

# **LIGHT STEEL FRAMING: VANTAGEM E DESVANTAGEM DO MÉTODO CONSTRUTIVO NO BRASIL**

RAFAEL JONER DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

WESLEY SILVA OLIVEIRA<sup>2</sup>

**RESUMO:** O Light Steel Framing é um sistema de construção a seco constituído por uma estrutura leve de perfis de aço galvanizado que formam um esqueleto estrutural autoportante. Sobre este esqueleto estrutural são fixadas placas de fechamento internas e externas, isolamentos termo acústicos e barreiras, gerando uma construção com aspecto final semelhante ao da construção convencional. São estruturas que não utilizam tijolo ou cimento, sendo que o concreto é apenas empregue nas fundações. A flexibilidade e agilidade construtiva do sistema LSF determinam um grande potencial a ser explorado nas mais diversas aplicações, inclusive para habitações de interesse social. Nesse contexto, esse trabalho objetiva apresentar as informações acerca dos materiais, técnicas, métodos e detalhes construtivos empregados no processo de construção de edificações com o sistema LSF.

**Palavras-chave:** Construção em aço; Construção a Seco, Sistemas Construtivos; Steel Framing;

**ABSTRACT:** Light Steel Framing is a dry construction system consisting of a lightweight galvanized steel frame structure that forms a self-supporting structural skeleton. On this structural skeleton are fixed internal and external closing plates, thermo acoustic insulation and barriers, generating a construction with final appearance similar to the conventional construction. They are structures that do not use brick or cement, and the concrete is only used in the foundations. The flexibility and constructive agility of the LSF system determine a great potential to be exploited in the most diverse applications, including for social housing. In this context, this work aims to present the information about the materials, techniques, methods and constructive details used in the process of construction of buildings with the LSF system.

**Keywords:** Steel construction; Dry Construction, Construction Systems; Steel Framing;

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIFE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: jhoner.rj@gmail.com;

<sup>1</sup> Professor Engenheiro Civil, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIFE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: wesley\_s14@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira tem na alvenaria o sistema construtivo convencional sendo culturalmente aceita pelos projetistas e consumidores. Este costume favorece cada vez mais a geração de entulhos. Novos sistemas construtivos surgiram para estimular a competitividade no setor da construção civil, com o propósito de aumentar o nível de qualidade dos projetos, otimizar a produtividade e reduzir o período de construção, permitindo maior rapidez no retorno dos investimentos sem alterar o custo da edificação. Nesse aspecto, o uso do aço na construção civil vem surgindo como uma das alternativas para mudar o cenário do setor.

Aliados à aplicação de modernas tecnologias, os novos sistemas construtivos seguem o conceito de baixo custo e impacto ambiental nas diversas fases do ciclo de vida da construção, tendendo à redução do tempo e otimizando o uso das matérias-primas. (MATEUS, 2004)

O sistema construtivo em Steel Frame utiliza como base a estrutura de perfis leves de aço zincado por imersão à quente e formados a frio, utilizados para a montagem de painéis estruturais e não estruturais. Os perfis de aço zincado, unidos principalmente por parafusos auto-brocantes e pinos especiais, substituem as vigas e pilares de concreto armado e associados a certos componentes de vedação, substituem também as paredes em alvenaria de bloco de concreto, cerâmico e tijolos de barro.

Nesse modelo construtivo, os elementos estruturais estão interligados entre si desde o nível de piso até a estrutura do telhado, formando um conjunto leve e resistente.

O objetivo do Light Steel Framing é proporcionar mais eficiência na construção, com baixo índice de desperdício, agilidade na execução de obras, agilidade a qual atenda aos preceitos de sustentabilidade, fator esse, de grande necessidade para o setor da construção, principalmente porque, a tipologia residencial usualmente empregada encontra-se composta por sistemas construtivos convencionais como exemplo a alvenaria convencional.

