

ANÁLISE DO DESEMPENHO E DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING* PARA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS POPULARES

*ANALYSIS OF PERFORMANCE AND TECHNICAL FEASIBILITY AND ECONOMIC
SYSTEM LIGHT STEEL FRAMING FOR RESIDENTIAL CONSTRUCTION POPULAR*

NICOLETTI, Renato Silva

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil
(PPGECiv) da Universidade Federal de São Carlos
renato_nicoletti@hotmail.com

SANTOS, Daniel Messias dos

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos
danielms97@outlook.com

ROSSETO, Leonardo Lucas

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos
leonardolrosseto@hotmail.com

RESUMO

O *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema construtivo que enfrenta preconceitos em seu desenvolvimento, mas tem muito a oferecer. Comparado com a alvenaria convencional, apresenta um menor custo geral, oferece os mesmos benefícios e tem tempo de construção mais reduzido, até menos da metade do outro sistema construtivo (cerca de 47%). Em termos de desempenho, de acordo com a ABNT NBR 15.575, o LSF cumpre com o requisitado, podendo se adaptar aos diferentes critérios solicitados. Pode ser aplicado em diversas edificações, inclusive em conjuntos habitacionais, já existindo exemplos de aplicação nesse sentido, conforme apresenta-se no decorrer deste trabalho.

Palavras-chave: Light Steel Frame. Desempenho. Viabilidade

ABSTRACT

Light Steel Framing (LSF) is a constructive system that faces biases in its development, but has a lot to offer. When compared to conventional masonry, it has a lower overall cost, offers the same benefits and has lesser construction time, less than half of the other building system (about 47%). In a performance analysis, according to ABNT NBR 15,575, the LSF complies with the requested one, being able to adapt to the different criteria requested. It can be applied in several buildings, including in housing complexes, already existing examples of application in this sense, as presented in the course of this work.

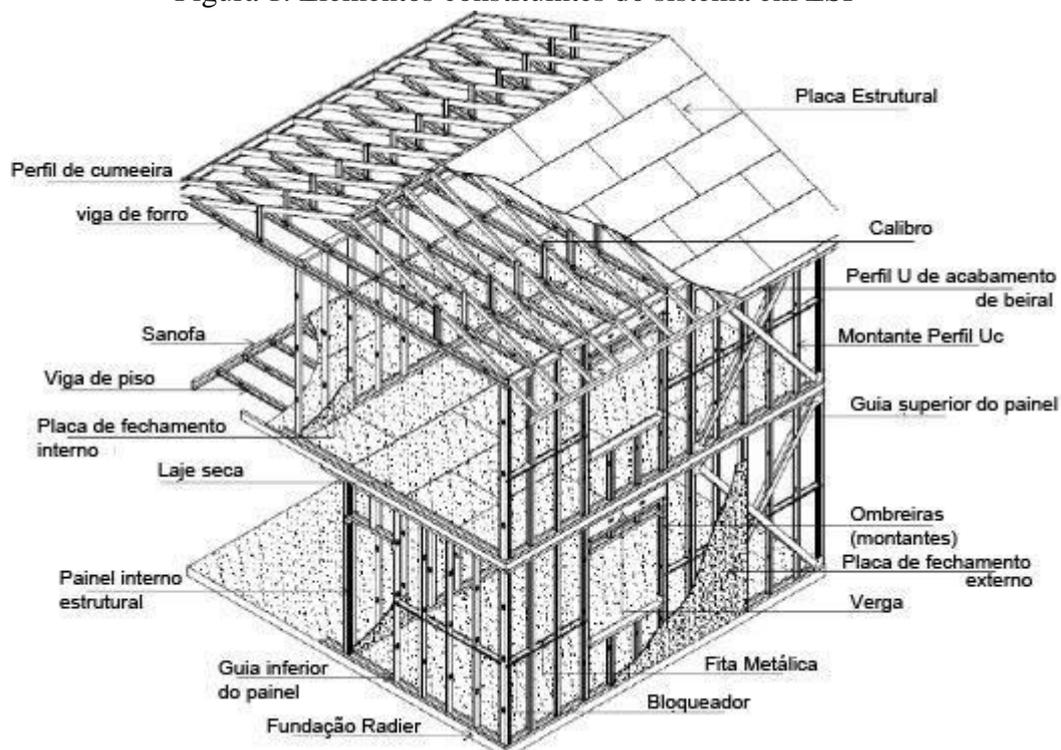
Keywords: Light Steel Frame. Performance. Viability

