

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Vinícius Gadini Valim

***LIGHT STEEL FRAMING: VIABILIDADE TÉCNICA DA
UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA INOVADOR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL***

Porto Alegre
dezembro 2014

VINICIUS GADINI VALIM

***LIGHT STEEL FRAMING: VIABILIDADE TÉCNICA DA
UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA INOVADOR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL***

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil

Orientador: Luís Carlos Bonin

Porto Alegre
dezembro 2014

VINICIUS GADINI VALIM

***LIGHT STEEL FRAMING: VIABILIDADE TÉCNICA DA
UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA INOVADOR NA
CONSTRUÇÃO CIVIL***

Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2014

Prof. Luis Carlos Bonin
Mestre pelo PPGEC/UFRGS
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Dra. pelo PPGA/UFRGS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Cecília Gravina da Rocha (UFRGS)
Dra. em Engenharia pela Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Lucila Sommer
Mestra em Engenharia pela Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Laís Zucchetti
Mestra em Engenharia pela Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Mestre em Engenharia pela Universidade
Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais, Claudio e Gema, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Luis Carlos Bonin por seu apoio e dedicação, sempre disposto a orientar e compartilhar seu conhecimento durante a realização deste trabalho.

Agradeço à Profa. Carin Maria Schmitt, pela dedicação e sabedoria transmitida em suas palavras.

Agradeço aos três entrevistados pela ajuda e disponibilidade na realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Claudio e Gema, pelos valores ensinados desde a infância, e por terem acreditado em meu potencial.

Agradeço a minha namorada Carina, pela compreensão, pela paciência e pelo encorajamento durante os períodos mais difíceis na elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos, que tornaram o período de faculdade único e sem eles certamente não seria quem sou hoje.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que hoje eu pudesse estar aqui.

A vida é uma grande estrada repleta de sinais. Por isso,
quando caminhar entre buracos, não confunda sua mente.
Fuja do ódio, da maldade e do ciúme. Não enterre suas
ideias, tente enxergar a realidade. Desperte e viva!

Bob Marley

RESUMO

A construção civil dentro do cenário brasileiro atual, em sua grande maioria, ainda é executada a partir de técnicas rudimentares, predominantemente artesanais, o que acaba gerando grandes desperdícios de material e mão de obra, e, conseqüentemente, produzindo uma maior quantidade de resíduos. A partir do desenvolvimento tecnológico da área, novos sistemas construtivos surgiram com a finalidade de criar um processo industrializado dentro da construção civil, com o aumento da produtividade e a diminuição do desperdício de material, e estes sistemas têm sido aplicados de forma crescente dentro do mercado brasileiro. Dentre eles está o *light steel framing*, já utilizado há muitos anos em países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão, que se trata de um sistema construtivo em aço leve composta a partir de perfis de aço galvanizado formados a frio ligados entre si. O *light steel framing* não é um sistema construtivo muito usual no Brasil, o que acaba gerando diversas dúvidas quanto à sua utilização, primeiramente sobre o método de montagem de toda a estrutura e suas peculiaridades e, posteriormente, sobre sua viabilidade técnica, abrangendo questionamentos sobre segurança estrutural, durabilidade, velocidade construtiva, desempenho termoacústico, mão de obra, entre outros. Através de pesquisa qualitativa foi feito um comparativo entre o relatado na pesquisa bibliográfica e o que realmente é visto na prática, principalmente com relação a diversos parâmetros técnicos, sob o ponto de vista de profissionais intervenientes no processo de elaboração e execução do *light steel framing*, a fim de analisar a viabilidade técnica desse sistema industrializado. Três profissionais de três áreas representativas do sistema (fornecedor, projetista e executor) foram entrevistados. As entrevistas foram, posteriormente, sintetizadas e analisadas. Através dessas entrevistas foi possível perceber que o sistema apresentou inúmeras vantagens e alguns empecilhos quanto a sua utilização no mercado brasileiro atual. Apesar disso é um sistema que tende a crescer dentro do mercado, provando que o intuito de inovar a partir de sistemas racionalizados e industrializados se faz necessário e está presente no mercado brasileiro.

Palavras-chave: Inovação na Construção Civil. Industrialização na Construção. *Light Steel Framing*. Viabilidade Técnica do *Light Steel Framing*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento do trabalho	17
Figura 2 – Estrutura em LSF	19
Figura 3 – Residência construída em LSF	20
Figura 4 – Construção em <i>wood framing</i>	21
Figura 5 – Protótipo residência em LSF	22
Figura 6 – Destruição causada pelo furacão na Flórida	23
Figura 7 – Perfis de aço formados a frio com suas respectivas utilizações	25
Figura 8 – Estrutura detalhada de construção em LSF	26
Figura 9 – Montagem do painel pelo método stick no canteiro de obras	27
Figura 10 – Painéis prontos levados até a obra	28
Figura 11 – Módulo de banheiro	28
Figura 12 – <i>Ballon framing</i>	29
Figura 13 – <i>Platform framing</i>	29
Figura 14 – Fundação <i>radier</i>	30
Figura 15 – Fundação sapata corrida	31
Figura 16 – Esquema de ancoragem da estrutura por chumbador	31
Figura 17 – Painel típico em LSF	32
Figura 18 – Painel com modulação de menor espaçamento	33
Figura 19 – Contraventamento em X	33
Figura 20 – Contraventamento com placas de fechamento estrutural	34
Figura 21 – Estrutura formada pela ligação dos painéis	34
Figura 22 – Montagem laje úmida	36
Figura 23 – Laje seca	37
Figura 24 – Esquema cobertura plana	38
Figura 25 – Estrutura telhado inclinado	38
Figura 26 – Aplicação de telha <i>shingle</i> sobre placas OSB com isolamento hidrófugo	39
Figura 27 – Painéis OSB	40
Figura 28 – Fechamento externo com painéis OSB	41
Figura 29 – Impermeabilização das placas OSB com membrana de polietileno	42
Figura 30 – Residência com acabamento em <i>siding vinílico</i>	43
Figura 31 – Revestimento em argamassa aplicado sobre tela fixada na membrana e na placa OSB	44
Figura 32 – Fachada em OSB revestida com argamassa	45

Figura 33 – Sistema EIFS: 1 – substrato de apoio; 2 – placa de EPS; 3 – base para revestimento; 4 – tela de reforço em fibra; 5 – regulador de fundo; 6 – revestimento final	46
Figura 34 – Fechamento externo com placas cimentícias	47
Figura 35 – Placa de gesso tradicional	49
Figura 36 – Placa de gesso resistente à umidade	50
Figura 37 – Isolamento termoacústico com lã de vidro	51
Figura 38 – Instalações hidráulicas no LSF	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação dos resultados	77
--	----

LISTA DE SIGLAS

CBCA – Centro Brasileiro de Construção em Aço

CEF – Caixa Econômica Federal

EIFS – *Exterior Insulation and Finishing System*

EPIs – Equipamentos de Proteção Individual

EPS – *Expandable Polystyrene*

LFS – *Light Steel Framing*

OSB – *Oriented Strand Board*

PEX – Polietileno Reticulado

PVC – *Polyvinyl Chloride*

Sinat – Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores

SindusconSP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo Principal	15
2.2.2 Objetivo Secundário	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 PREMISA	16
2.5 DELIMITAÇÕES	16
2.6 LIMITAÇÕES	16
2.7 DELINEAMENTO	16
3 LIGHT STEEL FRAMING	19
3.1 HISTÓRICO	20
3.2 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS	25
3.2.1 Fundações	29
3.2.2 Painéis	32
3.2.3 Laje	35
3.2.3.1 Laje úmida	35
3.2.3.2 Laje seca	36
3.2.4 Cobertura	37
3.2.5 Fechamento Vertical	39
3.2.5.1 Painéis de OSB	40
3.2.5.1.1 Siding vinílico	42
3.2.5.1.2 Argamassa	43
3.2.5.1.3 EIFS	45
3.2.5.2 Placas cimentícias	46
3.2.5.3 Gesso acartonado	49
3.2.6 Isolamento termoacústico	50
3.2.7 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias	52
4 PARÂMETROS TÉCNICOS DO LSF	53
4.1 PROJETO	53
4.2 VELOCIDADE CONSTRUTIVA	54
4.3 SEGURANÇA ESTRUTURAL	54

4.4 DURABILIDADE	55
4.5 CONFORTO TÉRMICO	56
4.6 CONFORTO ACÚSTICO	58
4.7 DESEMPENHO CONTRA INCÊNDIOS	58
5 ESTUDO QUALITATIVO	60
5.1 ELABORAÇÃO DAS ENTREVISTAS	60
5.2 REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS	61
5.3 SÍNTESE E ANÁLISE DAS ENTREVISTAS	62
5.3.1 Introdução	63
5.3.2 Parâmetros Técnicos	64
5.3.2.1 Projeto	64
5.3.2.2 Velocidade construtiva	66
5.3.2.3 Segurança estrutural	68
5.3.2.4 Durabilidade	69
5.3.2.5 Patologias	69
5.3.2.6 Conforto térmico	70
5.3.2.7 Conforto acústico	72
5.3.2.8 Desempenho contra incêndios	73
5.3.2.9 Modo de execução	73
5.3.3 Mão de Obra	74
5.3.4 Mercado	75
5.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A	84

1 INTRODUÇÃO

A construção civil, dentro do cenário brasileiro atual, é um dos setores da economia no qual ocorreu o menor desenvolvimento tecnológico ao longo dos anos. Não é exagero dizer que o brasileiro ainda usa técnicas muito artesanais na construção de edificações, sendo plausível a ideia de que, do ponto de vista sistêmico, ainda se constrói muito semelhante a 70, 80 anos atrás. A última grande evolução se deu com a introdução do concreto armado no final da década de 1920, que possibilitou um grande avanço no processo construtivo brasileiro, fazendo com que limitações como vãos e alturas dos edifícios aumentassem, criando um novo padrão na construção civil brasileira (CEOTTO, 2005, p. 85).

Porém, depois desse avanço, a construção seguiu a passos lentos quanto à introdução de novos sistemas construtivos, diferentemente do que ocorria nos Estados Unidos e na Europa. Prossegue Ceotto (2005, p. 86) afirmando que de 1930 até 1990 a evolução nesse cenário coube apenas a pesquisas sobre propriedades e possibilidades de aplicação do concreto armado, além da substituição de materiais, como, por exemplo, as tubulações de ferro fundido que passaram a ser de PVC, substituição das esquadrias de madeira por janelas de alumínio e PVC, aprimoramento nos elementos de revestimento, mudança na composição das tintas. Uma série de substituições de materiais construtivos ocorreu nessa época, porém nenhuma delas provocou uma mudança realmente significativa, com relação ao sistema construtivo empregado, desde o concreto armado.

A inovação tecnológica dentro da Engenharia tem papel fundamental na mudança desse cenário. Ela é responsável pela criação dos chamados novos sistemas construtivos que têm por finalidade abrir novas portas ao setor da construção civil, tentando mudar o cenário atual que ainda é composto, em grande parte, por uma construção artesanal, muito lenta e que gera muito desperdício de material e mão de obra, conseqüentemente afetando o valor final da produção.

A ideia desses novos sistemas é levar às fábricas parte da produção dessa edificação, tirando do canteiro de obras a tarefa de produção total da mesma. Com um projeto detalhado em mãos, esses sistemas têm a capacidade de ter um controle maior na qualidade dos materiais que compõem a edificação, e apresentar uma boa qualidade técnica no desempenho da

edificação. Além disso, permite um gerenciamento muito melhor e facilitado da obra, pois segue um cronograma físico-financeiro mais preciso desde o início da execução do projeto, tendo como consequência um orçamento inicial mais confiável e um tempo de execução mais preciso.

Dentro desse conceito, encontram-se as estruturas de aço, com uma ideia de construção mais rápida, precisa e com desperdício quase nulo. O sistema construtivo denominado de *light steel framing*, muito utilizado em países de primeiro mundo, vem ocupando lentamente um espaço cada vez maior no mercado da construção civil no Brasil. Sua principal ideia é a busca da melhoria dos parâmetros técnicos, minimizando as perdas e os prazos durante a obra com uma construção mais limpa.