Este trabalho visa analisar o Sistema Construtivo Light Steel Framing como alternativa de construção industrializada, de qualidade a qual atenda aos preceitos de sustentabilidade, fator esse, de grande necessidade para o setor da construção, principalmente porque, a tipologia residencial usualmente empregada encontra-se composta fortemente por sistemas construtivos convencionais.

Se por um lado, existe no Brasil uma infraestrutura já instalada para produção de construções com o sistema LSF, por outro, há uma total falta de informações e de pesquisas orientadas para os arquitetos e engenheiros, e isso se estende ao conhecimento técnico das construções em aço de um modo geral, e é corroborado por Sales (2001 apud Crasto 2005) quando afirma que o desenvolvimento de tecnologias para construções em aço, assim como sua divulgação, ficaram em segundo plano, já que se estabeleceu uma “cultura do concreto” no país. Provavelmente, fatores que inibe o uso do aço na construção é a falta de informação técnica disponível, falta da mão de obra qualificada e preço acessível.

A partir da flexibilidade e agilidade construtiva do sistema LSF observa-se um grande potencial a ser explorado nas mais diversas aplicações desse método construtivo.

O princípio que norteia uma construção deve ser o de uma obra de boa qualidade, no menor tempo de execução possível e ao menor custo, aproveitando o máximo

rendimento dos materiais e mão de obra. Entretanto, é difícil aliar essas variáveis utilizando-se da construção civil nos moldes tradicionais. Sendo assim, o que se faz necessário para a indústria civil? Um sistema industrializado, com técnicas já consolidadas em outras instâncias, supri tais deficiências? Quais seriam os diferenciais competitivos para a constituição de um novo modelo construtivo no Brasil?

O objetivo geral do trabalho é apresentar um embasamento teórico sobre o método construtivo Light Steel Frame, compreendendo os conceitos, métodos, procedimentos e viabilidade que envolvem essa técnica como alternativa para o aumento de produtividade do processo construtivo na construção civil. Apresentar as principais características do sistema construtivo Light Steel Frame; Identificar parâmetros para relação custo x benefício; Comparar as principais vantagens e desvantagens do sistema construtivo Light Steel Frame.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Lighth Steel Framing**

O Light Steel Framing não é uma tecnologia nova, embora seja considerado um sistema construtivo inovador no Brasil, pois somente teve início no final da década de 90, e desde então, vem ganhando projeção no mercado, encontrando-se em várias regiões do país em diversos tipos de construções (ALVARENGA, 2014).

Guizelini (2010) expõe que o LSF chegou ao Brasil na década de 90, com foco no setor de construções residenciais de médio e alto padrão. A maior difusão do sistema e o conseqüente aumento da escala de produção dos materiais nele utilizados propiciaram um custo final da construção consideravelmente inferior, deste modo possibilitando a expansão de sua utilização também para habitações populares.

Weinschenck (2012) refere que alguns fundamentos próprios dessa técnica necessários para seu entendimento e aplicação, não estão amplamente disponíveis ou mesmo esclarecidos. Embora haja normas para os componentes do Steel Frame isoladamente (como perfis metálicos e as chapas cimentícias), não há um texto que trate do sistema como um todo, então, empresas e entidades da cadeia produtiva do Light Steel Frame criaram um núcleo em 2013, com a finalidade de elaborar um texto-base que possa servir como referencial para uma futura norma do sistema construtivo, oferecendo aos profissionais referenciais de projeto e de execução e que permita a escolha de componentes no mercado, em concordância com a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais (NBR 15575).

O Light Steel Framing é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio, projetados para suportar as cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros subsistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação. É um sistema construtivo aberto – que permite a utilização de diversos materiais, flexível – pois não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizado – otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas, customizável – permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável (SOUSA e MARTINS, 2009).

O mesmo autor ainda aponta que outra importante característica desse sistema construtivo é a sustentabilidade, pois todo o aço utilizado para se construir uma edificação

em LSF é 100% reciclável, sem contar que já pode vir da reciclagem. Isso diminui os impactos ambientais tanto por causa da economia da energia que seria gasta para se produzir esse aço, quanto dos resíduos nas construções que não serão despejados no meio ambiente. Convém enfatizar que esse sistema não utiliza água durante a obra, eliminando o desperdício de energia e materiais.

