the characteristics of the city of Manaus, evidently the same as that which is important to implement the LSF system in the construction industry, once Manaus is a city with industrial functionality capable of implementing a new industrial system such as the LSF, being necessary to qualify the and install factories that produce LSF system components.

Keywords: light steel frame, construction system, Manaus.

Viabilidade do uso do sistema light steel frame em obras de construção civil na cidade de Manaus-Amazonas

RESUMO

A construção civil tem buscado sistemas mais eficientes de construção e o sistema Light Steel Frame (LSF) tem ganhado espaço no mercado de construção nacional como solução eficiente. O LSF é um sistema construtivo de concepção racional e industrial, que utiliza-se de perfis leves de aço galvanizado conformados a frio com fechamentos em chapas delgadas. No entanto, o sistema LSF ainda enfrenta barreiras mercadológicas no Brasil, uma vez que o uso deste sistema necessita de uma indústria que forneça material necessário e mão de obra qualificada. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade do uso do sistema Light Steel Frame na construção civil da cidade de Manaus, Amazonas. Para tanto, utilizou-se de uma metodologia de revisão bibliográfica no desenvolvimento desta pesquisa. Ao considerar as atuais características da cidade de Manaus, evidenciou-se que a mesma possui grande potencial para implementar o sistema LSF na indústria da construção civil, uma vez Manaus é uma cidade de característica industrial capaz de efetivar um novo sistema industrial como o LSF, sendo necessário qualificar a mão de obra e instalar fábricas que produzam componentes construtivos do sistema LSF.

Palavras-chave: Light Steel Frame, Sistema Construtivo, Manaus

I INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem buscado sistemas mais eficientes de construção no intuito de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente. Entre as opções, o sistema estrutural de aço tem se destacado.

O sistema estrutural de aço tem sido cada vez mais empregado por projetistas que buscam por inovação tecnológica. Tal que nos últimos anos, o emprego de estrutura de aço na construção civil tornou-se uma alternativa tecnológica padrão nos projetos brasileiros. Estruturas metálicas têm sido utilizadas desde para construção de superestruturas, como pontes, até para construção de edifícios e residências. O emprego de estruturas metálicas, combinadas com a eficiência dos processos de construção gerou uma série de vantagens, que inclui a conclusão mais precisa e mais rápida do projeto.

Entre as soluções construtivas em estrutura metálica, as que utilizam perfis de aço formados a frio como elemento estrutural, o sistema Light Steel Frame (LSF) tem ganhado espaço no mercado de construção nacional por se utilizar de uma estrutura metálica bastante leve e econômica. O LSF é um sistema construtivo de concepção racional caracterizado pelo uso de perfis leves de aço galvanizado conformados a frio com fechamentos em chapas delgadas e por subsistemas que proporcionam uma construção industrializada e a seco.

O uso do LSF apresenta uma infinidade de vantagens, como elevada resistência, baixo peso (tanto da estrutura como dos demais componentes), exatidão dimensional e resistência ao ataque de pragas. Bem como também, quase todos os componentes utilizados são recicláveis, o que influencia para a sustentabilidade da construção [1].

Ressalata-se ainda que a adoção do LSF como sistema construtivo reflete em melhores condições para o gerenciamento de insumos e de operações no canteiro de obra, tal que promove redução no consumo de mão de obra, menor quantitativo na geração de resíduos de construção civil, menor quantitativo de consumo de água e redução do prazo de construção, quando comparada com o sistema construtivo convencional [2].

O LSF apresenta-se do ponto de vista técnico bastante vantajoso, entretanto, comercialmente, ainda enfrenta barreiras no Brasil. Uma vez que o uso do sistema Light Steel Frame requer uma indústria que forneça material necessário e mão de obra qualificada.

Embora o LSF se mostre tecnicamente viável, é preciso realizar estudos mercadológicos para implementação do sistema como alternativa competitiva e de agregação de valor, tal que seja economicamente viáveis e compatíveis com os condicionantes regionais [3].

