

SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* ANÁLISE PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES

Marina Munaretto Copetti ^{a, *}, Thiana Dias Herrmann ^b, Julia Favretto Machado ^c Sabiana Gilsane Mühlen dos Santos ^d Régis Luís Wagner Mallmann ^e

^a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil..

^b Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

^c Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

^d Universidade Regional Integrada dos Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil

^e Universidade Regional Integrada dos Alto Uruguai e das Missões, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, Brasil

e-mails: .marinamunaretto@hotmail.com, juliafm.engcivil@gmail.com, thianadh@gmail.com, sabianavonmuhlen@gmail.com

Resumo

O sistema *Light Steel Framing* (LSF), uma alternativa industrializada e racionalizada, vem ganhando lentamente espaço no Brasil em construções para diversos usos. No entanto, há ainda algumas adequações dos projetos a serem feitas para a melhoria de seu desempenho e para a aceitação dos usuários, por ser o sistema de concepção importado, com linguagem arquitetônica típica de seu país de origem. Neste estudo de caso (1) avalia-se a percepção e absorção do sistema construtivo LSF por parte do usuário, tendo por critério, seu nível de satisfação e consciência em relação ao novo sistema e de vivência no uso e manutenção desta nova tecnologia, somados a sua experiência em edificações de tecnologias tradicionais, culturalmente já assimiladas; (2) avalia-se o estado de conservação da edificação e das transformações ocorridas no espaço em função das necessidades surgidas com o tempo. A metodologia utilizada envolveu a Avaliação Pós-Ocupação com visitas no ambiente construído com avaliação *in loco* e entrevistas com usuários utilizando-se questionários como instrumento de coleta de dados. Sistematizam-se recomendações que sirvam de referência para operação, uso e manutenção das edificações e, principalmente para, basear decisões de projeto para edificações em LSF e dessa forma garantir a qualidade e ampliar a aceitação das construções com este sistema no mercado nacional. Faz-se ainda uma avaliação técnica, do comportamento do produto em uso incluindo itens como segurança, qualidade, durabilidade, necessidade e periodicidade de manutenção, conforto, adaptação às funções e patologias. A mão de obra é um dos problemas apresentados na difusão do LSF no Brasil. Para a execução bem feita de uma edificação em LSF se faz necessário o treinamento e entendimento de uma série de etapas na montagem do sistema pelos operários da construção civil. Constata-se que existem ainda algumas adaptações a serem feitas para adequar essas construções às condições climáticas, econômicas e sociais, costumes e cultura construtiva brasileira.

Abstract

The *Light Steel Framing* (LSF) system, an industrialized and rationalized alternative, has slowly gained space in Brazil for constructions for various uses. However, there are still some adaptations of the projects to be made for the improvement of its performance and for the acceptance of the users, since it is the imported design system, with architectural language typical of its country of origin. In this case study (1) the perception and absorption of the LSF constructive system is evaluated by the user, having as criterion, his level of satisfaction and awareness in relation to the new system and experience in the use and maintenance of this new technology, their experience in building traditional, culturally-assimilated technologies; (2) the state of conservation of the building and of the transformations occurring in space is evaluated in function of the needs that have arisen over time. The methodology used involved Post-Occupancy Assessment with visits in the environment built with on-site evaluation and interviews with users using questionnaires as a data collection instrument. We systematize recommendations that serve as a reference for the operation, use and maintenance of buildings and, mainly, to base project decisions for buildings in LSF and thus

*marinamunaretto@hotmail.com.

guarantee the quality and increase the acceptance of constructions with this system in the national market. A technical evaluation is also made of the behavior of the product in use, including items such as safety, quality, durability, need and periodicity of maintenance, comfort, adaptation to functions and pathologies. Labor is one of the problems presented in the diffusion of LSF in Brazil. For the well executed execution of a building in LSF it is necessary to train and understand a series of stages in the assembly of the system by construction workers. It is noticed that there are still some adaptations to be made to adapt these constructions to the climatic, economic and social conditions, customs and constructive Brazilian culture.