Oliveira (2012) diz que as construções em LSF exigem um elevado nível de detalhamento em projeto, essencial para que a montagem da edificação seja racionalizada, prática e veloz, o que torna possível o gerenciamento de perdas e o cumprimento dos cronogramas previstos para a obra, aspectos que são imprescindíveis para tornar o LSF uma opção viável. É importante que se observe que tanto a estrutura metálica quanto as placas de fechamento são fornecidas em tamanhos parametrizados, fator essencial que deve ser previsto em projeto para que medidas que se diferenciem dessa parametrização não sejam utilizadas e se evite o corte desnecessário de perfis e de placas e, conseqüentemente, o seu desperdício. Sendo assim, podemos destacar as principais vantagens e desvantagens do método construtivo no Brasil:

## 2.2. Orçamento

Custo x benefício de acordo com o comparativo de preços entre Ligth Steel Frame e Alvenaria, de acordo com Blog do Ligth Steel Frame:

- Para os gastos com alvenaria convencional estima-se aproximadamente o valor de R\$44.431,20, sendo o valor de R\$1.089,00 por metro quadrado. Esse valor foi baseado no preço mínimo do CUB/m<sup>2</sup> (preço base de construção no Brasil em alvenaria em 2020), e que pode chegar até R\$2.290,00/m<sup>2</sup>. Mas vamos considerar o valor mínimo para efeito de comparação.
- Para os gastos com o sistema Steel Framing, estima-se aproximadamente o valor de R\$44.880,00, sendo o valor de R\$1.100,00 por m<sup>2</sup>. Este valor foi fornecido por empresa especializada no sistema construtivo, em São Paulo no ano de 2020.

## 2.3. Material e métodos

Foi elaborado um comparativo a partir de pesquisas aprofundadas em bibliografias existentes sobre o tema Steel Frame e bibliografias sobre estudos de casos feitos em regiões onde esse método é aplicado. Mas o estudo de caso adotado para esse artigo foi o comparativo entre os métodos construtivos Ligth Steel Frame X Alvenaria, feito pelo site [lightsteelframe.eng.br](http://lightsteelframe.eng.br).

## 2.4. Resultados

### Vantagens:

O Steel Frame oferece vantagens que favorecem a obra, o consumidor e o meio em que vive. A fabricação da estrutura possibilita o trabalho de uma grande variedade de serviços, não havendo impedimento na execução durante a ocorrência de chuvas. Desta maneira a principal preocupação é o fator econômico, e neste caso proporciona um custo inferior de 30% em comparação aos métodos convencionais de construção, com prazos reduzidos e sem perdas na obra, que são fatores comuns em outros estilos construtivos, uma vez que o aço é produzido industrialmente. Sua leveza é vista como uma vantagem, pois com o peso reduzido, em função do aço que é distribuído uniformemente através das paredes, ocorre um alívio nas fundações que garante a segurança da obra, como também, não permite a propagação do fogo, não sofre ataque de cupins por conta de suas propriedades naturais. Sua resistência à corrosão é resultado do revestimento de zinco, que protege e serve como barreira física contra cortes, riscos, arranhões, torções e trincos, que é o que geralmente ocorre com a madeira. (PEDROSO et al, 2014).

Para Pedroso et all (2014) a velocidade de execução de uma unidade habitacional ou comercial, pode ser consideravelmente reduzida, podendo chegar a 1/3 do tempo se comparado aos métodos tradicionais de execução, tendo como parâmetro, uma construção de 100m<sup>2</sup>, que pode ser finalizada em até 30 dias, proporcionando ao empreendedor um retorno mais viável ao seu investimento inicial. Podendo também reduzir o tempo de exposição da mão de obra, reduzindo possíveis riscos de acidentes de trabalho. Tem grande desempenho acústico e térmico, obtido da combinação dos produtos de isolamento e revestimento entre as placas de paredes, e o forro revestido de lã, que é cerca de duas a três vezes superiores ao desempenho da alvenaria convencional, podendo ser utilizado vidro, rocha ou poliéster. Análises laboratoriais experimentais sugerem que, para que uma parede de alvenaria possua o mesmo desempenho térmico e acústico de uma em LSF de 90 mm de espessura seria necessário que a de alvenaria tivesse 1500 mm de espessura. (PEDROSO et al, 2014).