1. INTRODUÇÃO

O *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema construtivo estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio. Tais perfis garantem o funcionamento de uma edificação, na medida em que são projetados para suportar cargas, além de trabalhar simultaneamente com outros subsistemas industrializados. O LSF pode ser empregado nas mais diversas edificações, como residências, hospitais, hotéis, estabelecimentos comerciais, habitações de interesse social, entre outros, proporcionando vantagens no sentido de racionalização, sustentabilidade e modulação.

Em geral, tal tecnologia é aplicada na construção de edifícios habitacionais de pequeno porte, mais comumente em casas térreas e em sobrados. Estando presente, também, tanto nas paredes internas quanto nas fachadas, nos pisos e nas coberturas. A Figura 1 mostra um exemplo de aplicação do sistema, em uma residência.

Figura 1: Elementos constituintes do sistema em LSF



Fonte: Portal Metálica (2017).

Devido a questões culturais, principalmente de aceitação pelo usuário, edificações em *Light Steel Framing* sofrem atualmente certa rejeição. Neste contexto, insere-se o presente trabalho, buscando apresentar este sistema construtivo e realizar um comparativo do mesmo com a alvenaria convencional para edificações padrão, o que deverá contribuir na demonstração da viabilidade de seu uso e na desmistificação de preconceitos dos quais o sistema é alvo.

Deve servir, por fim, de subsídio informacional para a realização de trabalhos futuros, tanto em âmbito acadêmico quanto corporacional.

Pretende-se avaliar, brevemente, o comportamento da residência padrão em LSF, de acordo com a Norma de Desempenho (ABNT NBR 15.575). Além disso, tem-se como objetivos específicos:

- Comparar qualitativamente os custos diretos e indiretos para a construção de residências em LSF e em alvenaria convencional;
- Analisar a viabilidade de construir conjuntos habitacionais fazendo uso do sistema construtivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por mais que, no Brasil, o *Steel Frame* - ou *Light Steel Framing* (LSF) - seja considerado uma tecnologia nova, sua origem remonta ao início do século XIX, nos Estados Unidos. Surgiu a partir de uma técnica de construção de habitações em madeira (*wood framing*), utilizada pelos colonizadores ingleses.

No cenário atual brasileiro, o sistema LSF cresce aos poucos, na medida em que enfrenta uma aversão cultural. No Brasil existe uma grande falta de mão de obra especializada na construção civil; tal deficiência no mercado faz com que, culturalmente, o sistema construtivo mais adotado seja a alvenaria, justamente por necessitar de menor qualificação profissional em sua execução. Por outro lado, o *Steel Frame* apresenta diversas vantagens em relação à alvenaria, e este é um dos fatores que estão alavancando seu crescimento, mesmo que perante um pensamento cultural não tão aberto ao seu uso.

Diversos trabalhos nacionais (Craστο, 2005; Freitas, 2006; Ministério das Cidades - Diretriz Sinat 003, 2010) foram publicados visando descrever as tecnologias de LSF e definir parâmetros para sua análise. Associações e instituições estrangeiras como a *Steel Framing Alliance*, SFA, a *Light Gauge Steel Engineers Association*, LGSEA, o *Canadian Sheet Steel Building Institute*, CSSBI, entre outros, têm publicações sobre o assunto. (Pini, 2012).

3. ANÁLISE DE DESEMPENHO

Na construção Civil, desde a década de 60, nos países desenvolvidos, a definição do desempenho de edificações está associada ao comportamento dos mesmos quando em utilização (Blachere, 1974 apud Chevalier; Hans, 2003).