Segundo Freitas e Crasto (2006, p. 12), o *light steel framing* é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como característica principal o uso de perfis de aço galvanizado formados a frio, ligados entre si, os quais são utilizados para compor a estrutura, abrangendo tanto a parte estrutural como a não estrutural.

O *light steel framing* é um sistema construtivo considerado ainda novo em boa parte do Brasil. Há uma cultura muito conservadora, na qual é difícil aceitar o emprego desses novos sistemas, muito pela desconfiança com relação à parte técnica, que abrange desde o projeto, passa pela execução da estrutura e pela posterior utilização da edificação.

Com isso, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise da viabilidade técnica do emprego do sistema construtivo industrializado *light steel framing* na construção civil dentro do cenário brasileiro atual, abrangendo os benefícios e dificuldades que o sistema pode proporcionar, sob a visão de profissionais atuantes no processo.

Tal importância é dada, pois a utilização de técnicas mais modernas e industrializadas que tragam melhorias construtivas como maior velocidade, durabilidade e menos desperdício, como no caso do *light steel framing*, ainda não são abrangentes dentro do mercado atual. Realizando-se um estudo aprofundado sobre este sistema, pode-se verificar a garantia da viabilidade técnica de seu uso e a necessidade de adequação para que se retire o máximo de eficiência deste sistema construtivo.

O trabalho desenvolveu-se em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma introdução sobre o cenário atual da construção civil, o surgimento de novos sistemas construtivos e a

definição do sistema construtivo *light steel framing*. O segundo capítulo aborda o método de pesquisa, apresentando questão, objetivos primário e secundários, pressuposto, premissa, delimitações, limitações e delineamento do trabalho. O terceiro capítulo é composto pela maior parte da pesquisa bibliográfica, abrangendo as características, histórico e todo o processo construtivo do *light steel framing*. O quarto capítulo finaliza a pesquisa bibliográfica através da análise de diversos parâmetros técnicos abrangentes dentro do sistema. O quinto capítulo refere-se ao estudo qualitativo do trabalho, contemplando dentro dele uma introdução, explicação da escolha e caracterização do método de coleta de dados e, finalizando com uma síntese e análise completa dos dados obtidos. E, para finalizar, o sexto capítulo apresenta as considerações finais do trabalho.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: do ponto de vista técnico, qual a viabilidade da utilização do sistema construtivo *light steel framing* na construção civil dentro do cenário brasileiro atual?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a avaliação da viabilidade técnica, sob o ponto de vista de diferentes pessoas atuantes no processo de construção, do uso do sistema construtivo *light steel framing* dentro do cenário brasileiro atual.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) identificação dos parâmetros técnicos analisáveis de projeto e execução do sistema construtivo *light steel framing*;
- b) elaboração de um instrumento para coleta de dados junto aos vários agentes consultados;
- c) descrição da visão dos diferentes técnicos intervenientes no sistema, sobre os parâmetros abordados no processo de coleta de dados.

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que os dados compilados da literatura técnica são válidos para definir a boa prática da utilização do *light steel framing*, apesar do sistema não possuir uma norma publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

2.4 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que, por se tratar ainda de uma tecnologia não muito conhecida e usual dentro do mercado da construção civil brasileira, gera dúvidas quanto à sua utilização perante parâmetros técnicos.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se à percepção de profissionais intervenientes no processo de construção, com comprovada participação na utilização do sistema construtivo *light steel framing*.

2.6 LIMITAÇÕES

O trabalho fica limitado por:

- a) um número não muito grande de entrevistados devido ao pequeno número de obras e profissionais atuantes neste tipo de sistema;
- b) restrição da utilização do *light steel framing* dentro do mercado regional da construção civil, mais precisamente dentro da região metropolitana de Porto Alegre e Caxias do Sul.

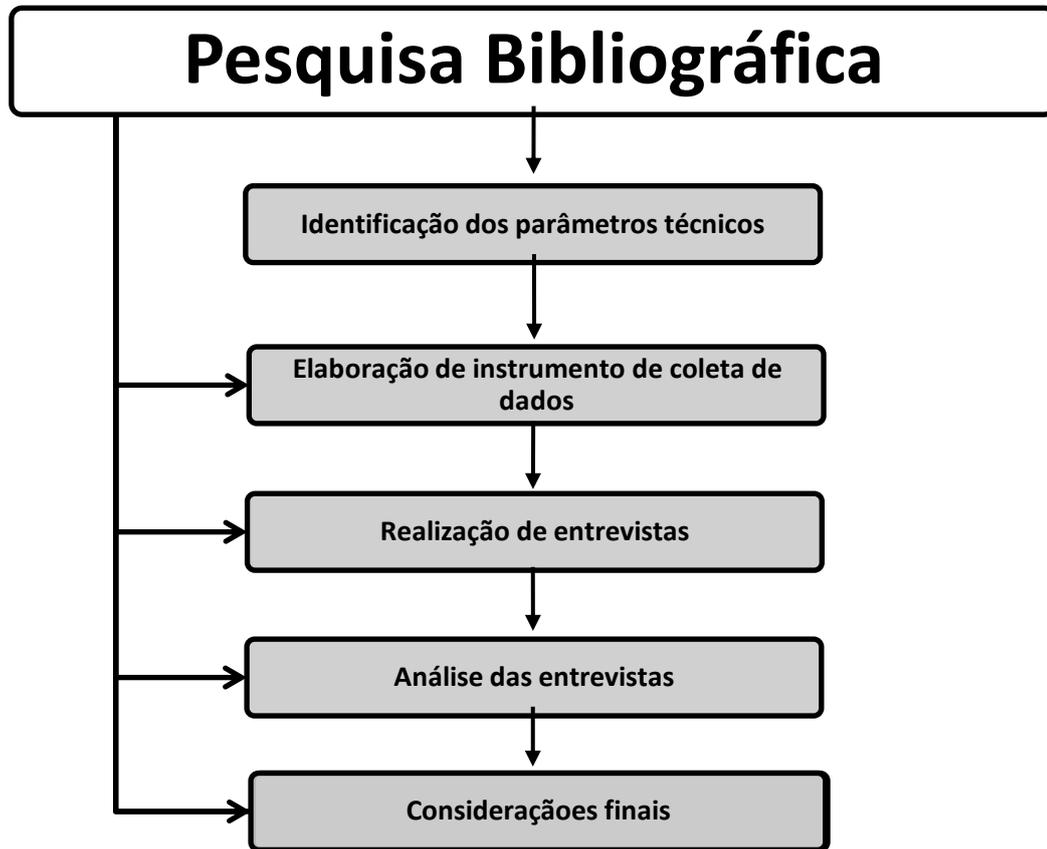
2.7 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) identificação dos parâmetros técnicos;
- c) elaboração de um instrumento de coleta de dados;
- d) realização de entrevistas;

- e) análise das entrevistas;
- f) considerações finais.

Figura 1 – Delineamento do trabalho



(fonte: elaborado pelo autor)

A pesquisa bibliográfica teve por objetivo obter conhecimento aprofundado sobre o sistema construtivo *light steel framing*. A partir dessa pesquisa foi possível o entendimento do que é e como é composto o *light steel framing*. Ela foi realizada durante toda a elaboração do presente trabalho, através do estudo de publicações que auxiliaram na execução de todas as etapas.

Com base na pesquisa bibliográfica houve a possibilidade de se efetuar uma contextualização do sistema construtivo *light steel framing*, com definição dos principais modos de utilização do sistema dentro do mercado da construção civil. A partir daí apresentou-se um histórico desde seu surgimento, desenvolvimento ao longo dos anos e como está a situação atual dentro deste mercado. Partindo de um processo construtivo pré-determinado, também foram caracterizados todos os elementos que compõem uma edificação executada a partir deste

sistema. Com essas etapas concluídas foram identificados, caracterizados e avaliados, com base na literatura técnica, parâmetros a serem analisados dentro do processo construtivo.

Com um conhecimento maior sobre todo o sistema, foi elaborado um instrumento de coleta de dados para investigação perante percepção técnica de profissionais intervenientes no processo de construção. Constatou-se então, que o melhor método seria a realização de entrevistas. A partir daí, foram realizadas as entrevistas com esses profissionais, e posteriormente, efetuou-se uma síntese e posterior análise dessa coleta de dados perante as diferentes percepções. Com essa etapa concluída, foi redigida a monografia avaliando-se a viabilidade técnica sobre diferentes aspectos.

Na última etapa foram apresentadas as considerações finais referentes às experiências adquiridas.

3 LIGHT STEEL FRAMING

O *light steel framing* (LSF) é um sistema construtivo industrializado de concepção racional. Ele é constituído de perfis de aço galvanizado ligados entre si formando um esqueleto estrutural (figura 2), que tem por finalidade resistir a todas as cargas que são solicitadas pela estrutura, além de dar forma à mesma. Trabalhando em conjunto com outros subsistemas, garantem todos os requisitos de funcionamento da edificação (FREITAS; CRASTO, 2006, p. 12).

Figura 2 – Estrutura em LSF



(fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA LTDA, 2006a)

Para uma melhor visualização do que é o LSF recorre-se ao *drywall*, que tem uma utilização muito maior dentro do mercado da construção civil brasileira como vedações internas, substituindo as paredes maciças de alvenaria. Porém, segundo Jardim e Campos (2005, p. 30-31), a semelhança termina neste ponto. Apesar dos dois sistemas serem compostos por painéis em perfis leves de aço galvanizado, as espessuras nominais desses perfis são maiores no LSF do que no *drywall*, assim como o revestimento em zinco, fazendo com que o LSF, diferentemente do *drywall*, possa suportar as cargas da edificação formando um sistema estrutural.

Do ponto de vista estrutural Rodrigues (2006, p. 16) afirma que:

O conceito principal do projeto segundo o sistema LSF é dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais, de maneira que cada um resista a uma pequena parcela de carga total aplicada. Com esse critério, é possível utilizar perfis mais esbeltos e painéis mais leves e fáceis de manipular.

Por se tratar de um sistema ainda considerado novo dentro do mercado nacional, muitos acreditam que, quando da utilização do LSF, as edificações não apresentem uma arquitetura semelhante às executadas a partir do sistema convencional. Através da figura 3, observa-se que uma edificação em LSF tem as mesmas características, do ponto de vista arquitetônico, com relação a qualquer outro método construtivo.

Figura 3 – Residência construída em LSF



(fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA LTDA, 2007)

3.1 HISTÓRICO

Apesar de ser considerado um sistema ainda novo no mercado da construção civil brasileira, o LSF já é utilizado há vários anos e de forma significativa em países como Estados Unidos e Japão.

O sistema teve origem nas construções de madeira construída pelos colonizadores americanos no início do século XIX. Para atender ao grande crescimento populacional daquela época, foi necessário empregar o material disponível naquela região, no caso a madeira, para a construção. As habitações consistiam em uma estrutura composta por peças de madeira serrada com pequena seção transversal. Essas construções em madeira foram denominadas de *wood frame* e acabaram se tornando a construção mais comum naquela época nos Estados Unidos (figura 4). Esse novo sistema da época abrangia tanto praticidade como velocidade e produtividade, conceitos oriundos da Revolução Industrial (CONSULSTEEL, 2002, p. 17, tradução nossa).