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade do uso do sistema Light Steel Frame na construção civil da cidade de Manaus, Amazonas. Para tanto, avalia-se dois aspectos: disponibilidade de materiais e mão de obra qualificada.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema Light Steel Framing (LSF). O termo Light Steel Framing (LSF) é devido da união das seguintes conceitos básicos: i) Frame: faz referência ao esqueleto estrutural projetado para dar forma e suportar a edificação, sendo constituído por elementos leves (os perfis formados a frio); e ii) Framing: processo pelo qual se unem e vinculam os perfis da estrutura. Na literatura internacional encontram-se geralmente duas expressões: Light

Steel Framing House na Europa e Residencial Cold-Formed Steel Framing nos Estados Unidos), ambas referem-se às edificações residenciais construídas com painéis estruturados sobre perfis de aço com revestimento metálico galvanizados por imersão a quente [4].

Ressalta-se que o sistema LSF não se limita apenas a sua estrutura em perfil de aço galvanizado. Trata-se de um sistema construtivo composto por vários componentes e subsistemas, que são, além do estrutural, de fundação, de isolamento, de fechamento interno e externo, e instalações elétricas e hidráulicas [5].

O sistema LSF possui grande flexibilidade e versatilidade no projeto arquitetônico, e conseqüentemente as aplicações do sistema são bastante variadas podendo ser aplicada para construção de residências unifamiliares, edifícios residenciais e comerciais até quatro pavimentos, hotéis, hospitais, clínicas, estabelecimentos de ensino e até unidades modulares.

Atualmente o LSF possui grande versatilidade, adaptável a qualquer projeto arquitetônico. Um exemplo de utilização do Sistema LSF é a casa flutuante construídos em Manaus, AM, em setembro de 2015, conforme mostra as figuras 1 e 2. Trata-se de um casa flutuante cuja estrutura pode ser montada em balsas, cascos de barcos e navios, sendo que a concepção e desenvolvimento dos projetos foi coordenado pela empresa Planalto Industrial localizada no Polo Industrial de Manaus, Amazonas.



Figura 1: Estrutura metálica em perfil de aço galvanizado da casa flutuante construída pelo sistema Light Steel Frame. Fonte: Planalto Industrial Ltda. Fonte: Autores, (2018).



Figura 2: Casa flutuante construída pelo sistema Light Steel Frame na cidade de Manaus, AM. Fonte: Planalto Industrial Ltda. Fonte: Autores, (2018).

A edificação flutuante é comumente utilizado no Estado do Amazonas, quando feita pelo LSF possui reduzido peso, qualidade superior de acabamento, fácil transporte e rápida montagem, e representa a solução para restaurantes, pousadas e qualquer outro projeto que demande flutuabilidade.

Contexto histórico

A origem do LSF é oriunda do século XIX nos Estados Unidos devido à grande demanda habitacional no período, no qual recorreu a madeira, um material disponível na época. Para construção das habitações foram utilizados conceitos oriundo da revolução industrial como de praticidade, velocidade e produtividade, que foram adaptados às construções habitacionais industrializadas. O método consistia no uso de estrutura constituída por peças de madeira serrada de pequena seção transversal conhecidos por “Ballon Framing” e fechados por peças de madeira, originando o sistema construtivo “Wood Frame” que se tornou a tipologia residencial comum nos Estados Unidos [4].

Em 1950 surgiram as primeiras construções com perfil em aço formado a frio. No entanto, estas possuíam caráter experimental e limitado, até que em 1930 foram feitos catálogos de casas, o que promoveu maior aceitação no mercado, tal que iniciou-se um aumento considerável em sua aplicação, com o surgimento de empresas especializadas no processo [6].

Em 1933 foi lançado na Feira Mundial de Chicago nos Estados Unidos o protótipo de uma residência em Light Steel Framing, utilizando perfis de aço em substituição à madeira. Após a Segunda Guerra Mundial no Japão ocorreu a necessidade de se reconstruir cerca de quatro milhões de casas destruídas pelos bombardeios e para tanto foram feitas construção em perfis formados a frio, o que promoveu o desenvolvimento industrial no país na área da construção [7].