A casa permanece mais tempo na mesma temperatura que se deseja, pagando-se um valor menor na conta de luz. Como nosso país é extenso e tem uma diversidade de temperaturas, algumas regiões podem ser muito beneficiadas com esta forma construtiva. (PEDROSO et al, 2014).

Por proporcionar uma facilidade de intervir nos sistemas, agilidade e baixo custo na execução dos serviços, não gerando sujeira e barulho, o custo de manutenção é bem baixo. Possibilitando adiamentos de reformas de casas convencionais. Além disso a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais são usados no canteiro de obra. E o aço sendo o único material que possui a vantagem de ser reaproveitado inúmeras vezes e não perdendo suas principais funcionalidades, qualidades e resistência. (PEDROSO et al, 2014).

Onde podemos resumir e destacar as principais vantagens construtivas desse método:

1. Obra rápida e limpa;
2. Construção executada a seco, sem utilização de água;
3. Agilidade em sua montagem e manuseio;
4. Encurtamento no cronograma de entrega da obra (comparado á alvenaria)
5. Maior facilidade em fazer a manutenção e passagem das instalações hidrossanitárias, cftv, gás, ar condicionado e etc.
6. Redução no custo de fundação (comparado com alvenaria);
7. Menor número de etapas de construção;
8. Ganho de área de 4% a 5% (se comparado com uma mesma planta de edificação em alvenaria). Isso porque as paredes internas de uma edificação em Steel Frame tem menor espessura que os tijolos/blocos.
9. Redução de desperdícios. Devido ao processo ser industrializado, as etapas de obra são atividades de montagem. Diferente de uma construção convencional onde há muitas atividades moldadas “in loco”, como reboco, chapisco, corte de tijolos/blocos para paginar uma parede de vedação

#### **Desvantagens:**

O sistema Light Steel Framing possui seus pontos negativos e positivos. A leveza da estrutura aponta dois fatores desvantajosos. Primeiramente, a obra por ser leve, possui um numero máximo de andares, não podendo ultrapassar de cinco, e outro fator ocorre dependente do material utilizado interiormente, ou seja, usando um material frágil como revestimento no interior da edificação, a parede e a estrutura pode ser danificada ao pendurar objetos muitos pesados. Outra desvantagem é que por ser uma maneira inovadora de construção no Brasil ainda não existe muita mão de obra especializada para que a forma ocorra de forma regular. (PEDROSO, et al, 2014).

Onde podemos destacar as principais desvantagens do método construtivo no Brasil:

1. O custo ainda é superior ao de uma edificação de alvenaria. Logo, mesmo que o prazo de construção seja 1/3 de uma construção convencional
2. Tradicionalismo das pessoas, esse desconhecimento sobre o método construtivo;
3. Necessidade de profissionais mais qualificados.
4. Limitação de andares, apesar de permitir a execução de edifícios com até sete pavimentos, estudos esclarecem que seu uso é mais adequado e competitivo para construções de casas térreas, sobrados e edifícios baixos, com até quatro pavimentos, perfis de aço galvanizado utilizados no Steel Frame são muito resistentes, porém o aço é um material leve.

### 3. Discussão

Segundo Klein e Marozeni (apud SANTIAGO, 2012) o sistema Light Steel Frame (LSF) é formado por uma estrutura constituída de perfis de aço leve galvanizados formados a frio. Esses perfis são utilizados para a composição de quadros estruturais e não estruturais, vigas de piso, lajes, vigas secundárias, tesouras de telhados e demais componentes. O sistema possibilita uma construção seca com grande rapidez e qualidade.