Keywords: Metallic Construction; Steel Frame; Post-occupation evaluation; Performance

1. Introdução

A indústria da construção civil brasileira cada vez mais demanda de um maior grau de industrialização, além de implantação de sistemas de controle da qualidade, redução das perdas de materiais e melhor aproveitamento da mão de obra aplicada. Sistemas construtivos industrializados possuem características que mitigam estes e vários outros antigos problemas da construção civil. Santiago e Araújo (2008) declaram que a mão de obra qualificada, produção seriada e em escala de elementos padronizados, racionalização e possibilidade de gestão rígida dos processos e cronograma da obra, se contrapõem aos problemas próprios da construção artesanal.

Nesta perspectiva o sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) vem surgindo como forte alternativa para modernização do subsetor de edificações, indo ao encontro destas necessidades. Vivan, Paliari e Novaes (2010) afirmam que o LSF é um sistema construtivo industrializado que permite o melhor desempenho da produção articulada com projetos elaborados, visando a montagem da edificação, formando a base ideal para a aplicação de processos alcançar altos níveis de racionalização e seus benefícios.

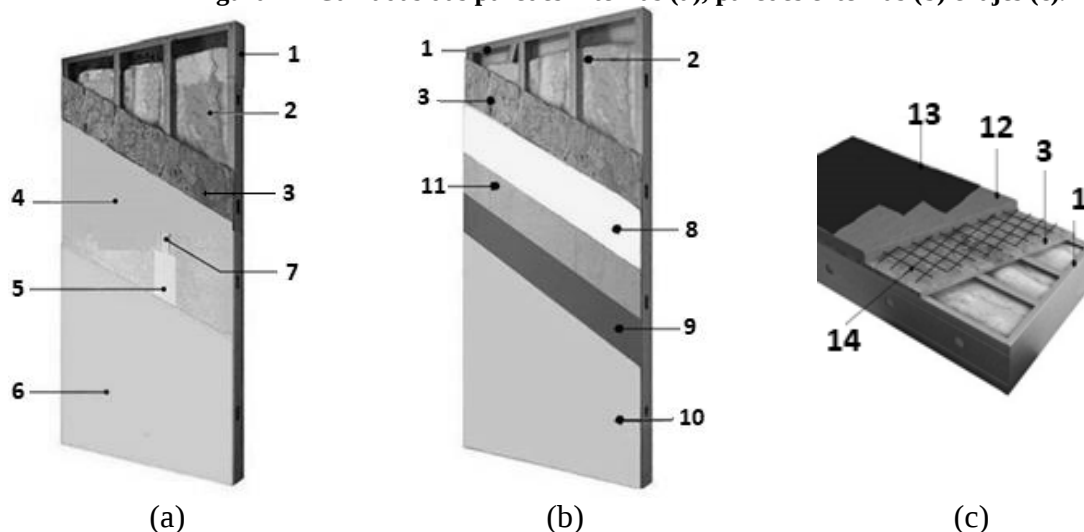
A NBR 15575 (ABNT, 2013), que estabelece parâmetros, objetivos e quantitativos passíveis de serem medidos, visando avaliar o desempenho das edificações e seus subsistemas, é um importante avanço para o setor. Especificamente, para o LSF, o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), objetivando avaliar novos produtos e processos construtivos, quando estes não são abrangidos por normas técnicas prescritas, publicou em 2012 a Diretriz Sinat 003 Revisão 01. Apresentando também de forma objetiva a caracterização técnica do produto, além dos requisitos e critérios mínimos de desempenho.

Fazendo uma breve análise preliminar de estruturas metálicas, pode-se observar problemas relacionados aos fechamentos e aos revestimentos em geral. Em muitos casos, estes problemas patológicos estão principalmente relacionados à falha ou falta de projetos de detalhamento. Por outro lado, existem problemas ocasionados pela simples importação de tecnologias desenvolvidas em outros países, sem a devida adaptação às condições próprias do Brasil (CAMPOS, 2010). Além disso, para o sistema cumprir com as funções para o qual foi projetado e construído, tem-se a necessidade de uma mão de obra qualificada para fazer com que todos os elementos constitutivos estejam devidamente inter-relacionados e que os materiais utilizados sejam adequados ao sistema (DE CRASTO, 2005).

Há um conhecimento bastante difundido do comportamento de edificações construídas no sistema convencional, bem como dos problemas que podem surgir quando se tem falhas de construção. Entretanto, o LSF por ser um sistema que ainda está sendo implementado no Brasil, tem-se poucas informações sobre seu desempenho no decorrer de sua utilização. Pela falta de conhecimento dos sistemas construtivos em *Light Steel Framing*, a cultura brasileira introduz que, construções leves são sinônimo de fragilidade (COSTA; LOVATO; COSTA, 2016).