Figura 4 – Construção em *wood frame*

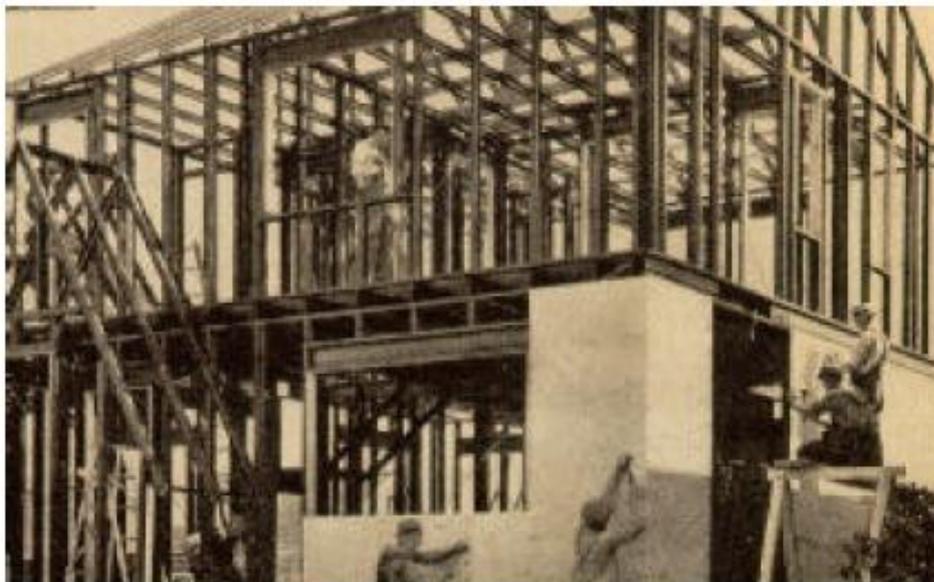


(fonte: PALATNIK, 2012, p. 6)

Com o grande desenvolvimento da indústria do aço, “[...] as siderúrgicas americanas começaram a disponibilizar aços com menores espessuras e maior resistência à corrosão. Começava, então, a tecnologia dos aços galvanizados.” (JARDIM; CAMPOS, 2005, p. 28). De acordo com Frechette¹ (1999 apud CRASTO, 2005, p. 10), em 1933, na Feira Mundial de Chicago, ocorreu o lançamento do protótipo de uma edificação em LSF (figura 5), que possibilitou a substituição da estrutura de madeira por perfis de aço.

¹ O autor lido indica que essas informações foram colhidas na obra de Frechette, de 1999, com o título *Building smarter with alternative materials*, mas não apresenta as demais informações desta obra.

Figura 5 – Protótipo residência em LSF



(fonte: MARSHALL UNIVERSITY WEB PAGES², 2005 apud CRASTO, 2005, p. 10)

A indústria do aço começou a ganhar espaço dentro do território americano, pois segundo Crasto (2005, p. 11):

O crescimento da economia americana e abundância na produção de aço no período pós 2ª Guerra possibilitou a evolução no processo de produção de perfis formados a frio, e o uso dos perfis de aço substituindo os de madeira passou a ser vantajoso devido a maior resistência e eficiência estrutural do aço e a capacidade da estrutura de resistir a catástrofes naturais como terremotos e furacões [...].

Essa substituição tornou-se ainda mais significativa no início da década de 1990, a qual se caracterizou por dois fatos relevantes para o crescimento das residências em LSF no território americano, que foi a flutuação no preço e na qualidade da madeira para construção civil, e, segundo Jardim e Campos (2005, p. 28), a passagem do furacão Andrew pela costa leste americana em 1992, que causou destruição em grande parte das edificações presentes nesse território, conforme mostra a figura 6, e também colaborou muito para este crescimento porque, após esse fato, as companhias seguradoras sobretaxaram as obras em *wood framing*, que possuem resistência bem mais baixa a este tipo de catástrofe, e subtaxaram o LSF, conseqüentemente dando um amplo incentivo ao desenvolvimento e aplicação dessa tecnologia.

² O autor lido indica que essas informações foram colhidas na obra de Marshall University Web Pages, de 2005, com o título *Stran Steel-House in 1933 Chicago's Word Fair*, mas não apresenta as demais informações desta obra.

Figura 6 – Destruição causada pelo furacão na Flórida



(fonte: JARDIM; CAMPOS, 2005, p. 28)

Outro país onde o LSF é bastante utilizado é o Japão, onde historicamente seu uso também se deve muito por decorrência da 2ª Guerra Mundial. Conforme Crasto (2005, p. 11) explica, devido aos bombardeios no território japonês, muitas residências tiveram que ser reconstruídas, porém a madeira que era o material predominante na estrutura das casas havia sido proibida pelo governo japonês de ser utilizada novamente, pois, além de ter agravado os incêndios durante os ataques, tinha-se uma preocupação ambiental gigantesca, protegendo os recursos naturais do país. Tendo em vista essas restrições, a indústria de aço japonesa passou a produzir perfis leves de aço para construção civil como substituto da madeira. Hoje em dia, como consequência deste fato, o Japão é um mercado altamente desenvolvido quando se trata em construções neste tipo de sistema.

Com relação ao mercado brasileiro, o LSF ainda não é uma tecnologia muito conhecida e utilizada. A cultura brasileira considerada tradicional, que ainda vive muito da construção artesanal caracterizada pelo emprego do concreto armado com vedação em alvenaria, impede uma abrangência maior desse sistema dentro da construção civil. Porém, ele vem se desenvolvendo aos poucos, iniciando com uma força maior no final da década de 1990 e início dos anos 2000, quando construtoras importaram essa ideia tecnológica e passaram a desenvolver edificações a partir deste sistema.

O Brasil ainda não possui uma norma técnica aprovada para este tipo de sistema, porém esse processo vem evoluindo fortemente durante os últimos anos. O Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA) foi muito importante nessa evolução. Conforme exalta Jardim e Campos (2005, p. 34-35):

No segundo semestre de 2003, o CBCA, representando o setor siderúrgico, juntamente com o SindusconSP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo), elaboraram e aprovaram junto a CEF (Caixa Econômica Federal) um manual, denominado *Steel Framing* – Requisitos e condições mínimas para financiamento pela CAIXA, válido para todo o Brasil, que regulamenta a forma de construção desse sistema.

Com a utilização cada vez maior do LSF este cenário já mudou, hoje todas as obras com tecnologias inovadoras financiadas pela CEF devem seguir o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores (Sinat), implantado no ano de 2007, que tem por objetivo a harmonização de procedimentos para avaliação técnica de produtos e processos inovadores da construção civil no Brasil, onde produtos inovadores são aqueles que não possuem norma técnica brasileira para análise de desempenho. O Sinat possui uma diretriz de avaliação exclusiva para a construção em LSF, onde é encontrado .

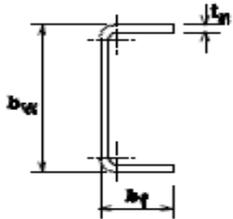
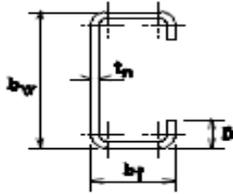
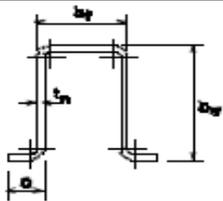
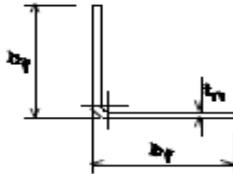
Seu emprego na construção civil brasileira ainda é predominante em construções de padrão médio/alto, embora o LSF já tenha sido empregado em edificações de padrão mais baixo, como a construção de casas populares dentro do programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal junto a CEF. Além disso, o sistema tem sido utilizado na construção de escolas, hospitais, lojas comerciais, edifícios de até 4 pavimentos e, conforme cita Santiago (2008. p. 5), “Uma aplicação para o LSF, comum em vários países do mundo mas ainda pouco difundida no país, é como elemento de fechamento vertical de fachadas de edifícios com estrutura convencional de aço ou de concreto.”.

Segundo Santiago (2008, p. 4), o Brasil tem totais condições de produzir todos os insumos necessários para a construção com o sistema LSF. O que falta ainda é um conhecimento técnico maior das pessoas envolvidas quando se trata em construções em aço. E principalmente um ajuste à cultura construtiva brasileira baseada em materiais maciços e não racionalizada.

3.2 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS

Por se tratar de um sistema industrializado o LSF pode ter grande parte da execução da edificação produzida nas fábricas, deixando para o canteiro apenas a montagem dos painéis e revestimentos. Os perfis que compõem o LSF são obtidos a partir da conformação de chapas finas, que se encontram em fase de crescimento rápido no Brasil também devido a diversidade de aplicações do produto final. Esses perfis obtêm concepção estrutural esbelta e eficiente para uso nas edificações (RODRIGUES, 2006, p. 28). A figura 7 apresenta os perfis de aço que compõem o LSF com suas respectivas utilizações.

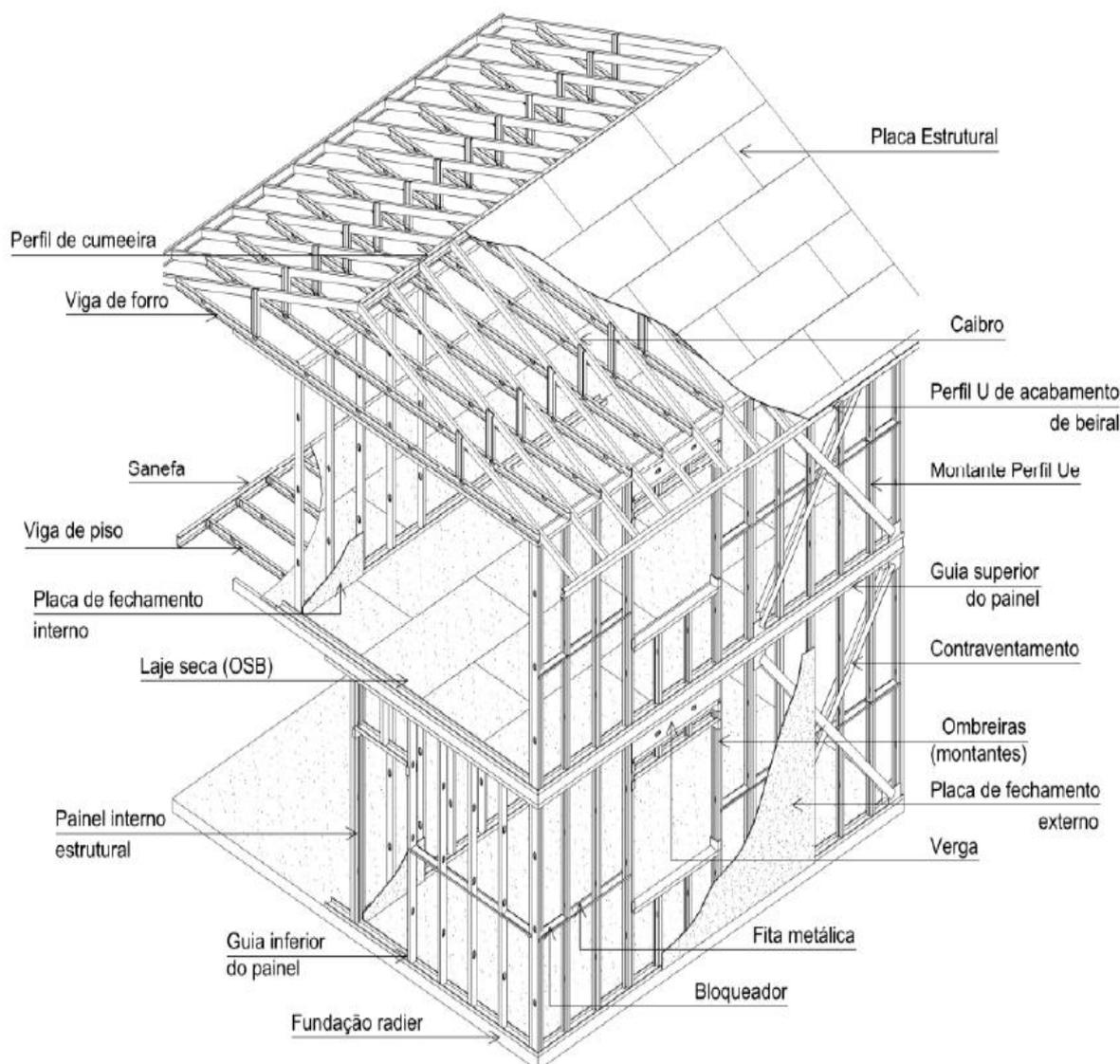
Figura 7 – Perfis de aço formados a frio com suas respectivas utilizações

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR6355:2003 ¹⁾	Utilização
	U simples $U b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Ct b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005)

O LSF basicamente é composto por paredes, piso e cobertura. As paredes são compostas por perfis denominados montantes que são separados entre si com uma distância de 400 mm a 600 mm, dependendo do projeto, ligados entre si a partir de parafusos e pinos especiais. As vigas de piso formam a laje, e possuem as mesmas características de montagem que os painéis, e a cobertura é semelhante à da construção convencional, diferenciando-se por sua estrutura ser em aço e não em madeira. O fechamento interno dos painéis é feito por placas de gesso acartonado e externamente por placas OSB (*oriented strand board*) ou placas cimentícias, e telhas de qualquer tipo na cobertura. No revestimento interno e externo são utilizados os mesmo materiais de uma construção convencional (CRASTO, 2005, p. 13-15). A figura 8 apresenta uma estrutura detalhada e explicativa dos elementos que compõem o LSF.