Para Freitas (2006) o sistema LSF não pode ser resumido apenas a sua estrutura, pois é composto por vários componentes: fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas.

Rodrigues (2006) afirma que o conceito que define estruturalmente o sistema LSF é de dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais, para que cada um deles resista a uma pequena parcela da carga total aplicada, assim é possível utilizar perfis mais esbeltos e painéis mais leves e fáceis de manipular.

Segundo Hass e Martins (2011) o Light Steel Frame (LSF) é aberto, e permite a utilização de diversos materiais. Por ser flexível, não apresenta grandes restrições aos projetos, racionalizando e otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas. É possível controlar os gastos já na fase de projeto, além de ser durável e reciclável.

Para Klein e Marozeni (apud SANTIAGO, 2012) o sistema é bastante empregado em países em que a construção civil é predominantemente industrializada, mas no Brasil, onde o método que prevalece ainda é artesanal, é pouco conhecido e empregado. Para uma melhor visualização do sistema, podemos recorrer ao “drywall”, muito utilizado no Brasil em vedações internas, e que apesar de não ter função estrutural, utiliza perfis de aço como esqueleto e placas fixadas para realização dos fechamentos. Porém, a semelhança se limita a isso, pois o Light Steel Frame é composto por vários sistemas capazes de estruturar uma edificação.

### 4. Conclusão

A construção em Steel Frame, no que diz respeito aos aspectos técnicos, nada deixa a desejar, oferecendo características tão boas quanto, quando não superiores, ao sistema convencional de construção.

Após análise das referências encontradas, pode-se concluir e validar que o sistema Steel Framing é viável, pois apresenta inúmeras vantagens desde redução de custo, redução do cronograma, tem alto grau de qualidade, alto índice de resistência mecânica, térmica, acústica, não apresentando bolor e umidade, bem como fissuras ou trincas nas paredes tão comuns nas construções convencionais. Não restam dúvidas que o steel frame é uma ótima saída para a construção civil, porém é necessário antes qualificar melhor os trabalhadores, porque do mesmo modo que se pode ter ganhos, pode-se ter prejuízos com a mão de obra desqualificada e despreparada.

## 5. Referências Bibliográficas

- 1- BATISTA, R. C.; **Análise Estrutural de uma Residência Constituída por Perfis de Aço Galvanizados de Pequena Espessura Formados a Frio Segundo o Sistema Construtivo a Seco – *Light Steel Framing* (LSF)**. 34f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/31423>>
- 2- BELIVAQUA, R.; **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e "*Light Steel Framing*"**. 225f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <[www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/.../180.pdf?...1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/.../180.pdf?...1)>
- 3- CARVALHO, F. S. F.; **Avaliação da Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta em Empresas Construtoras**. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2012. Disponível em: <[http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa\\_files/tcc2012-felipe.pdf](http://www.deciv.ufscar.br/tcc/wa_files/tcc2012-felipe.pdf)>
- 4- CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço. **Cenário dos Fabricantes de Perfis Galvanizados para *Light Steel Frame* e *Drywall***. Resumo Executivo, 2014. Disponível em: < <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-cenario-fabricantes-perfis-galvanizados.php>>
- 5- CRASTO, R. C. M.; **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *Light Steel Framing***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~luizfernando/RenataCrado.pdf>>
- 6- CONSTEEL. Disponível em: < <http://consteel.com.br/index.html>>
- 7- DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S.; **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: *Steel Frame*, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Trabalho de