Em 1998 apareceram no Brasil as primeiras construções em LSF, que estrategicamente teve seus primeiros grandes projetos focados na construção residencial de médio e alto padrão. Em 2005 se iniciou as primeiras experiências na utilização do LSF para habitações populares, nos quais foram desenvolvidos estudos patrocinados pela Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais (USIMINAS) em busca de novos mercados para o aço galvanizado [8].

Entretanto, no Brasil o sistema LSF ainda enfrenta algumas dificuldades para se consolidar no mercado da construção civil, principalmente por questões culturais, e conseguinte falta de mão de obra especializada, uma vez que exige projetos bem definidos e compatibilizados, devido à necessidade de precisão por conta de sua característica industrial [9].

Elementos construtivos básicos para o sistema LSF: O sistema construtivo LSF possui como conceito construtivo fundamental o uso de componentes industrializados na construção civil, incorporado a uma metodologia executiva desses componentes que promovem um controle do processo do produto final mais refinado. O volume de aço no sistema é significativo, uma vez que a superestrutura, desde as paredes até a estrutura de telhado, da obra é composta de perfis de aço galvanizado formados a frio [10].

Os demais componentes utilizados pelo sistema LSF é bastante variado, existindo uma variedade grande de produtos e materiais [10], conforme pode ser visto na figura 3, entretanto não é objetivo deste artigo detalhar.

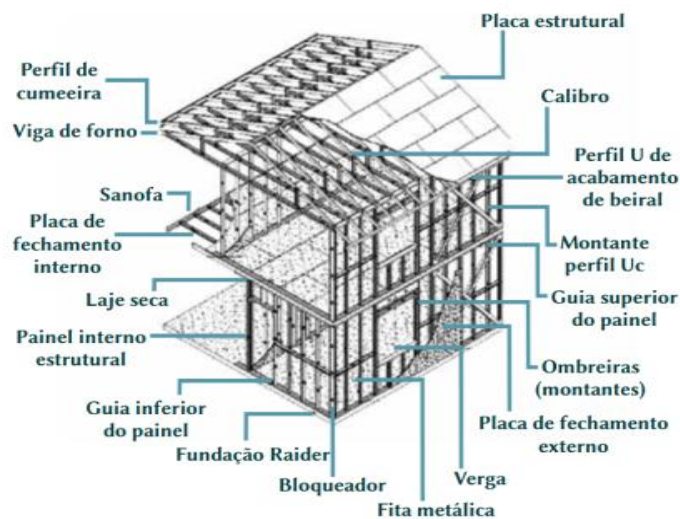


Figura 3: Composição dos elementos construtivos utilizados no sistema Light Steel Frame.

Fonte: [4].

A estrutura básica é composta por perfis formados a frio de aço galvanizado denominados montantes e guias que formam os painéis autoportantes das paredes e estrutura de telhado, constituindo um conjunto monolítico. Para tanto, ainda são utilizados elementos de ligação e fechamento.

As estruturas metálicas utilizado pelo sistema LSF são compostas por duas famílias de elementos estruturais: i) perfis laminados e soldados; e ii) perfis formados a frio. Os perfis estruturais de aço formados a frio são obtidos a partir do dobramento, em prensa dobradeira, ou por perfilagem em conjunto de matrizes rotativas, de tiras de aço cortadas de chapas ou bobinas laminadas a frio ou à quente, revestidas ou não [11].

Todavia o perfil mais comum é o obtido à frio feito por perfiladeira alimentada por bobinas. Este equipamento necessita ser programado e configurado de acordo com o tipo de aço da bobina e o tipo de perfil a ser dobrado e cortado. Assim, a produtividade varia conforme o perfil a ser produzido, que pode já sair identificado conforme o projeto. O programador é responsável por lançar no software do equipamento as informações conforme uma planilha espelho do projeto [12].