Figura 8 – Estrutura detalhada de construção em LSF

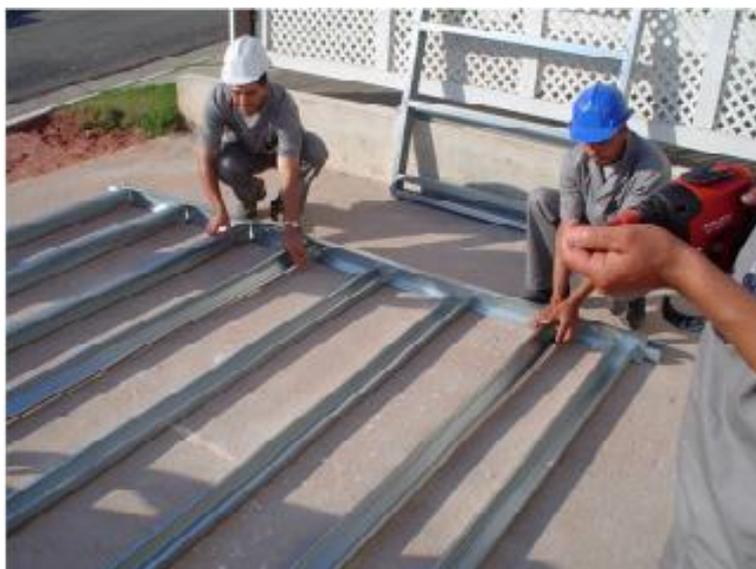


(fonte: CRASTO, 2005, p. 13)

Conforme Crasto (2005, p. 26-28) explica, o LSF possui basicamente três métodos construtivos diferentes:

- a) método *stick*: neste método os painéis, as lajes, os contraventamentos, tesouras do telhado, enfim, toda a estrutura da edificação é montada no local. Os perfis podem vir já perfurados para a passagem dos condutos elétricos e hidráulicos e os demais subsistemas são instalados após a montagem da estrutura. Este método é aplicado em locais onde a pré-fabricação não é viável, e tem como vantagens o transporte das peças até o local da obra e a fácil ligação dos elementos, embora também haja um aumento da mão de obra dentro do canteiro (figura 9);
- b) método por painéis: neste método, diferentemente do anterior, os painéis estruturais e não estruturais, lajes, contraventamentos, tesouras do telhado, são pré-fabricados em fábricas próprias, deixando para o canteiro apenas a montagem das peças prontas, sendo que alguns materiais de fechamento também podem ser aplicados nas fábricas. Esse método apresenta algumas vantagens como o aumento da velocidade de execução e uma precisão maior na montagem das peças, minimizando também a mão de obra no canteiro (figura 10);
- c) construção modular: as construções modulares são unidades totalmente pré-fabricadas, podem ser entregues no local da obra com os revestimentos internos, louças, metais, totalmente instalados, prontas para uso. Um uso muito comum deste tipo de construção são os módulos de banheiros para obras de grande porte (figura 11).

Figura 9 – Montagem do painel pelo método stick no canteiro de obras



(fonte: SANTIAGO, 2008, p. 23)

Figura 10 – Painéis prontos levados até a obra



(fonte: AEGIS METAL FRAMING³, 2007 apud SANTIAGO, 2008, p. 24)

Figura 11 – Módulo de banheiro



(fonte: TREBILCOCK⁴, 1994 apud CRASTO, 2005, p. 28)

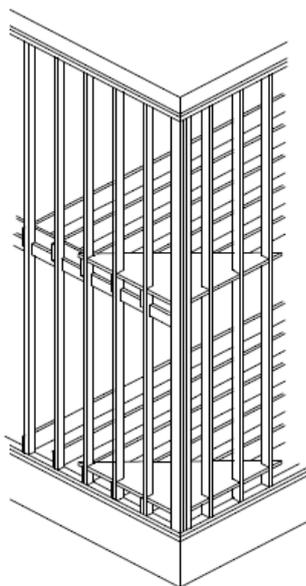
Além desses três métodos de construção, Crasto (2005, p. 29-30) ainda destaca que se podem dividir as estruturas de LSF em duas formas de concepção de montagem, o tipo *ballon framing* e o tipo *platform framing*. Nas estruturas em *ballon*, a estrutura do piso é fixada na lateral dos montantes, sendo que os painéis são muito grandes, normalmente atingindo uma altura superior a mais de um pavimento (figura 12). Já na *platform* pisos e paredes são

³ AEGIS METAL FRAMING. **Product Guide/Typical Applications**. Catálogo técnico, 2007.

⁴ TREBILCOCK, P. J. **Building Design using cold formed steel sections: an architect's guide**. Berkshire: Steel Construction Institute (SCI) Publication, 1994.

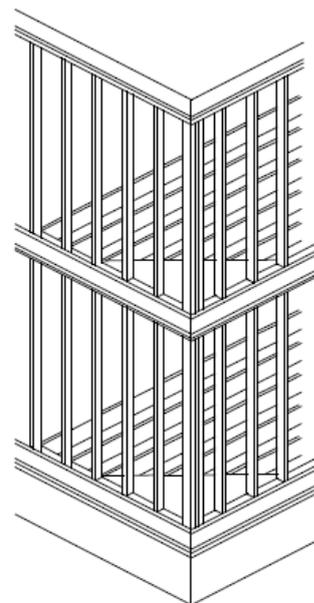
construídos sequencialmente, um pavimento após o outro, fazendo com que as cargas do piso sejam descarregadas axialmente aos montantes (figura 13).

Figura 12 – *Ballon framing*



(fonte: CONSULSTEEL, 2002, p. 17)

Figura 13 – *Platform framing*



(fonte: CONSULSTEEL, 2002, p. 17)

Por ser o método mais utilizado atualmente, é abordada a seguir a forma *platform* de execução, dando detalhes sobre os elementos que compõem a estrutura do sistema LSF.

3.2.1 Fundações

Por se tratar de uma estrutura leve, o LSF não exige muito da fundação. No entanto, como a estrutura distribui uniformemente as cargas nos painéis, exige-se uma fundação contínua que possa suportar essas cargas em toda a sua extensão. A fundação é executada segundo o processo construtivo convencional, levando em conta também o tratamento contra a umidade do solo. A escolha dessa fundação depende do cálculo estrutural e da tipologia do terreno, embora as mais utilizadas sejam a fundação do tipo *radier* e sapata corrida (CRASTO, 2005, p. 31).

O *radier* (figura 14) trata-se de uma fundação superficial que recebe e distribui os esforços para o terreno. Consiste em uma laje de concreto contínua armada, contendo vigas em todo o seu perímetro e sob as paredes estruturais, dando rigidez à fundação. A fundação deve ter no

mínimo uma diferença de 15 cm com relação ao solo para evitar que a umidade ou a infiltração de água danifiquem a edificação. As instalações elétricas e hidráulicas encontram-se embutidas dentro da fundação. Sempre que o tipo de solo permitir, essa é a fundação mais utilizada nas construções em LSF (CRASTO, 2005, p. 31-32). Além disso o nivelamento da fundação deve ser muito importante para que não

Figura 14 – Fundação *radier*

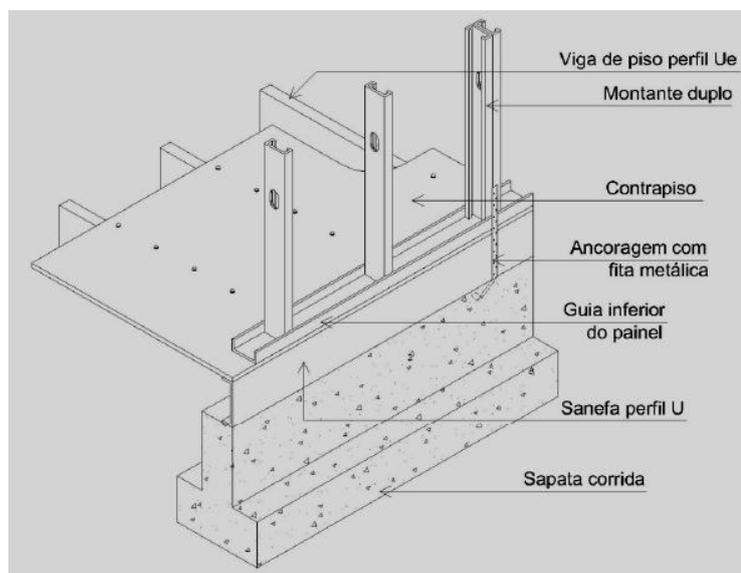


(fonte: PALATNIK, 2012, p. 15)

A sapata corrida ou viga baldrame (figura 15), é outro tipo de fundação que pode ser utilizada. Crasto (2005, p. 33) afirma que:

[...] é um tipo de fundação indicada para construções com paredes portantes, onde a distribuição da carga é contínua ao longo das paredes. Constitui-se de vigas que podem ser de concreto armado, de blocos de concreto ou de alvenaria que são locados sob os painéis estruturais. O contrapiso deste tipo de fundação é obtido por meio de perfis galvanizados que apoiados sobre a fundação constituem uma estrutura de suporte aos materiais que formam a superfície do contrapiso [...].

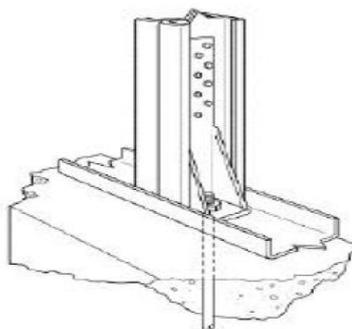
Figura 15 – Fundação sapata corrida



(fonte: CRASTO, 2005, p. 34)

Para evitar que a edificação sofra movimentações como translação ou tombamento devido à ação do vento é indispensável que seja executada a ancoragem da estrutura na fundação. O material mais utilizado para executar essa fixação dos painéis na fundação é através do uso de chumbadores (figura 16).