- Conclusão de Curso (Graduação). Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Barretos, 2009. Disponível em: <[http://www.feb.br/index.php/setor-compras/doc\\_download/741-conradolucaspdf](http://www.feb.br/index.php/setor-compras/doc_download/741-conradolucaspdf)>
- 8- Fag **12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional**, 2014. Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>>
- 9- FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M.; **Construções em *Light Steel Frame***. Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 14, n. 112, p. 60-65, jul. 2006a. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/112/sumario.aspx>>
- 10- GOMES, A. P.; **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em *Light Steel Framing***. 172f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2007. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2238>>
- 11- Gonçalves, J. C. S.; Duarte, D. H. S.; **Arquitetura Sustentável: Uma Integração entre Ambiente, Projeto e Tecnologia em Experiências de Pesquisa, Prática e Ensino**. Ambiente Construído, v. 6, n. 4, p.51-81. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/download/3720/2071)>
- 12- GUIZELINI, R.; **Construção industrializada: rapidez e sustentabilidade para eliminar o déficit habitacional**. Disponível em: <<http://www.drywall.org.br>>
- 13- HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F.; **Viabilidade Econômica do Uso do Sistema Construtivo *Steel Frame* como Método Construtivo para Habitações Sociais**. 76f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/361/1/CT\\_EPC\\_2011\\_2\\_14.PDF](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/361/1/CT_EPC_2011_2_14.PDF)>

- 14- HERNANDES, H.; **Sistema industrializado de construção – Steel Framing edificações leves.** Disponível em: <[http://www.metalica.com.br/sistema/bin/pg\\_dinamica.php?id\\_pag=1793](http://www.metalica.com.br/sistema/bin/pg_dinamica.php?id_pag=1793)>
- 15- JARDIM, G. T. C.; CAMPOS, A. S.; **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil.** Apostila. 2008. Disponível em: <<http://www.cbca-iabr.org.br/upfiles/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>>
- 16- KAMINSKI JUNIOR (Org.). **Construções de Light Steel Frame.** Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Construcoes\\_de\\_Light\\_Steel\\_Frame\\_Techne\\_n\\_112\\_2006.pdf](http://coral.ufsm.br/decc/ECC8058/Downloads/Construcoes_de_Light_Steel_Frame_Techne_n_112_2006.pdf)>
- 17- LIGTHSTEELFRAME, **Casa Steel Frame X Casa de Alvenaria: comparações de preços.** Blog do lighth steel frame. 4 de fevereiro de 2020. Disponível em: <<http://lightsteelframe.eng.br/casa-steel-frame-x-casa-de-alvenaria-comparacao-de-precos/>>
- 18- LACERDA, J. F. S. B.; **Avaliação da sustentabilidade na construção civil dos sistemas construtivos convencional e industrializado no Brasil.** 135f. Dissertação de Mestrado Profissional em Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 2014.
- 19- LIMA, R. F.; **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo Light Steel Fame.** Dissertação de Pós-Graduação de Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2013.
- 20- LP BRASIL. **Steel Frame e OSB.** Disponível em: <[www.lpbrasil.com.br](http://www.lpbrasil.com.br)>
- 21- MAGALHÃES, R.F.; **Edificações em Light Steel Frame Isoladas Externamente com EIFS: Avaliação de Desempenho Térmico pela NBR 15.575/2013.** UFRGS, Porto Alegre: 2013. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78293/000897013.pdf?sequence=1>>

22-MATEUS, R.; Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção. 2004. 271 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho. Braga, 2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>>

23-METALICA. **A leveza do *Steel Frame***. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/a-leveza-do-light-steel-framing>>

24-MILANI, C. J. et al.; **Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado: detecção de manifestações patológicas**. Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. IAU – USP, 2012. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/risco/article/view/49025>>

25-NAKAMURA, J.; ***Light Steel Framing*, Sistema que permite racionalização do processo construtivo, ainda é considerado sistema inovador no Brasil**. Revista Construção Mercado. ed 160. Novembro 2014.