A galvanização ou zincagem é um dos processos mais efetivos e econômicos empregados para proteger o aço da corrosão atmosférica. Dessa forma, o aço continua protegido, mesmo com o corte das chapas ou riscos no revestimento de zinco. As seções mais comuns na construção civil são as com formato em “C” ou “U” enrijecido para montantes e vigas e o “U” que é usado como guia na base e no topo dos painéis. As guias geralmente não transmitem nem absorvem os esforços, sendo isto feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura [5].

Os elementos de ligação dos perfis devem ser dimensionados de forma que sua resistência de cálculo seja igual ou superior aos máximos esforços solicitantes de cálculo, determinados com base nas combinações de ações para os estados limites últimos.

Os elementos de ligação dos perfis são parafuso metálicos dimensionados de forma que sua resistência de cálculo seja igual ou superior aos máximos esforços solicitantes de cálculo, determinados com base nas combinações de ações para os estados limites últimos [4].

Diversos fatores influenciam na escolha do tipo de componente de ligação ou fixação, sendo eles: i) condições de carregamento; ii) tipo e espessura dos materiais ligados; iii) resistência necessária da conexão; iv) configuração do material; v) disponibilidade de ferramentas e fixações; vi) local de montagem; vii) custo e experiência de mão de obra; e viii) normalização [13].

No Brasil os parafusos usados pelo sistema LSF são geralmente auto-atarraxantes e auto perfurantes, fabricados com pontas do tipo broca e do tipo agulha. Devido à importância das ligações para o funcionamento geral do sistema, cada um tem seu diâmetro, comprimento e tipo de ponta e cabeça recomendados conforme o fabricante [4].

O fechamento refere-se aos elementos fechamento das paredes, o isolamento entre o meio externo e o interno e o limiar entre os cômodos. Entre os tipos de fechamentos utilizados pelo sistema LSF, os mais comuns são: Oriented Strand Board (OSB), plywood, placa cimentícia e argamassa projetada. O OSB é composto por pequenas lascas de madeira, comumente utilizado em tapumes de madeira e é tradicionalmente mais utilizado após receber tratamentos para impermeabilização da madeira e proteção contra cupins [9].

III METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizado a técnicas de pesquisa de documentação indireta, de modo a facilitar a coleta de dados e organizar os arquivos, a maneira que facilite a compreensão por parte dos leitores. Com este propósito foi efetuada uma revisão das publicações na área engenharia civil, construção, orçamento e gestão de obras em periódicos, artigos, revistas, livros disponíveis no ambiente eletrônico.

O referencial da pesquisa bibliográfica, entendida como o ato de indagar e de buscar informações sobre determinado assunto, através de um levantamento realizado em base de dados nacionais e estrangeiros, representa uma pesquisa classificada como exploratória com caráter qualitativo, no qual o foco não é a quantificação, mas a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados, pois o pesquisador considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito que não pode ser quantificável. Não há emprego de métodos e técnicas estatísticas, mas utiliza-se da estatística descritiva para organização das informações.

Nesse sentido o delineamento da pesquisa (um levantamento bibliográfico) foi realizado por meio de busca de artigos e trabalhos científicos sobre o sistema construtivo Light Steel Frame. Por fim, buscou-se relacionar a viabilidade da adoção do LSF na construção civil da cidade de Manaus baseando-se em dois critérios: disponibilidade de materiais e mão de obra qualificada.

IV DISCUSSÃO

IV.1 O SISTEMA LST

No sistema LSF a racionalização e a industrialização são inseparáveis ao processo de execução, cuja racionalização é focada no custo, enquanto que a industrialização foca na padronização e normalização de materiais e processos.

O sistema LSF visa uma produção orientada pelo processo de conversão de entradas (recursos) e uma saída (produtos). No qual, o valor de um produto é associado, em essência, ao custo

dos seus insumos e do processo de transformação (processo produtivo), resultando em esforços de minimização de custos dos processos envolvidos, focados na minimização de cada subprocesso separadamente [3].

Dessa forma, o custo final de uma edificação construída pelo sistema LSF é resultante do custo da matéria prima e matérias utilizados mais o valor agregado devido ao processo de transformação feito pela mão de obra qualificada para tanto.