Figura 16 – Esquema de ancoragem da estrutura por chumbador



(fonte: JARDIM; CAMPOS, 2005, p. 36)

Conforme Jardim e Campos (2005, p. 36) explicam:

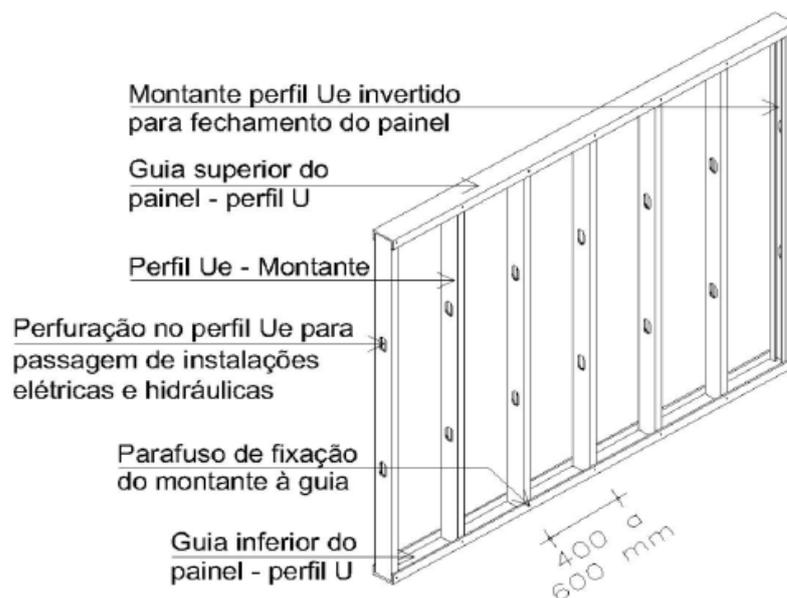
Os chumbadores são responsáveis em garantir a transferência das cargas da edificação para a fundação e dessa para o terreno, [...] Para tanto, devem estar devidamente ancorados à fundação e aos painéis de aço, nos pontos e formas definidos pelo cálculo. São confeccionados com chapas mais espessas e, geralmente, instalados nas extremidades dos painéis que recebem os contraventamentos.

3.2.2 Painéis

O sistema estrutural do LSF pode ser dividido em subsistemas verticais e horizontais. Os subsistemas verticais são compostos pelos painéis que formam as paredes. Eles podem ter função estrutural ou apenas de vedação.

Dentro da concepção estrutural, Rodrigues (2006, p. 16) explica que “Paredes com função estrutural têm a capacidade de transmitir tanto cargas verticais quanto horizontais para a fundação [...]”. Os painéis (figura 17) são compostos por perfis verticais de seção transversal Ue (perfis U enrijecidos) denominados montantes, os quais transmitem as cargas verticais através de suas almas e por perfis horizontais (CRASTO, 2005, p. 40). Segundo Crasto (2005, p. 42), “Os montantes são unidos em seus extremos inferiores e superiores pelas guias, perfil de seção transversal U simples. Sua função é fixar os montantes a fim de construir um quadro estrutural.”.

Figura 17 – Painel típico em LSF



(fonte: CRASTO, 2005, p. 42)

Segundo Crasto (2005, p. 41), a separação entre os montantes, normalmente, depende da solicitação de carga que a estrutura venha a ser submetida, geralmente tendo como modulação mais utilizada 400 ou 600 mm. Considera-se que quanto menor for esse espaçamento maior é a carga suportada pelos painéis, conforme a figura 18 que retrata uma modulação de 200 mm devido à carga do reservatório.

Figura 18 – Pannel com modulação de menor espaçamento



(fonte: CRASTO, 2005, p. 42)

Porém, segundo Crasto (2005, p. 48-49), os montantes não têm a capacidade de resistir a toda à carga horizontal, (como, por exemplo, as cargas provocadas pela ação do vento), submetida à estrutura. Por isso deve-se conferir rigidez aos painéis. Isso pode ocorrer por meio de um contraventamento em 'X', executado normalmente por fitas de aço galvanizado parafusadas aos montantes (figura 19), ou através de placas de fechamento estrutural que trabalhem como diafragma rígido (figura 20).

Figura 19 – Contraventamento em X



(fonte: CRASTO, 2005, p. 49)

Figura 20 – Contraventamento com placas de fechamento estrutural



(fonte: CRASTO, 2005, p. 55)

As paredes não estruturais são aquelas que não têm nenhuma função de suportar o carregamento da estrutura como um todo, mas sim apenas seu peso próprio e o peso dos revestimentos que as compõem. Têm como finalidade principal o uso em divisórias internas na edificação (CRASTO, 2005, p. 66).

Todos esses perfis são unidos entre si através de parafusos galvanizados (variando de forma e tamanho conforme a função estrutural da peça), dando forma à estrutura (figura 21).

Figura 21 – Estrutura formada pela ligação dos painéis



(fonte: CONSTRUTORA SEQUÊNCIA LTDA, 2006b)

Conforme Schafer et. al.⁵ (2003 apud SANTIAGO, 2008, p. 31) comentam, outra utilização dos painéis estruturais do sistema LSF é no fechamento externo de edifícios de concreto armado como sistema secundário, não exercendo função estrutural no edifício como um todo.

3.2.3 Laje

Da mesma forma que os painéis, a laje também é constituída de perfis de aço galvanizados no qual a separação dos elementos depende da carga na qual a laje é submetida, sendo na maioria dos casos a mesma que dos painéis partindo do principio de estrutura alinhada. Esses perfis são denominados de vigas de piso que utilizam perfis Ue, cujas mesas têm a mesma dimensão dos montantes e altura da alma sendo determinada pela modulação da estrutura e o vão entre os pisos (CRASTO, 2005, p. 71).

As vigas de piso transmitem as cargas que a laje está sujeita a receber diretamente aos painéis estruturais, servindo de apoio para o contrapiso. Segundo Rodrigues (2006, p. 24), “Tradicionalmente, as vigas são consideradas como biapoiadas, pois assim os painéis de entrepiso podem vir montados de fábrica, sendo apenas encaixados na obra.”. As lajes são classificadas em laje úmida e laje seca.

3.2.3.1 Laje úmida

A laje úmida (figura 22) é composta por uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas de piso, que serve como fôrma para o concreto. Esse concreto tem de 4 a 6 cm de espessura e emprega uma armadura de distribuição, a qual tem a finalidade de evitar fissuras na laje. A laje úmida não deve ser confundida ao *steel deck*, sendo que se trata de uma estrutura mista, necessitando de uma menor quantidade de apoios (CRASTO, 2005 p. 76).

As lajes, pelo fato do concreto não estar totalmente aderido à fôrma, quando sujeitas a movimentações no piso, devido ao uso, podem produzir propagação de ruídos entre os ambientes. Para se evitar isso, obtendo-se um conforto acústico maior, é empregado um material de isolamento entre a forma e o concreto (CONSULSTEEL, 2002, p. 94, tradução nossa).

⁵ SCHAFER, B. W. et. al. **Accommodating Building Deflections: What every EOR should know about accommodating deflections in secondary cold-formed steel systems.** NSCEA/CASE/ASCE-SEI, Structure Magazine, April 2003.

Figura 22 – Montagem laje úmida



(fonte: CRASTO, 2005, p. 76)

3.2.3.2 Laje seca

A laje seca (figura 23) é constituída de placas rígidas, aparafusadas as vigas de piso, servindo como contrapiso, se as placas forem estruturais também podem servir como diafragmas horizontais. A determinação do tamanho da espessura da placa depende da deformação requerida e do tipo de revestimento a ser utilizado sobre ela (CONSULSTEEL, 2002, p. 96, tradução nossa). Ainda, segundo Crasto (2005, p. 78), a placa OSB é a mais utilizada devido a sua leveza e facilidade de instalação, além de propriedades estruturais que favorecem o uso como diafragma horizontal. Porém para as áreas molhadas (área de serviço, banheiros, cozinha) o uso da placa cimentícia é o mais recomendado, justamente devido à sua maior resistência à umidade, sendo as mesmas devidamente apoiadas, devido às solicitações à flexão (LOTURCO⁶, 2003 apud CRASTO, 2005, p. 78).

Partindo do mesmo princípio das lajes úmidas, nela também é empregado um material de isolamento acústico a fim de se evitar a propagação dos ruídos entre os ambientes. Segundo Crasto (2005, p. 79), “As principais vantagens do uso da laje seca seriam a menor carga por peso próprio, e uma construção a seco sem a necessidade do uso de água na obra.”

⁶ LOTURCO, B. Chapas cimentícias são alternativa rápida para uso interno ou externo. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 79, p. 62-66, out. 2003.

Figura 23 – Laje seca



(fonte: CRASTO, 2005, p. 78)

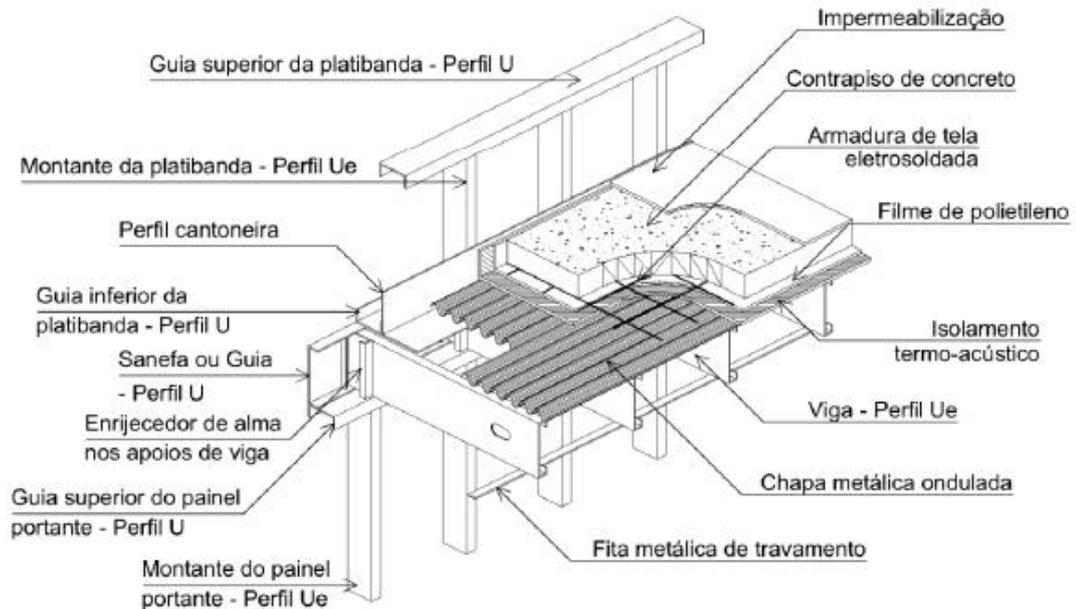
3.2.4 Cobertura

A cobertura tem como principal função proteger a edificação das intempéries. Para suprir a esse requisito ela deve ser composta por materiais que atendam tanto a padrões técnicos, como exigências arquitetônicas.

No sistema LSF, não seria diferente, por sua versatilidade ele possibilita a realização dos mais variados projetos. Segundo Domarascki e Fagiani (2009, p. 46), o LSF apresenta o mesmo princípio construtivo e características das edificações convencionais, podendo ser composto por telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento e telhas tipo *shingle* (telhas planas e finas compostas por grãos de cerâmica, fibra de vidro e emulsão asfáltica), porém tendo sua estrutura composta pelos perfis em aço. Por sua leveza, versatilidade e principalmente pela capacidade de vencer grandes vãos, elas podem também ser empregadas em construções convencionais como galpões e edificações de usos gerais.

As coberturas podem ser tanto planas quanto inclinadas. As coberturas planas (figura 24), menos utilizadas no LSF, são executadas como uma laje úmida, onde a inclinação para o caimento da água é executada através de um contrapiso de concreto (CONSULSTEEL, 2002, p. 107, tradução nossa).

Figura 24 – Esquema cobertura plana



(fonte: CRASTO, 2005, p. 95)

As coberturas inclinadas (figura 25) se assemelham muito às tradicionais, porém substituindo uma estrutura pesada de madeira por uma, bem mais leve, em aço, podendo ser formada de caibros e vigas (coberturas simples e com pequenos vãos) ou estruturada por tesouras ou treliças (coberturas mais elaboradas ou com vãos maiores). Seguindo o princípio da estrutura alinhada, a alma dos perfis que compõe a estrutura da cobertura se alinham aos montantes dos painéis de apoio de modo que a transmissão de carga seja axial (CRASTO, 2005, p. 97).