No Brasil, o desenvolvimento do vocábulo sob comento apresentou maior embasamento somente na década de 80, principalmente após os trabalhos elaborados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) para o Banco Nacional da Habitação, e para a Caixa Econômica Federal

Nesse contexto, a NBR 15.575 (2015), além de definir o desempenho como o "comportamento em uso de uma edificação e de seus subsistemas.", tem o objetivo de fixar métodos e critérios para avaliar tecnologias e nortear projetos e produtos de forma a garantir a qualidade dos mesmos para o usuário final.

De modo geral, o desempenho e durabilidade de um sistema são avaliados com base na estrutura, desempenho térmico e acústico, resistência ao fogo, durabilidade e desempenho das instalações prediais. Tais parâmetros são discutidos de forma detalhada nos itens a seguir:

a) Estrutura

A avaliação técnica da estrutura do sistema LSF foi realizada através de ensaios no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) solicitados pela multinacional privada Saint Gobain e pela empresa nacional LP Brasil, resultando nos Documentos de Avaliação Técnica (DATEc) n° 14 e n° 15, respectivamente.

Tais documentos confirmam que os critérios da Diretriz SINAT 003, Revisão 01, são atendidos no que diz respeito ao desempenho estrutural e à estanqueidade à água de paredes internas e externas decorrente da ocupação do imóvel.

Ainda nesse contexto, tem-se que o emprego de chapas de OSB na função de diafragmas rígidos horizontais e verticais se mostrou muito eficiente, garantindo um excelente desempenho estrutural para ações horizontais e verticais, o que acarreta deslocamentos inferiores em comparação com o sistema apertado. Com isso, levando-se em conta os resultados obtidos, conclui-se que o LSF é totalmente viável estruturalmente para edificações com até 7 pavimentos. Além desse fato, também está de acordo com as recomendações impostas pela ABNT NBR 14.762 (2010), que trata de Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. (Bevilaqua, 2005).

b) Desempenho Térmico

O isolamento térmico no LSF ocorre através do uso de multicamadas por meio da combinação de placas leves e fechamento com material isolante em seu interior. Assim, é possível reproduzir qualquer sistema de fechamento para atender o que o projeto arquitetônico exige.

De acordo com Gomes (2007), caso os componentes de fechamento não sejam flexíveis, uma solução seria aumentar a alma dos montantes com o intuito de aumentar a camada de ar entre placas, porém tal alternativa provocaria um aumento de custos, que pode se constituir como inviável para residências populares.

Portanto, o desempenho térmico é regido mais pela zona climática e pelas condições do projeto do que pelas características do sistema que, por sua vez, pode se adaptar sem maiores prejuízos para atender ao que for demandado nesse sentido.

c) Desempenho Acústico

O desempenho acústico é importante para garantir conforto e privacidade aos usuários da edificação de modo a reduzir de forma significativa a passagem de som de um ambiente para outro. Nesse sentido, o LSF apresenta bom desempenho, já que diversas tipologias de materiais podem ser empregadas para otimizar o isolamento sonoro.

Kruger (2000) analisou diversos elementos construtivos com base na Classe de Transmissão de Som Aéreo (CTSA), que se trata de um importante indicador da capacidade de um material amenizar o nível sonoro transmitido entre dois ambientes em decibéis. A Tabela 1 apresenta um resumo de seus resultados.

Tabela 1: Classe de Transmissão de Som Aéreo para diferentes soluções construtivas

Componente da Construção	CTSA (dB)
Parede de tijolo com 25 cm.	52
Painel de gesso acartonado com montantes 90 x 40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com de lã mineral de 50 mm de espessura.	38
Painel de gesso acartonado com montantes 90 x 40 a cada 600 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75 mm de espessura.	45-49
Painel de gesso acartonado com montantes 90 x 40 a cada 600 mm com duas placas de gesso de 15 mm em ambos os lados com isolamento de lã mineral de 75 mm de espessura.	50-54
Painel de gesso acartonado com montantes 90 x 40 a cada 400 mm com placas de gesso de 15 mm em ambos os lados sem isolamento com lã mineral.	34

Fonte: Adaptado de Kruger, 2000.