O LSF é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado, que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas secundárias, lajes e demais componentes. As paredes que constituem a estrutura são denominadas de painéis estruturais, compostos por grande quantidade de perfis galvanizados. Os painéis têm a função de distribuir uniformemente as cargas e encaminhá-las até o solo e o fechamento desses painéis pode ser feito por vários materiais, mas, normalmente, utilizam-se placas cimentícias e placas de OSB (*oriented strand board*) externamente, e chapas de gesso acartonado internamente. Por ser um sistema industrializado, possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). A Figura 1 mostra como são constituídas as camadas das paredes e lajes, conforme recomendações.

Figura 1 – Camadas das paredes internas (a), paredes externas (b) e lajes (c).



1: perfil de aço; 2: manta termoacústica; 3: placa OSB; 4: placa de gesso; 5: massa niveladora; 6: acabamento; 7: fita; 8: membrana hidrófuga; 9: base coat; 10: textura externa; 11: placa cimentícia; 12: contrapiso; 13: revestimento; 14: malha de ferro.

Fonte: Adaptado de <http://dryhousesteelframe.com.br/steel-frame.html>

Campos (2010) destaca que as pessoas querem bater na parede e sentir o som de algo maciço e não oco, uma vez que tradicionalmente a construção é distinguida por tijolos e argamassa. Desta forma, Costa *et al.* (2016) proferem que a avaliação pós-ocupação em edificações que empregam o sistema construtivo LSF é extremamente relevante para levantar e adicionar informações para efetuar melhorias neste sistema e fornecer subsídios aos futuros usuários. A avaliação pós-ocupação é uma ferramenta imprescindível para o avanço das qualificações das construções, sendo que possibilita o esclarecimento de detalhes expressivos, para a fase de projeto e processo executivo.

Neste escopo, este trabalho tem por objetivo colaborar com a ciência da patologia, a partir de avaliação pós-ocupação do ambiente construído de duas edificações construídas no sistema *Light Steel Framing* na cidade de Santa Maria/RS. Realizando um estudo *in loco* a partir de observações, percepções e medições.

2. Metodologia

Para a concretização deste trabalho envolveu-se a ferramenta de avaliação pós-ocupação como abordagem de avaliação. Foi realizado o levantamento de subsídios a partir de vistoria no local avaliando a situação atual das edificações. Para complementar a vistoria, realizou-se a anamnese, com coleta de dados nos projetos executivos e memoriais descritivos da edificação, e entrevistas com os usuários. Avaliou-se tecnicamente o comportamento das edificações quanto ao conforto acústico, fechamento externo, pisos e azulejos, expansão das placas OSB, e revestimento das paredes externas.

2.1 Estudo de casos

Foram analisadas duas edificações residenciais unifamiliares localizadas em condomínio residencial horizontal na cidade de Santa Maria/RS. Cada residência possui dois pavimentos, com sala de estar, sala de jantar, cozinha, área de serviço, lavabo, banheiro e dois dormitórios, totalizando uma área construída de 77,50 m² cada. A conclusão das construções foi no ano de 2017, e a avaliação pós-ocupação foi realizada no ano de 2018.

O método construtivo *Light Steel Framing*, adotado nas edificações, possui a estrutura constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais/não estruturais, formado por diversos elementos individuais ligados entre si. O fechamento das paredes externas das residências deu-se por placas de OSB (*oriented strand board*), que é um painel estrutural de tiras de madeira unidas com resina e prensadas a altas temperaturas. O Quadro 1 apresenta as características e padrões de construção das duas residências.

Quadro 1 – Características e padrões construtivos das edificações.

Área edificada	Fundação	Fechamento interno	Fechamento externo	Revestim. Interno	Revestim. Externo	Isolamento Termo-Acústico
77,50 m ²	radier	placas OSB + placas de gesso	placas OSB + placas cimentícias	massa corrida p.v.a. + tinta acrílica	tela de fibra de vidro + textura acrílica	lã de vidro

3. Resultados e discussões

A avaliação da pós-ocupação se procedeu a partir do diagnóstico da situação em conjunto com referenciais teóricos, realizando a comparação das metodologias construtivas empregadas nos sistemas das edificações. Sendo que, as falhas apresentadas foram identificados nas duas edificações avaliadas.