Figura 25 – Estrutura telhado inclinado



(fonte: CRASTO, 2005, p. 98)

Segundo Jardim e Campos (2005, p. 39), cada tipo de telha tem uma forma correta de utilização, por exemplo, telhas cerâmicas ou do tipo *shingle* (figura 26), possuem um isolamento hidrófugo (manta de impermeabilização) e são apoiadas em algum substrato, geralmente placas OSB. Já no caso da utilização de telhas metálicas, os próprios caibros servem de apoio às telhas, propiciando, também, uma cobertura mais leve e com capacidade de contraventamento para a cobertura.

Figura 26 – Aplicação de telha *shingle* sobre placas OSB com isolamento hidrófugo



(fonte: CRASTO, 2005, p. 120)

3.2.5 Fechamento Vertical

O conceito de fechamento vertical no sistema LSF parte do mesmo princípio da estrutura, possibilita a implementação de produtos industrializados e racionalizados. Esses acabamentos verticais empregados, normalmente chapas ou placas, partem do princípio de elementos leves (baixo peso próprio) e que apresentam modulação estrutural própria pra melhor otimização de sua utilização, além disso, propiciam uma obra ‘seca’ (CRASTO, 2005, p. 122).

Segundo Santiago (2008, p. 21), “Os sistemas de acabamento devem atender aos critérios de habitabilidade, desempenho estrutural, resistência e reação ao fogo, estanqueidade à água conforto termoacústico, durabilidade e estética.”.

Os componentes mais utilizados para o fechamento vertical no LSF são os painéis de madeira, comercialmente denominados de OSB, as placas cimentícias e o gesso acartonado, este utilizado somente para fechamento interno.

3.2.5.1 Painéis de OSB

O painel de OSB, componente presente em praticamente todas as obras em LSF, segundo Masisa Ltda⁷ (2003 apud CRASTO, 2005, p. 125), é fabricado através da junção de três a cinco camadas de tiras de madeira reflorestada, cruzadas perpendicularmente, aumentando sua resistência mecânica e rigidez, prensadas e unidas com resinas sob alta temperatura (figura 27). Elas são tratadas contra insetos e possuem características como grande versatilidade de uso e alta durabilidade, apresentando boa trabalhabilidade.

Figura 27 – Painéis OSB



(fonte: CRASTO, 2005, p. 54)

Esses painéis podem ser utilizados como acabamento externo e interno de paredes, forros e pisos e como substrato para a cobertura do telhado. Para fechamento vertical externo é o sistema mais utilizado (figura 28). A espessura das placas é definida por fatores como o tipo de acabamento empregado, se exercem função estrutural (diafragma rígido) e o espaçamento entre os montantes dos painéis (CRASTO, 2005, p. 126).

⁷ MASISA LTDA. **Painel Estrutural**: catálogo eletrônico de recomendações práticas. Ponta Grossa, 2003.

Figura 28 – Fechamento externo com painéis OSB



(fonte: CRASTO, 2005, p. 127)

Quando utilizadas como fechamento vertical externo, deve se tomar algumas precauções em sua execução. Como as placas encontram-se em contato direto com as intempéries, deve-se prever uma junta de dilatação de 3 mm entre elas e entre as placas com as esquadrias, devido a sua variação de tamanho ocasionadas pela temperatura e pela umidade presente no ambiente. Além disso, elas necessitam de um acabamento impermeável, utilizando-se normalmente para esse fim uma membrana de polietileno de alta densidade, na face externa, revestindo toda a área externa das placas (figura 29), garantindo, assim, a estanqueidade das paredes. Na base dos painéis deve ser fixada uma fita seladora que impede a passagem de umidade vinda do piso (CRASTO, 2005, p. 127-129).

Figura 29 – Impermeabilização das placas OSB com membrana de polietileno



(fonte: CRASTO, 2005, p. 128)

Para revestir a membrana de polietileno, são utilizados diferentes componentes como revestimento em argamassa, oriundo da construção tradicional, e alguns deles, desenvolvidos e produzidos especialmente para o sistema LSF, como o *siding* vinílico e o EIFS (*exterior insulation and finishing system*).

3.2.5.1.1 Siding vinílico

O *siding* vinílico, material composto de PVC, é um revestimento de fachada que apresenta bom desempenho e concepção industrializada. É um material de execução rápida e limpa e proporciona o acabamento que melhor se adapta ao fechamento em OSB (CRASTO, 2005, p. 130).

È um material de fácil aplicação e de fácil manutenção, permitindo, quando necessário, efetuar troca de peças danificadas sem maiores transtornos. Pode ser pintado e sua limpeza pode ser feita apenas com água e sabão. Encontra-se no mercado em painéis compostos por régua duplas com 25 cm de largura na cor branca e com texturas que imitam madeira (CRASTO, 2005, p. 130-131).

Segundo Crasto (2005, p. 131), é um material impermeável, porém, apesar de atender as normas de desempenho, não possui grande resistência a impactos. Por ser um material em PVC, um fator a se tomar cuidado durante sua instalação é com relação ao movimento de

dilatação e contração das peças, por isso as régua devem ser instaladas a fim de não restringir tais movimentos.

Na figura 30, é apresentada uma residência cujo acabamento externo foi todo executado em *siding* vinílico.

Figura 30 – Residência com acabamento em *siding* vinílico



(fonte: PALATNIK, 2012, p. 41)

3.2.5.1.2 Argamassa

O revestimento em argamassa é o que mais foge do conceito de construção limpa e racional concebida pelo LSF, porém, por se assemelhar muito à construção tradicional, tem uma grande aceitação dentro do mercado nacional. Crasto (2005, p. 134) explica que:

[...] ainda há certas dificuldades na execução, que podem ocasionar patologias, principalmente pelas placas de fechamento e as membranas de impermeabilização não apresentarem uma superfície adequada para a aderência da argamassa, e pelo revestimento estar exposto as condições climáticas que podem influir no desempenho final.

A maneira mais correta, segundo Santiago (2008, p. 106), da utilização desse tipo de revestimento apresenta:

[...] argamassa aplicada sobre tela de fio de aço zincado expandida ou tela plástica resistente à alcalinidade fixada ao OSB. Para garantir a aderência da argamassa, a tela deve estar disposta em duas camadas e fixada com grampos sobre a superfície do OSB (espessura 15 mm) impermeabilizada com a membrana de polietileno. A

argamassa deve ser de traço forte e aplicada uniformemente não deixando a tela exposta [...].

A figura 31 apresenta o revestimento argamassado sendo aplicado sobre a tela fixada na membrana e na placa OSB.

Figura 31 – Revestimento em argamassa aplicado sobre tela fixada na membrana e na placa OSB



(fonte: CRASTO, 2005, p. 135)

Além disso, segundo Santiago (2008, p. 106), devem ser previstas “[...] juntas feitas na superfície da argamassa para orientação das trincas que podem ocorrer em função da movimentação e variação dimensional do conjunto.”.

Sobre essa superfície podem ser aplicados acabamentos usuais como cerâmica, revestimentos em pedra, textura e pintura, conforme fachada apresentada na figura 32. Porém, de acordo com os construtores da área, o acabamento em argamassa não é recomendado para construções em LSF.

Figura 32 – Fachada em OSB revestida com argamassa



(fonte: CRASTO, 2005, p. 135)

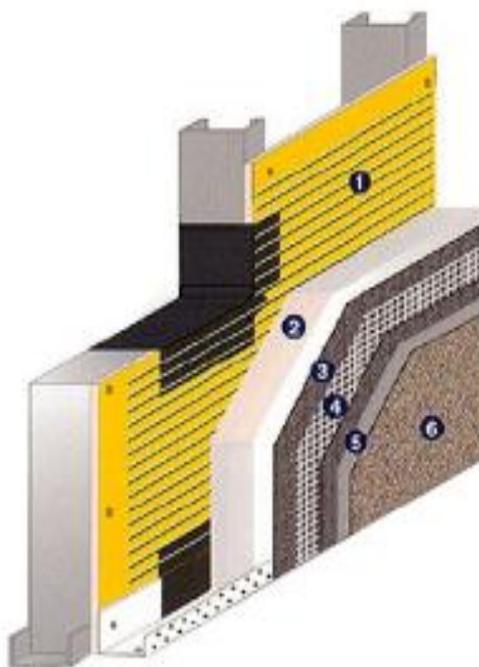
3.2.5.1.3 EIFS

O EIFS, sigla que significa sistema de isolamento e acabamento externo, é mais uma alternativa de acabamento externo para o LSF. Muito utilizado fora do Brasil e cada vez mais ganhando força dentro do território nacional parte de uma aparência semelhante ao do revestimento em argamassa, porém com menores chances de aparecimento de patologias ao longo da vida útil do sistema (SANTIAGO, 2008, p. 107).

Conforme Bonitese⁸ (2006 apud SANTIAGO, 2008, p. 107) explica, o EIFS é um sistema de multicamadas composto por “[...] substrato de OSB (espessura de 15 mm), membrana de polietileno, EPS (poliestireno expandido) e argamassa elastomérica, formando um conjunto resistente a impactos e capaz de absorver bem as movimentações inerentes ao sistema LSF.” (figura 33).

⁸ BONITESE, K. V. Primeira residência de BH em light steel framing. **Revista Obras Online**, São Paulo, n. 29, jul. 2006.

Figura 33 – Sistema EIFS: 1 – substrato de apoio; 2 – placa de EPS;
3 – base para revestimento; 4 – tela de reforço em fibra; 5 – regulador de fundo;
6 – revestimento final



(fonte: FUTURENG 2014a)

Como alternativa forte para substituição do revestimento em argamassa, além de ser mais compatível com o sistema, o EIFS, segundo Thomas⁹ (2001 apud SANTIAGO, 2008, p. 107-108), apresenta outra característica:

[...] é um sistema que possui comportamento dúctil, ou seja, quando submetido a esforços é capaz de se deformar bastante antes de se romper, diferente do que ocorre com o reboco tradicional, que se quebra facilmente devido a sua matriz cimentícia. Tal propriedade garante a menor ocorrência de patologias construtivas e comprometimento da integridade do sistema comparado à argamassa. Além disso, sua maior estabilidade dimensional permite que acabamentos utilizando o EIFS possam ser executados com uma quantidade de juntas de dilatação bem menor que as que seriam necessárias no acabamento em argamassa.

3.2.5.2 Placas cimentícias

As placas cimentícias são utilizadas tanto para fechamento externo (figura 34), devido à sua boa resistência a impactos e à umidade, como para fechamento interno dos painéis. No fechamento interno elas normalmente substituem as placas de gesso acartonado em áreas

⁹ THOMAS, R. EIFS and Earthquakes. **Walls and Ceilings Magazine**. May 2001. Disponível em: <<http://www.wconline.com>>. Acesso em: out. 2007.

molhadas. Nessas áreas também são utilizadas em pisos justamente por essa característica de maior resistência a umidade (CRASTO, 2005, p. 139).

Figura 34 – Fechamento externo com placas cimentícias



(fonte: CRASTO, 2005, p. 136)

Segundo Pereira Junior¹⁰ (2004 apud DOMARASCKI; FAGIANI, 2009, p. 46), as placas cimentícias têm como definição básica:

[...] placas delgadas de concreto, fabricadas a partir de argamassas especiais contendo aditivos e uma elevada porcentagem de cimento. Geralmente são confeccionadas a partir de moldes metálicos, utilizando a mesma tecnologia do concreto pré-moldado.

Segundo catálogo técnico dos fabricantes as placas cimentícias têm espessuras definidas a partir de sua aplicação. São comercializadas com bordas retas ou rebaixasadas e nas espessuras de 6 mm, 8 mm, 10 mm e 12 mm, sendo as duas últimas as indicadas para revestimento externo. E, assim como as placas OSB, têm coordenação modular com peças fabricadas com medidas múltiplas de três, com largura de 1200 mm e altura de 2000 mm, 2400 mm ou 3000

¹⁰ PEREIRA JUNIOR, C. J. **Edifícios de pequeno porte contraventados com perfis de chapa fina de aço**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

mm, para evitar ao máximo o desperdício de material (BRASILIT LTDA¹¹, 2007 apud SANTIAGO, 2008, p. 111).