Portanto, analisando a Tabela 1 verifica-se a necessidade de uma parede de gesso acartonado com duas placas 15 mm em ambos os lados, montantes de 90 x 40 a cada 600 mm e isolamento de lã

mineral com espessura de 75 mm para se ter um isolamento de mesma ordem de uma parede tradicional de tijolo com 25 cm de espessura.

d) Resistência ao fogo

Para a análise da resistência ao fogo do sistema considera-se que comumente as paredes de fachada e de divisa, no caso de edificações geminadas, são constituídas por uma chapa dupla de gesso para drywall resistente ao fogo com espessura de 12,5 mm. Ademais, o isolamento interno geralmente empregado é feito com materiais incombustíveis e não propagadores de chamas e fumaça, tais como lã de rocha ou lã de vidro.

Visto isso, a avaliação da resistência ao fogo do LSF foi feita pelo IPT (2013) em ensaios que consideraram uma carga distribuída no topo da parede de 600 kgf/m, condizentes com o de uma casa térrea e considerando um Tempo Requerido de Resistência ao Fogo (TRRF) de 30 minutos. Nessas condições, as paredes foram aprovadas nos critérios e requisitos de estanqueidade, isolamento térmico e estabilidade estrutural pelo tempo mínimo prefixado de 30 minutos. Portanto, o LSF atendeu ao critério resistência ao fogo prescrito pela Diretriz SINAT N° 003.

Caso fosse necessário garantir um TRRF superior aos 30 minutos para uma construção no sistema *Light Steel Framing*, uma solução seria aumentar o número de placas na largura da parede com o objetivo de ampliar a massividade da seção transversal e, conseqüentemente, proteger termicamente os perfis metálicos.

e) Durabilidade

A avaliação da durabilidade de qualquer sistema é realizada com base na estanqueidade e resistência à água oriunda de fontes externas e internas. Ensaiou-se através da técnica de envelhecimento acelerado os perfis de aço, placas cimentícias; chapas de OSB, parafusos e demais acessórios metálicos. De acordo com os DATEC n° 14 e n° 15, todos os elementos atenderam aos critérios da Diretriz SINAT 003, Revisão 01, e foram aprovados para emprego em ambientes rurais, urbanos e marinhos. O único caso de reprovação do LSF foi para ambientes com agressividade ambiental elevada.

f) Desempenho das instalações prediais

O desempenho das instalações prediais não é influenciado pela escolha do sistema construtivo. Merece atenção especial somente o fato de as paredes em LSF não serem maciças, demandando suportes e montantes para fixar adequadamente as instalações.

Ainda nesse contexto, convém salientar que a manutenção das instalações prediais fica facilitada no sistema em *Light Steel Frame*, pois em um sistema convencional faz-se necessário rasgar a vedação, enquanto no LSF as placas podem ser facilmente desmontadas, sem gerar entulho e tampouco demolição.

4. VIABILIDADE EXECUTIVA E ECÔNOMICA

A viabilidade executiva e financeira é definida com base no prazo de construção e nos custos.

a) Cronograma

Santiago et al (2010) realizaram a comparação entre a casa popular mínima da Caixa Econômica Federal (CEF, 2009), com 37,7 m², em LSF e alvenaria. Para o sistema em LSF optou-se por painéis de aço galvanizado (seção U enrijecido), com 90 mm de largura e espessura de chapa de 0,80 mm, espaçados em 600 mm, com o intuito de atender aos dimensionamentos da ABNT NBR 14762:2003. O revestimento externo das paredes foi simulado com placas cimentícias de 10 mm de espessura. O revestimento interno das paredes, divisórias e forros foi modelada com placas de gesso acartonado.

As Figuras 2 e 3 apresentam o cronograma de execução para a solução em LSF e para a solução convencional, respectivamente.