3.1 Conforto acústico

As edificações em LSF possuem bom desempenho acústico por utilizarem materiais como a lã de rocha mineral e a lã de vidro, entre as placas (CARMINATTI JÚNIOR, 2012). Contudo, por

mais que há lâ de vidro nas construções em análise, ocorre um desconforto acústico em função de falhas no sistema construtivo.

Em ambas as edificações avaliadas os moradores reclamaram sobre estalos que ocorrem. Esses ruídos são devido à dilatação/contração das placas, conforme as variações de temperatura, provocado principalmente pelo telhado de aluzinco que não possui uma camada isolante, como por exemplo, o isopor. Eles não sentem a edificação balançar, mas escutam os estalos.

3.2 Fechamento externo

Recomenda-se que as juntas devem apresentar 3 mm entre as placas, e as juntas verticais devem estar sempre sobre montantes adequadamente parafusadas, por isso deve-se especificar corretamente o tipo de junta, respeitando as movimentações naturais da estrutura. (DE CRASTO, 2005). Se as juntas de dilatação das placas OSB não forem executadas de acordo com as especificações técnicas do fabricante, pode ocorrer falta de liberdade para as paredes trabalharem termicamente. O mesmo ocorre com as placas cimentícias nas paredes externas das residências avaliadas, onde é visível a abertura de trincas no encontro entre as placas. A Figura 2 representa bem as falhas no fechamento, pois todas as imagens demonstram as trincas localizadas no encontro das placas cimentícias. Segundo Campos (2010), deve-se evitar o uso de chapas ou placas de fornecedores distintos, uma vez que essa prática pode produzir uma heterogeneidade no comportamento do painel, visto que cada produto pode se comportar de maneira distinta.

Figura 2 – Trincas localizadas nos encontros das placas cimentícias.



Somando-se a isso, as placas OSB devem ser protegidas contra a umidade durante a fase de execução, pois isso pode provocar o apodrecimento e expansão da placa. A proprietária confirmou que, durante a execução, muitas placas encontravam-se encharcadas e apresentavam sinais de apodrecimento, o que também foi observado nas residências que ainda estavam sendo executadas.

3.3 Pisos e azulejos

A movimentação da estrutura do LSF pode acarretar fissuras nos revestimentos (cerâmicos, porcelanatos, azulejos), caso não forem executados utilizando rejuntas e argamassas de assentamento adequadas. Sendo que os materiais devem ser flexíveis para absorção das deformações da estrutura, sugerindo-se utilizar argamassa colante do tipo ACIII. Nos pisos as rupturas podem ser também em função da expansão e retração que o material da laje pode ocasionar (CAMPOS, 2014).

Nas edificações avaliadas, todo o revestimento de piso porcelanato do pavimento térreo há desconformidade nas juntas com a falta de rejunte entre as peças. Além disso, no canto do box do banheiro do pavimento superior, o rejunte dos azulejos está apresentando abertura de fissuras, provavelmente devido à movimentação das placas OSB, conforme Figura 3.

Figura 3 – Rejunte fissurado dos azulejos do canto do box do banheiro.



3.4 Expansão das placas OSB

Em decorrência da expansão das placas OSB, verificou-se o desnivelamento do laminado abaixo do rodapé. Isto ocorre quando as tábuas se soltam do contrapiso, levantando-se, fazendo com que o piso fique desnivelado. Comprova-se este fato na Figura 3, visto que o desnível é mostrado pelo equipamento régua de nível.

Figura 4 – Desnivelamento do piso laminado.



A proprietária relatou o “afundamento” do piso laminado sob os pés da cama, o que gerou a necessidade de trocar a cama diversas vezes de lugar. Isso acontece porque a estrutura do piso não suporta a concentração de tensões provocadas pela cama apoiada sobre ele. Também relatou que, durante a fase de execução, as placas de OSB fixadas sobre a laje estavam em fase de apodrecimento e já em fase de expansão.

3.5 Revestimento das paredes externas

Como já citado anteriormente a respeito da trabalhabilidade térmica e expansão por umidade das placas, é possível identificar defeitos no revestimento das paredes em decorrência do fenômeno de “embarrigamento” das placas de gesso. Deste modo, ocasiona a fissuração e descolamento do revestimento em massa acrílica das paredes externas que, apesar de já terem sido reparados pela construtora, voltam a aparecer, conforme pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 – Fissuração de descolamento no revestimento acrílico da parede externa.