Com relação a elas Santiago (2008, p. 111) explica que:

[...] possuem constituição permeável ao vapor e impermeável à água, dispensando, *a priori*, a instalação de manta de polietileno. Porém, na sua instalação pode-se utilizar a manta de polietileno, entre os montantes de LSF e a placa, para garantir a estanqueidade da parede, o que é recomendado principalmente em juntas aparentes acabadas com perfis. O acabamento com placas cimentícias dispensa a execução de chapisco, emboço e reboco, e possui uma superfície que aceita diversos tipos de revestimento, tais como: laminado melanínico, cerâmica, verniz acrílico, pintura, massa texturizada com base acrílica e pastilhas [...].

Segundo Crasto (2005, p. 141-143), as manifestações patológicas mais comuns que podem aparecer são as fissurações no corpo da chapa e trincas em juntas e revestimentos, portanto devem-se tomar cuidados especiais no assentamento das placas, levando em consideração a variação dimensional devido à temperatura e à umidade, bem como com relação à natureza dos acabamentos. A partir disso, considera-se que o sistema de montagem delas é semelhante ao das placas OSB, devendo apresentar juntas de no mínimo 3 mm entre as placas e também entre elas e as esquadrias.

Além disso, para boa adequação do produto dentro do sistema, Crasto (2005, p. 143-144) recomenda que:

[...] em paredes externas, deve-se revestir a face exposta com uma demão de selador de base acrílica. Em locais úmidos (banheiros, cozinhas, áreas de serviço, etc.) prever um sistema de impermeabilização nas junções da parede com o piso, para evitar a infiltração de água para dentro do painel. Paredes das áreas de Box, pias de cozinha e tanques também devem receber impermeabilização. O assentamento de peças cerâmicas pode ser feito com argamassa colante, porém flexível.

Além da utilização como fechamento externo em edificações construídas em LSF, as placas cimentícias, segundo Santiago (2008, p. 144), são uma opção interessante para fechamento dos perfis utilizados em fachadas externas de edifícios em concreto armado, principalmente devido ao resultado final do acabamento, que se assemelha muito aos fechamentos convencionais utilizados em tijolo com argamassa.

¹¹ BRASILIT LTDA. **Placa cimentícia BrasiPlac, catálogo técnico**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br>>. Acesso em: maio 2007.

3.2.5.3 Gesso acartonado

As placas de gesso acartonado são utilizadas para fechamento interno de painéis estruturais e não estruturais que constituem o entorno da edificação e para o fechamento das divisórias internas e nos forros. Quando essas divisórias internas não têm função estrutural, pode-se empregar o sistema *drywall* revestido por essas placas, que, como mencionado anteriormente, é um sistema leve, estruturado, de montagem por acoplamento mecânico, constituído pelos mesmos perfis do LSF, porém com espessuras menores, devido a menor carga exigida (CRASTO, 2005, p. 144).

As placas de gesso acartonado, conforme Santiago (2008, p. 119) explica, “[...] são fabricadas industrialmente por meio de um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas laminas de cartão, conferindo ao gesso resistência a tração e flexão.”.

Ainda, segundo Santiago (2008, p. 120), no mercado essas chapas são fabricadas com espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm, e, quanto às dimensões, seguindo o mesmo padrão das placas de OSB, com largura de 1200 mm e comprimentos entre 1800 mm e 3600 mm, e são disponibilizada em três tipos diferentes:

- a) placa standard (ST) é disponível no mercado na cor marrom (cada placa tem uma cor própria para sua melhor e mais rápida identificação na obra), é utilizada nas áreas secas (figura 35).
- b) placa resistente a umidade (RU) é disponibilizada na cor verde, tendo utilização para paredes sujeitas à ação da umidade (figura 36).
- c) placa resistente ao fogo (RF) é disponibilizada na cor rosa, sendo utilizada em áreas secas que necessitem de um maior desempenho contra fogo (utilizado em situações especiais).

Figura 35 – Placa de gesso tradicional



(fonte: PENNA, 2009, p. 41)

Figura 36 – Placa de gesso resistente à umidade



(fonte: PENNA, 2009, p. 41)

Quanto à instalação das placas, Santiago (2008, p. 120) recomenda que:

Deve-se sempre deixar uma folga de 10 mm entre a base da chapa de gesso e o piso, para evitar absorção da umidade. As juntas verticais entre as chapas deve sempre ocorrer sobre os montantes e quando o pé-direito for maior que o comprimento das chapas, suas juntas horizontais devem ser desencontradas.

Elas são fixadas aos montantes por meio de parafusos, e posteriormente é executado o tratamento das juntas entre as placas. Esse tratamento é feito com massa para rejunte específica juntamente com fitas de papel microperfurado especial (TANIGUTI¹², 1999 apud SANTIAGO, 2008, p. 121). Quando devidamente finalizadas as placas de gesso podem receber qualquer tipo de acabamento como pintura e cerâmica.

3.2.6 Isolamento termoacústico

O isolamento dentro de uma edificação tem a função de proporcionar um melhor conforto térmico e acústico dentro dos ambientes, fazendo com que as condições externas não influenciem nas internas. Esse desempenho é satisfatório quando proporciona qualidade ambiental adequada, sendo influenciado por uma série de fatores como a posição da

¹² TANIGUTI, E. K. **Método construtivo de vedação vertical internade chapas de gesso acartonado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

edificação e suas dependências, o tipo de fechamento e cobertura, seus revestimentos, esquadrias, etc. (CRASTO, 2005, p. 165).

Segundo conceito antigo os materiais de grande massa e densidade são os melhores isolantes termoacústicos, porém, com o avanço tecnológico de produtos e processos, essa lei não se aplica ao LSF. Crasto (2005, p. 165) afirma que "Os princípios de isolamento termoacústico em LSF baseiam-se em conceitos mais atuais de isolamento multicamada, que consiste em combinar placas leves de fechamento afastadas, formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante (lã mineral)". Aumentando-se a espessura desse material isolante aumenta-se a eficiência de desempenho do sistema.

O isolamento térmico tem como principal objetivo minimizar as perdas de calor no inverno e de controlar os ganhos de calor no verão. Já o isolamento acústico ocorre quando se minimiza a transmissão de sons de um ambiente para outro ou do meio externo para o meio interno e vice versa. Segundo Crasto (2005, p. 169-170), os materiais de isolamento, instalados entre os painéis internos e externos, são geralmente porosos e/ou fibrosos os quais tem excelente comportamento como isolante térmico e acústico. O material mais utilizado para isolamento é a lã mineral, como a lã de rocha e a lã de vidro, apresentado na figura 37. Além disso, em locais muito frios para aumentar a eficiência térmica da edificação, são utilizados materiais isolantes na parte exterior dos painéis, como o poliestireno expandido (apresentado anteriormente nos acabamentos externos no sistema EIFS).

Figura 37 – Isolamento termoacústico com lã de vidro



(fonte: PENNA, 2009, p. 42)

3.2.7 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

As instalações elétricas e hidrossanitárias dentro do sistema LSF, podem ser semelhantes à construção civil tradicional ou incorporar novas soluções tecnológicas. A diferença básica, porém relevante, é o fato de ela ser embutida dentro das lajes e painéis antes do fechamento interno, sem a necessidade de rasgar as paredes. Os perfis metálicos vêm furados de fábrica conforme a localização, em projeto, da passagem dos condutos de hidráulica e elétrica. A tubulação de água, assim como a elétrica passa a ser flexível (figura 38), possibilitando, com maior facilidade, sua distribuição na edificação.

Figura 38 – Instalações hidráulicas inovadoras incorporadas no LSF



(fonte: PALATNIK, 2012, p. 47)

4 PARÂMETROS TÉCNICOS DO LSF

O LSF, como visto no capítulo anterior, é um sistema diferente do tradicional em diversos aspectos. Este capítulo tem a finalidade de apresentar parâmetros que são considerados como essenciais em qualquer tipo de edificação e descrever, conforme bibliografia, sua relação com o sistema LSF. São abordados parâmetros técnicos referentes ao projeto, à execução e ao desempenho da edificação. Conforme a Diretriz Sinat N° 003 (2012, p. 15-36), o LSF deve atender aos parâmetros de segurança estrutural, desempenho contra incêndios, desempenho térmico, desempenho acústico e durabilidade. Além desses parâmetros presentes nessa diretriz, foram identificados outros parâmetros, também significativos para uma avaliação. Todos os itens abordados neste capítulo serviram como base para elaboração de um instrumento de coleta de dados juntos aos profissionais intervenientes no processo.

4.1 PROJETO

Há de se destacar que com relação ao projeto arquitetônico existam certas dúvidas com relação ao seu planejamento, principalmente o fato de ser possível ou não se executar qualquer tipo de projeto ou é necessário limitar-se devido à utilização de um sistema racional.

Segundo Crasto (2005, p. 16), “[...] a construção metálica é muito versátil e viabiliza qualquer projeto arquitetônico, desde que ele seja concebido e planejado considerando o comportamento do sistema.”. Muitas outras bibliografias e catálogos técnicos de empresas também sugerem que o sistema não tem nenhuma restrição à forma arquitetônica podendo atender e se adaptar a qualquer projeto executado, tudo é claro dentro das limitações do sistema, principalmente perante a parte estrutural.

No contra ponto, um grande facilitador comprovado na teoria é a execução dos projetos hidráulicos e elétricos. Esses projetos por sua vez partem da vantagem de que os perfis já vêm perfurados de fábricas com a posição correta das passagens dos eletrodutos. Além disso, os projetos de água utilizam também uma nova tecnologia que são as tubulações PEX (polietileno reticulado), que são tubos flexíveis que se ajustam muito melhor dentro deste tipo de sistema. Essas diferenças acabam evitando quebras e desperdício de materiais

desnecessários e, pelo fato das paredes internas serem revestidas por placas de gesso, acabam facilitando a manutenção das tubulações.

Contudo no sistema LSF é extremamente necessário que haja uma compatibilização perfeita entre os projetos (arquitetônico, estrutural, hidráulico e elétrico) antes do início de produção das peças e montagem das mesmas, para não se evitar futuras complicações e utilizar ao máximo o que o sistema pode oferecer de vantagens.

4.2 VELOCIDADE CONSTRUTIVA

Por se tratar de uma construção industrializada, com grande parte dos materiais produzidos em indústria, e estes virem, de certa forma, “prontos” para a obra, faz com que a velocidade de construção do LSF seja de um menor tempo se comparada a tradicional, por exemplo. Porém, a ideia não é comparar a nenhum outro processo construtivo e sim entender como esse tempo construtivo pode ser melhor definido e acompanhado durante a execução da obra.

O LSF é um sistema no qual se pode prever mais precisamente o tempo de execução da edificação, colaborando também com um orçamento inicial mais confiável. Segundo Jardim e Campos (2005, p. 34), “A necessidade de um projeto detalhado para montagem do *light steel framing* é fator facilitador da auditoria na obra, através do acompanhamento arquitetônico, que permite verificar o cronograma físico-financeiro e a perfeita execução estrutural do sistema.”.

4.3 SEGURANÇA ESTRUTURAL

A segurança estrutural é um ponto chave na escolha de um sistema construtivo. O fato de se usar materiais leves em sua composição, em contraste com um material bem mais pesado utilizado na construção tradicional de concreto armado e alvenaria, leva muitos leigos no assunto a pensar se o material empregado no LSF realmente resiste a todos os esforços que podem ser solicitados pela estrutura.

Conforme explica a Diretriz Sinat N° 003 (2012, p. 15) para cada tipo de edificação projetada e local implantada é essencial que seja feito, por um profissional devidamente habilitado, todo um cálculo estrutural específico. Deve ser previsto o espaçamento entre os montantes, quantidade de travessas, bloqueadores, barras de contraventamento, devem ser consideradas

as cargas laterais, como ação do vento, enfim verificar a estabilidade e calcular o dimensionamento de toda a estrutura.