Figura 2: Cronograma de execução para a residência popular com a solução em LSF

Etapa	Prazo (dias)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pré-montagem da estrutura	X												
Marcação da locação das paredes	X												
Instalação da estrutura de paredes	X												
Instalação da estrutura do telhado	X												
Instalação das placas cimentícias	X	X	X										
Instalação das telhas da cobertura			X										
Instalação das esquadrias			X	X									
Instalações elétricas				X									
Instalações hidráulicas				X									
Instalação placas gesso e isolamentos				X	X								
Instalação do forro interno					X	X							
Pintura externa e interna						X							

Fonte: Santiago et al., 2009.

Figura 3: Cronograma de execução para a residência popular com a solução em alvenaria

Etapa	Prazo (dias)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Marcação da locação das paredes	X												
Execução da alvenaria de blocos	X	X	X	X	X								
Execução do reboco externo					X	X	X						
Instalação da estrutura do telhado							X						
Instalação das telhas da cobertura								X					
Instalação das esquadrias								X	X				
Instalações elétricas									X	X			
Instalações hidráulicas									X	X			
Revestimento interno em gesso corrido											X	X	
Instalação do forro interno												X	X
Pintura externa e interna													X

Fonte: Santiago et al., 2009.

Portanto, verifica-se que uma residência em LSF é construída em menos da metade do tempo (aproximadamente 47%) quando comparada com uma residência convencional.

b) Custos

Devido ao baixo peso dos materiais empregados e à forma de distribuição de cargas, no *Light Steel Framing*, constatou-se que a fundação representa entre 5% e 7% do custo total da obra, enquanto que, no sistema construtivo convencional em alvenaria, a fundação reflete entre 10% e 15% do total para terrenos planos.

Vale ressaltar que a diferença de custos se torna ainda mais expressiva para terrenos acidentados, proporcionando uma economia considerável.

Importante destacar que, de acordo com relatório gerado pelo CBCA (2014), o prazo de execução utilizando o LSF é aproximadamente 33% menor, e pode ser estipulado com maior precisão. Isso acontece, pois, no método utilizado, ocorre a fabricação da estrutura em paralelo com a execução

das fundações, havendo, assim, a possibilidade de se trabalhar em diversas frentes de serviços simultaneamente.

Aliado a tais fatos retro citados, a diminuição de formas e escoramentos, como também ao fato de a montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, agiganta a produtividade e vai ao encontro do não agravamento com as mudanças climáticas.

No que se refere aos custos, o Portal CONSTRUSECO fornece dados que mostram o valor do preço por metro quadrado do sistema LSF sendo similar ao da alvenaria convencional. Ademais, analisando de forma melhor, concluiu-se que, considerando custos diretos e indiretos, em muitos casos, o uso do sistema *Steel Frame* é mais econômico.

Para corroborar ainda mais com tal fato, nos últimos anos, houve redução de valores para a construção utilizando este sistema construtivo, devido ao processo de nacionalização dos componentes utilizados em seu sistema.

No quesito sustentabilidade, o *Light Steel Framing* possibilita redução no consumo de combustíveis; preserva o solo, proporciona geração mínima de resíduos nas obras, sendo que o excedente, geralmente sobras de perfis, parafusos e gesso acartonado, podem ser reciclados. Além disso, reduz-se quase que totalmente o consumo de água e energia elétrica na obra.

Faz-se imperioso acrescentar que os confortos térmico e acústico trazidos pelo método acarretam numa redução de custos com resfriamento artificial. Neste âmbito, pelo fato de o governo ser realizador de grandes conjuntos habitacionais, seria enormemente interessante difundir através dos variados meios de comunicação, o uso deste sistema de tamanha sustentabilidade, favorecendo, desse modo, o meio ambiente e consequentemente preservando nossos valiosos recursos naturais, evitando, desta forma, que se tornem escassos precocemente.

5. CONCLUSÕES

Concluídas as premissas utilizadas para o embasamento conceitual a respeito do sistema construtivo *Light Steel Framing* apresentado no trabalho em apreço, vinculadas ao objetivo de elaborar um projeto que se insira no contexto de inovação sustentável do cenário da construção civil, procurou-se agrupar informações notórias sobre as peculiaridades LSF, comparando-as com a alvenaria convencional para edificações padrão. Desta forma, caracterizou-se evidente a viabilidade de construir conjuntos habitacionais utilizando-se do sistema supracitado, o que

também demonstra um horizonte viável de construções que se tornam atraentes aos olhares tanto dos construtores e investidores quanto dos clientes da obra.