26-NOVA TÉCNICA. **Sistemas prediais. Conheça as etapas e os materiais utilizados no *Light Steel Frame***. Disponível em: <<http://www.nteditorial.com.br/revista/Materias/?RevistaID1=7&Edicao=60&id=868>>

27-OLIVEIRA, G. V.; **Análise comparativa entre o sistema construtivo em *Light Steel Framing* e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares**. Monografia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2012. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/coordenacoes/ccgec/images/arquivos/TCC/Monografia-Gustavo.Ventura-10711366.pdf>>

28-REFORMOLAR. Disponível em: <[reformolar.com.br](http://reformolar.com.br)>

- 29- Revista científica, 2017. Disponível em: <<https://revistacientifica.facmais.com.br/wp-content/uploads/2017/04/9-STEEL-FRAME-TECNOLOGIA-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVIL.pdf>>
- 30- RODRIGUES, F. C.; **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série do Manual da Construção em Aço).
- 31- SABBATINI, F. H.; **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese de Doutorado. 321p. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1989. Disponível em: <<https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/download/665/407>>
- 32- SANTIAGO, K. A.; **O uso do sistema *Light Steel Framing* associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2248>>
- 33- SERRA, et al.; **Evolução dos Pré-Fabricados de Concreto Armado**. Encontro Nacional de Pesquisa – Projeto - Produção em Concreto Pré-Moldado. São Carlos, 2005. Disponível em: <[http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab\\_pdf/164.pdf](http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf)>
- 34- SILVA, D. A.; **TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL I**. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.npc.ufsc.br/gda/humberto/I01.pdf>>
- 35- SILVA, I. C. C.; TIBÚRCIO, T. M. S.; **Arquitetura Sustentável em Edifícios Educacionais**. 46f. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- 36- SILVA, L. C. S.; FORTES, A. S.; **A utilização do *Drywall* como método de redução de cargas e custos em estruturas de concreto armado**. Monografia. Universidade Católica de Salvador. Salvador, 2009. Disponível em:

<http://www.trabalhosfeitos.com/topicos/a-utiliza%C3%A7%C3%A3o-do-drywall-como-m%C3%A9todo-de-redu%C3%A7%C3%A3o-de-cargas/0>>

- 37- SOUSA, A. M. J.; MARTINS, N. T. B. S.; **Potencialidades e obstáculos na implantação do Sistema *Light Steel Framing* na construção de residências em palmas – TO**. 2009. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, 2009. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/97cc241db9bd939e03257170004bcd72/a40b574fe7d0455483257793006ef9c6/\\$FILE/TCC%20%20-%20Light%20Steel%20Framing.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/97cc241db9bd939e03257170004bcd72/a40b574fe7d0455483257793006ef9c6/$FILE/TCC%20%20-%20Light%20Steel%20Framing.pdf)>
- 38- STEEL FRAME BH. Disponível em: <<http://www.steelframebh.com.br>>
- 39- TC SHINGLE BRASIL. Disponível em: <<http://www.tcshingle.com.br/>>
- 40- TCPO - **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. 13ª Edição. São Paulo: PINI, 2008.
- 41- TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J.; **Steel frame – fundações (parte 1)**. Revista Técnica, São Paulo: Pini, ano 16, n. 135, p. 77-80, jun. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/steel-frame-fundacoes-parte-1-285722-1.aspx>>
- 42- TÉCNICA. **Steel Frame – Estrutura**. Revista Técnica, São Paulo: Pini, n. 137, agosto de 2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/137/artigo285729-2.aspx>>
- 43- VIVAN, A. L.; **Projetos para produção de residências unifamiliares em *Light Steel Framing***. Dissertação (Pós-graduação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011.
- 44- VIVIAN, A. L. et al.; **Light Steel Frame: Construção Industrializada a Seco para Habitação Popular – Práticas Sustentáveis**. Encontro Latinoamericano de Edificações

e Comunidades Sustentáveis. Curitiba, 2013. Disponível em: <  
<http://www.researchgate.net/publication/269200928>>

45- 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, 2010.

46- WEINSCHENCK, J. H.; **Estudo da flexibilidade como mecanismo para a personalização de casas pré-fabricadas: uma abordagem voltada para a indústria de casas de madeira.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2012. Disponível em:  
<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100363?show=full>>

47- ZANDEMONIGNE, R. T. et al.; **A Inserção de Tecnologias Sustentáveis na Habitação Unifamiliar: Impactos no Modo de Vida.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela, 2010. Disponível em: <  
<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/604.pdf>>