Em outra perspectiva, é importante ressaltar que para o sistema LSF cumprir com as funções para o qual foi projetado e construído se faz necessário que os subsistemas estejam corretamente inter-relacionados e que os materiais utilizados sejam adequados.

Dessa forma, a inter-relação entre os sistema depende de uma mão de obra técnica especializada, geralmente um engenheiro, para desenvolverem os projetos corretamente, bem como também escolha dos materiais e de mão de obra para execução, que são fundamentais na velocidade de construção e no desempenho do sistema.

IV.2 MATÉRIA PRIMA E MATERIAIS

Em Manaus fica localizado o maior polo industrial da região norte do país, a Zona Franca de Manaus, trata-se de um polo industrial voltado para a atração de fábricas, com o intuito de promover uma maior integração territorial regional e gerar empregos. Portanto, são desenvolvidos e fabricados infinidades de produtos, principalmente de plástico e metal.

Na cidade de Manaus também já possui fábricas instaladas especializadas na fabricação de componentes do sistema LSF, como por exemplo, a empresa Planalto Industrial Ltda que desenvolve desde o projeto, os perfis de aço galvanizado e realiza até a montagem da edificação.

O polo industrial da cidade de Manaus também tem capacidade e infraestrutura para abrigar novas fábricas que produzam os componentes construtivos do sistema LSF, uma vez que as mesmas recebem incentivos fiscais para se instalarem no local.

Dessa forma, algumas fábricas já instaladas no polo industrial de Manaus produzem os componentes construtivos do sistema LSF, bem como produzem com baixo custo, uma vez que recebem incentivos fiscais. Consequentemente as fábricas conseguem disponibilizar estes componentes com preço atrativo para a cidade de Manaus e região, uma vez que ocorre o barateamento dos custos com transporte, já que os componentes não precisam ser importados de outras localidades e se dispõe também de uma logística de distribuição na cidade..

IV.3 MÃO DE OBRA QUALIFICADA

Para construção utilizando-se do sistema LSF é preciso que os profissionais envolvidos na cadeia produtiva possuam aperfeiçoamento técnico, que sejam qualificados para desenvolver o serviço, tanto a nível de projeto quanto a nível de execução.

O projeto de um edifício a ser construído pelo sistema LSF exige muito detalhamento, tal que o projetista leva horas para realizar os estudos e levantamentos do projeto. Assim, em contrapartida exige-se que a mão de obra para execução esteja preparada para interpretar o projeto e os detalhamentos, bem como lidar com materiais, ferramentas e técnicas adequadas de execução.

A maioria dos problemas e dos custos de construção são decorrentes de erros no projeto e no planejamento, bem como da falta de uma concepção sistêmica do processo de produção. Para tanto, a concepção do projeto em LSF deve ser racionalizada por um profissional de engenharia qualificado, de modo que inicie a racionalização desde a concepção do projeto, pelo uso de coordenação modular, passando pela compatibilização entre subsistemas, até chegar nos projetos de produção [14].

A mão de obra não-qualificada para execução do serviço promove uma baixa produtividade, que consequente torna a obra onerosa e morosa. Enquanto que uma mão de obra qualificada promove um aumento da produtividade. Entretanto para atrair trabalhadores qualificados é indispensável a redução da informalidade no setor da construção civil e mudanças na base tecnológica. Tal que a qualificação da mão de obra vai desde a educação básica dos trabalhadores até o treinamento sobre os materiais, equipamentos, processos de produção, montagem, qualidade e produtividade.

Neste sentido, o sistema exige três níveis de mão de obra qualificada, uma para o desenvolvimento do projeto, outra para execução e montagem, e a última para realizar os serviços de manutenção e conservação.

A cidade de Manaus já possui histórico de processo de industrialização, devido ao desenvolvimento industrial da Zona Franca de Manaus. Neste sentido, o treinamento da mão de obra para desenvolver o sistema LSF pode ser rapidamente desenvolvido, uma vez que a população local já tem familiaridade com processos industriais e intimidade com treinamentos para nível de indústria, só que dessa vez será direcionada à indústria da construção civil.