Por oportuno, torna-se imprescindível explicitar que foram atendidos aos critérios e requisitos de desempenho e durabilidade da Diretriz SINAT 003, Revisão 01, da NBR 15.575 (ABNT, 2015) e, também, da ISO 6241 (ISO, 1994). No entanto, cabe presumir, que apesar dos diversos fatores favoráveis apresentados, o estudo direcionado ao campo do desempenho térmico evidencia o fato dele ser influenciado mais pela região climática e pelas condições do projeto do que pelas particularidades do próprio sistema.

Cumprе salientar, ainda, que a análise norteada com foco nos custos da residência construída com LSF apontou que o sistema em pauta apresenta custos totais de construção inferiores ao sistema convencional em concreto armado. A economia financeira proporcionada pelo complexo não está apenas atrelada a menores despesas com materiais de construção, vai além, ao registrar também que todo o processo tem um prazo de entrega representando 47% do tempo que é utilizado para a construção de uma residência convencional, fato que inevitavelmente trará retornos econômicos mais imediatos que os alcançados pelo sistema tradicional. Além desses fatores, evidenciou-se que a construção em LSF propicia diversos benefícios de caráter técnico e construtivo, como a flexibilidade de realização do projeto, a racionalização construtiva, redução da sobrecarga estrutural correlacionada a uma alta resistência, o elevado grau presente de uma industrialização segura, de alta qualidade e majoritariamente sustentável.

Resta introverso, portanto, que o método construtivo LSF condiz com um caminho notável para o âmbito da construção civil, já que além de aprimorar recursos e favorecer de modo direto os fatores orçamentários, também apresenta um avanço sustentável que cada vez mais deve estar presente nos progressos da sociedade. De modo geral, o menor prazo de entrega oferecido pelo sistema oferece um retorno mais ágil de benefícios ao cliente, notabilizando a construção como uma excelente opção de investimento para as edificações vindouras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: edifícios residenciais: desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BEVILAQUA, R. **Estudo comparativo do desempenho estrutural de prédios estruturados em perfis formados a frio segundo os sistemas apertado e "light steel framing"**. 2005. 225p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.

BLACHARE, G. *Savoir bâtir*, Paris, Eyrolles, 1974 apud Jean-Luc CHEVALIER (a), J. HANS (a). **Performance Based Approach French State of Art**, 2003. 343p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). *Minha Casa, Minha Vida – Especificação para empreendimentos até 3 salários mínimos – Casas*. CEF, Brasília, 2009. Disponível em <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/CASAS.pdf>. Acesso 15 mar. 2019.

CAMPOS, A. de S. **O que é o Light Steel Framing**. Fórum da construção. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>. Acesso em 3 fev. 2019.

GOMES, A. P. **Simulação numérica do desempenho térmico de edificações em Light Steel Framing**. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: ANTAC, 2007. p. 797-806.

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Documento de Avaliação Técnica No 14**. Sistema Construtivo a seco Saint-Gobain - Light Steel Frame. São Paulo. 2013-A

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Documento de Avaliação Técnica No 15**. Sistema construtivo LP Brasil OSB em Light Steel Frame e fechamento em chapas de OSB revestidas com siding vinílico. São Paulo. 2013-B

KRUGER, P. V.. **Análise de Painéis de Vedação nas edificações em estrutura metálica**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

PINI. Equipe de Obra. **Passo a Passo: Estrutura de steel frame**. Disponível em: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/52/estrutura-de-steel-frame-alinhamento-e-prumo-exigem-atencao-267880-1.aspx>. Acesso em 3 fev. 2019.

PORTAL METÁLICA. **Steel Frame e Habitação Social**. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/steel-frame-e-habitacao-social>. Acesso em 3 fev. 2019.

SANTIAGO, A. K.; RODRIGUES, M. N.; OLIVEIRA, M. S. de. Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares. **CONSTRUMETAL**. 4ª edição, 2010.