4. Conclusão

Este trabalho realizou a avaliação pós-ocupação de duas edificações residenciais unifamiliares construídas com o sistema *Light Steel Framing* em um condomínio horizontal na cidade de Santa Maria/RS. As residências apresentaram muitas adversidades, visto que, possuem apenas um ano de utilização. Tantas imperfeições advém, principalmente, de falta de mão de obra qualificada e de erros de execução cometidos pela construtora, o que põe em dúvida a segurança

dos ocupantes destas edificações. Consta-se que as adversidades supra relatadas contrariam os requisitos de habitabilidade, higiene e conforto do usuário.

No Brasil esse sistema foi instalado desde a década de 90, por ser uma tecnologia relativamente nova, seja inovadora ou convencional, precisa de projetos adequadamente elaborados e qualidade de execução para garantir o atendimento à vida útil da edificação, e consequentemente aos requisitos do usuário. Neste trabalho, apontou-se alguns dos defeitos que podem ocorrer no sistema LSF, para que sirvam de referência desde o desenvolvimento dos projetos até a etapa de uso e ocupação. É preciso garantir a qualidade para ampliar a aceitação das construções com este sistema no mercado nacional. O aperfeiçoamento do sistema e sua adequação à realidade brasileira dependem de constantes discussões e análises dos projetos e das obras executadas.

Isso vai ao encontro do que dizem Li e Shi (2012). Onde os autores relatam que o sistema LSF foi introduzido por fornecedores estrangeiros na China na década de 80. Nesta época, a mão de obra desconhecia o sistema que era mais sofisticado que os sistemas tradicionais. As falhas eram devido ao projeto, material de baixa qualidade e erros durante a aplicação. Somente após o desenvolvimento de soluções locais e a criação de códigos é que o sistema passou a não apresentar falhas como rachaduras, problemas em juntas, abaulamento e outras manifestações patológicas.

Outro aspecto importante diz respeito ao uso e à manutenção do sistema construtivo. A construtora deve ter especial cuidado com as recomendações de uso e com os procedimentos de manutenção propostos para serem adotados pelos usuários, visto não haver conhecimento consolidado no país quanto a este sistema. É fundamental, portanto, que seja entregue ao usuário um Manual de Uso, Operação e Manutenção do sistema construtivo, bastante didático e ilustrativo.

A resolução das especificidades e detalhamentos construtivos, de cada obra, em projeto é responsável pelo sucesso do sistema LSF. E a associação de projeto, planejamento executivo da obra, execução do sistema, adoção de materiais e detalhes construtivos adequados, qualificação da mão de obra, além das devidas orientações quanto ao uso e à manutenção, pode aumentar de forma significativa a vida útil do sistema construtivo. Caso isso não ocorra, podem surgir manifestações patológicas de forma precoce, comprometendo a durabilidade e, portanto, a vida útil da edificação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Habitação. Programa Nacional da Qualidade e Produtividade do Habitat. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas - Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos SINAT 003 – REVISÃO 01. Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (sistemas leves tipo “light steel framing”). Brasília. 2012.

CAMPOS, H. C. Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema Light Steel Framing. 2010. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CAMPOS, P. F. Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. 2014. 198p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

COSTA, L. C.; LOVATO, P. S.; COSTA, T. C. Avaliação pós-ocupação de residências executadas no sistema Light Steel Framing. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2016. São Paulo/SP.

DE CRASTO, R. C. M. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing. 2005. 255p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

SHI, X.; LI, R. EIFS in China - History, Codes and Standards, Features, and Problems. *Physics Procedia*. v. 24, Part A, pp. 450-457, 2012.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. *Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura*. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2ª ed, 2012.

SANTIAGO, A. K., ARAÚJO, E. C. De. Sistema light steel framing como fechamento externo vertical industrializado. In: *CONSTRUMETAL – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica São Paulo*, 2008.

TESTOLINO, P. L.; SAURO NETO, J.; MORENO JÚNIOR, A. L. Sistema construtivo em Steel Framing: o problema da fissura nas juntas entre placas cimentícia de fechamento. In: *XIX Congresso de Iniciação Científica, UNICAMP*, 2011.

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.