V CONCLUSÃO

Este artigo avaliou a viabilidade do uso do sistema Light Steel Frame na construção civil da cidade de Manaus, Amazonas. Considerando as atuais características da cidade, fica evidente que a mesma possui grande potencial para implementar o sistema LSF na indústria da construção civil. Logo, é necessário conscientizar a população sobre as vantagens do sistema LSF, para que a população possa vim se beneficiar do sistema LSF na construção de residências, restaurantes, hospitais e edificações comerciais em geral. Observa-se que os componentes construtivos do sistema LSF já são produzidos na Zona Franca de Manaus e também existem empresas especializadas no sistema LSF instaladas na cidade. Observa-se ainda que o polo industrial da cidade de Manaus tem capacidade e infraestrutura para abrigar novas fábricas que produzam os componentes construtivos do sistema LSF, bem como recebem incentivos fiscais para se instalarem no local. Em relação a qualificação de mão de obra, vale destacar que Manaus possui um grande contingente de profissionais de engenharia capazes de se aperfeiçoarem para desenvolverem os projetos de edificações a serem construídas pelo sistema LSF. Quanto a mão de obra para execução, montagem, manutenção e conservação é necessário qualificar. Em relação à estas limitações, não representa uma barreira para viabilidade do uso do sistema Light Steel Frame na construção civil da cidade de Manaus, pois a cidade possui histórico de processo de industrialização, e o treinamento da mão de obra para desenvolver o sistema LSF pode ser rapidamente desenvolvido, uma vez que a população local já tem familiaridade com processos industriais e intimidade com treinamentos a nível de indústria. Dadas essas

perspectivas, pode-se verificar que ainda há muito a fazer para tornar viável o uso do sistema LSF na construção civil de Manaus, principalmente devido a falta de mão de obra qualificada. Entretanto, a cidade possui potencialidade para implementar o sistema LSF, uma vez que é uma cidade de característica industrial capaz de efetivar um novo sistema industrial, o sistema LSF na construção civil.

Como um passo posterior a este trabalho, recomenda-se quantificar a produção industrial de componentes construtivos do sistema LSF na cidade de Manaus e avaliar aspectos limitantes do uso do sistema LSF na cidade de Manaus, a fim de desenvolver perspectivas para implementação do sistema LSF na região.

VII REFERÊNCIAS

- [1] Gorgolewski, Mark. **Developing a simplified method of calculating U-values in light steel framing. Building and Environment**, v. 42, n. 1, p. 230-236, 2007.
- [2] Olivieri, Hylton et al. **A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel Framing. Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 45-60, 2017.
- [3] Milan, Gabriel Sperandio; NOVELLO, Roger Vagner; REIS, Zaida Cristiane. **A viabilidade do sistema light steel frame para construções residenciais. Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 1, 2011.
- [4] Rodrigues, F. C. **Steel Framing: Engenharia - Manual de Construção em Aço**. Rio de Janeiro, CBCA, 2006.
- [5] Crasto, Renata C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light steel framing**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- [6] Allen, Don. History of cold formed steel. **Structure Magazine**, p. 28-32, 2006.
- [7] Freitas, A. M. S, Crasto, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura - Manual de Construção em Aço**. Rio de Janeiro: CBCA, 2006
- [8] Lacerda, Juliana F. S. B.; Gomes, Jefferson O. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014.
- [9] Coelho, André S. R. **Light Steel Frame - Recomendações de projeto, processo construtivo e detalhes orçamentários**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2014.
- [10] Penna, Fernando C. F. **Análise da viabilidade econômica do sistema Light Steel Framing na execução de habitações de interesse social: Uma abordagem pragmática**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações:** Requisitos Gerais: NBR 15253. Rio de Janeiro, 2005.

[12] Lima, Rondinely F. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo Light Steel Frame.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

[13] Elhajj, N. **Fastening of light frame steel housing: and international perspective.** Upper Marlboro: National Association of Home Builders (NAHB), 2004.

[14] Mcleod, Virginia. **Detalhes construtivos da arquitetura residencial contemporânea.** Porto Alegre: Bookman, 2009.