Segundo a empresa Futureng (2014b), a resistência é garantida pelo próprio metal, não se diferenciando das construções tradicionais que por sua vez são compostas por barras de aço embutidas dentro de um composto de cimento. Vigas e perfis de aço galvanizado com espaçamento de 60 cm ou menos formam um grande esqueleto estrutural. Todo esse esqueleto é composto por uma grande quantidade de metal de alta resistência unidos por parafusos estruturais.

Ainda sobre isso Futureng (2014b) explica que:

Pelo fato de não serem necessárias vigas ou colunas isoladas de apoio, todas as paredes exteriores podem ser consideradas como estrutura do edifício e por onde se reparte todo o peso das placas e andares. [...] pode ser comparada a uma enorme caixa metálica reforçada por revestimento em placas estruturais.

Com relação a possíveis sismos, o LSF se torna muito seguro por ser uma estrutura flexível (sem conexões rígidas), com a capacidade de se deformar e mexer um pouco, diminuindo a possibilidade de fissuras e a ruptura dos elementos individuais por incapacidade de resistência. O baixo peso da estrutura é outro fator que garante uma segurança maior, isso se deve à baixa massa dos sistemas estruturais metálicos, resultando em menores forças de inércia que por fim solicitam menos a estrutura. A distribuição uniforme das cargas, atenuando os pontos de concentração de forças e tensões é outro fator que reforça essa segurança estrutural (FUTURENG, 2014b).

Apesar de todos esses dados, a importância da engenharia é muito grande para o desempenho de qualquer estrutura, principalmente com relação ao cálculo estrutural e ao dimensionamento de todos os elementos envolvidos.

4.4 DURABILIDADE

O conceito de durabilidade parte do princípio que uma edificação conserve os requisitos de segurança, de funcionalidade e de estética para a qual foi projetada, sendo denominado de vida útil o tempo que essa construção satisfaz estes requisitos. Por se tratar de uma estrutura basicamente constituída por perfis de aço, logo vem à cabeça que essas estruturas não

possuem uma durabilidade alta, devido basicamente ao quanto ela pode ser afetada pela corrosão (FUTURENG, 2014e).

Segundo Futureng (2014e), os perfis de aço galvanizado utilizados na estrutura podem alcançar uma vida útil de centenas de anos. Através de estudos ficou constatado também que o zinco tem boa capacidade de proteger o aço contra a corrosão durante todos os processos de moldagem e construção, mantendo essa função também durante a vida útil da edificação.

A placa OSB é outro material que deve atender ao quesito de vida útil exigido. Por se tratar de um material composto de madeira, deve ser passado por todos os procedimentos exigidos por uma madeira utilizada para construção civil, principalmente com relação à secagem e tratamento contra ataques biológicos, testado e garantido pelos fornecedores.

Outro fator importantíssimo que pode ser atribuído é o aparecimento de manifestações patológicas. O fato é que o LSF não apresenta a ploriferação de fungos, mofo ou bolor, possuindo uma fácil limpeza e conservação. Contudo, por se tratar de um sistema ainda considerado novo dentro do Brasil, estudos estão sendo feitos para avaliar o aparecimento ou não de manifestações patológicas, qual o tipo mais recorrente e que fatores levaram a isso.

4.5 CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico dentro de uma edificação pode ser definido como a capacidade de controlar as perdas de calor no inverno e os ganhos de calor no verão. Essa capacidade passa pelo sistema de isolamento térmico onde sua avaliação de desempenho adota como indicador a resistência térmica ou a condutividade térmica dos elementos que compõe esse sistema (CRASTO 2005, p. 170).

No caso de edificações em LSF, segundo Crasto (2005, p. 170) há dois aspectos importantes a serem considerados sobre o desempenho térmico da edificação que é a capacidade de vedação vertical de produzir pontes térmicas com os fechamentos interno e externo, devido aos perfis metálicos que são ótimos condutores e também pelo fechamento das juntas, que deve ser efetuado de forma correta a fim de se evitar infiltrações de água e vento, garantindo a estanqueidade do sistema.

O isolamento térmico tem a finalidade de garantir a temperatura desejada, não se dissipando para o exterior. Para isso ocorrer de maneira eficiente Futureng (2014c) explica que no LSF:

[...] os espaços vazios entre os elementos estruturais, [...] são preenchidos com materiais que são bons isolantes de calor, ou seja, maus transmissores térmicos. Além disso, a estrutura é revestida com placas OSB, compostas essencialmente de madeira, outro material que dificulta a transmissão térmica.

Esses materiais são as lãs minerais, que além de boa capacidade como isolante acústico (como citado no item anterior), tem também excelente capacidade como isolante térmico. No caso do emprego de revestimento externo em EIFS, ainda usa-se o EPS que também atua como isolante térmico garantindo uma eficiência ainda maior ao sistema.

Um problema com relação ao desempenho térmico no LSF, principalmente em locais onde a variação térmica é muito grande, é a inércia térmica. Segundo Futureng (2014c):

A inércia térmica de um edifício é a capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, ou seja, de reduzir a transferência ou transmissão de calor. Isso acontece devido a sua capacidade de acumular calor nos elementos construtivos. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determina a inércia térmica de um edifício.

A inércia térmica pode ser classificada como forte, média ou fraca, no caso do LSF ela é uma inércia fraca, visto que as paredes exteriores são constituídas de materiais de pouca massa, tendo menos capacidade de reter calor. Dessa forma, a energia usada para aquecer o ambiente se dissipa mais rapidamente e este fato pode contrariar a ideia de que é necessária menos energia para tornar o ambiente confortável.

Isso pode ser uma desvantagem com relação à utilização do LSF, porém, segundo Futureng (2014c), para compensar este fato às necessidades de aquecimento bruto são menores, tornando a casa significativamente mais fácil de aquecer. Além disso, o fato do LSF possuir essa inércia fraca implica um cuidado maior na escolha das esquadrias, visto que a casa tem uma capacidade de aquecer mais rapidamente, isso se torna apenas uma vantagem no inverno, mas não no verão. Assim a escolha de esquadrias e vidros de boa qualidade a proteção solar acaba sendo essencial (FUTURENG, 2014d)

4.6 CONFORTO ACÚSTICO

O som se propaga através das vibrações das partículas, este necessita de um meio para ser transmitido. Em uma edificação existem três modos de transmissão, o som pode ser transmitido pelo ar, quando som incide num ambiente através de suas aberturas ou fechamentos, pelo impacto, através da movimentação de pessoas dentro da edificação (muito relevante ao piso) e batidas de portas, arrasto e queda de objetos, e proveniente da própria estrutura, devido a ruídos vindos de equipamentos ou instalações transmitidos pelos próprios elementos que compõem a edificação. Quando o som é transmitido para uma superfície parte dele é absorvido, parte é refletido e parte é transmitido através do material (CRASTO, 2005, p. 166).

Segundo a Diretriz Sinat N° 003 (2012, p. 30) para o desempenho acústico satisfatório do LSF deve ser considerado “o isolamento sonoro aos ruídos externos, proporcionado por produtos dispostos em fachada; o isolamento sonoro aos ruídos internos, proporcionados por paredes, pisos e cobertura; e o isolamento sonoro a ruídos de impacto proporcionado pelos pisos.”.

A capacidade de isolamento de uma superfície (parede, piso, cobertura) de uma edificação depende do sistema construtivo e do tipo de material que a compõe. O sistema LSF, segundo Crasto (2005, p. 169), “[...] segue o princípio massa-mola-massa, onde em lugar de uma parede de massa m , usa-se camadas separadas de massa, cujo espaço entre elas é preenchido com um elemento absorvente, cujo objetivo é reduzir a transmissão de som entre as camadas de massa.”. Esses elementos absorventes são geralmente porosos e/ou fibrosos (lã de vidro, lã de rocha) e transformam parte da energia sonora em energia térmica que é dissipada pelo material.

4.7 DESEMPENHO PERANTE INCÊNDIOS

Segundo a Diretriz Sinat N° 003 (2012, p. 23), os requisitos de segurança contra incêndios são expressos pela dificuldade de inflamação generalizada (reação ao fogo dos materiais de acabamento), limitação da densidade ótima da fumaça (facilidade de fuga, avaliada pelo desenvolvimento da fumaça dentro da edificação) e resistência ao fogo dos elementos construtivos, mais precisamente dos elementos estruturais.

O aço, por sua vez, é considerado um material que não possui grande resistência ao fogo, como explica Futureng (2014f): “[...] os elementos estruturais do aço perdem cerca de 50% da sua resistência mecânica quando aquecidos a uma temperatura de cerca de 550 °C [...]”, sendo que este valor é atingido muito facilmente quando se trata de incêndios. Por este motivo devem ser adotadas medidas de proteção ao aço, para satisfazerem as exigências perante a norma de resistência ao fogo.

O dimensionamento de proteção das estruturas metálicas devem seguir dois parâmetros que são o tempo de resistência ao fogo e o fator de massividade (fator de forma) de cada elemento estrutural. Os materiais utilizados nessa proteção devem ter como propriedades um alto ponto de fusão, boa capacidade de deformação perante o calor, resistência as ações de origem térmica, aderência a estrutura aplicada, resistência duradoura a ataques químicos (FUTURENG, 2014f).

Os perfis galvanizados de aço formados a frio que compõem o LSF possuem baixa resistência ao fogo, por isso se necessita protegê-los. Segundo Futureng (2014f), essa estrutura pode ser protegida pela aplicação das placas de gesso, juntamente com a aplicação da lã mineral no interior das placas que contribuem significativamente para essa resistência.

Conforme explica Futureng (2014f), a placa de gesso acartonado “[...] atua com as funções de absorver uma grande quantidade de calor e de atrasar a passagem de fluxo térmico.”. Assim as estruturas resistem facilmente a períodos de fogo de 30 minutos.

5 ESTUDO QUALITATIVO

Através da pesquisa bibliográfica foi possível verificar que o LSF, por se tratar de um sistema racionalizado, possui peculiaridades próprias se diferenciando dos outros tipos de construção, principalmente se comparado com a artesanal. É fato que um novo jeito de se construir e com outros tipos de materiais empregados, fugindo do tradicional, acabe gerando dúvidas com relação a diversos aspectos, que vão desde sua implementação dentro de um mercado construtivo já existente e aquecido por outras técnicas construtivas, passando pelas vantagens que esse novo sistema pode oferecer, e seu desempenho como edificação, cujo alguns desses tópicos foram abordados no capítulo anterior.

Nem sempre, porém, a implementação de um novo sistema, principalmente quando se trata disso dentro de um cenário todo peculiar que é a construção civil brasileira, é tão simples. A avaliação da viabilidade da utilização de um sistema não convencional se faz obrigatória, justamente para se constatar as características deste novo sistema, partindo dessa forma diferente de se construir e com materiais diferentes. Apontar parâmetros técnicos, que teoricamente são vantajosos, e constatar sua veracidade na prática, e porque motivos pode apresentar essa eficácia maior e, juntamente, com uma avaliação do mercado atual se faz necessária. Realizou-se então um estudo qualitativo com o propósito de analisar o LSF, a fim de esclarecer essas diversas questões em torno do sistema e sua viabilidade técnica como sistema construtivo industrializado dentro do mercado. Esse estudo baseou-se na realização de entrevistas sobre a visão de diferentes profissionais atuantes no processo.

5.1 ELABORAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Para se conduzir este estudo optou-se por se realizar uma pesquisa qualitativa, através de entrevistas individuais. Segundo Ribeiro e Milan (2004, p. 9):

As entrevistas individuais são aquelas onde o entrevistador fica frente a frente com o respondente, tendo a oportunidade de explorar com profundidade um determinado tema ou objetivo de pesquisa. A abordagem é essencialmente qualitativa, o número de entrevistados é pequeno e o envolvimento do entrevistador é muito grande [...].

Através do aprimoramento de conhecimento do assunto e também devido ao fato de se entrevistar profissionais cujo tempo disponível para tal atividade não é muito grande, optou-se por realizar uma entrevista semi-estruturada. Esse tipo de entrevista é composto por um roteiro de perguntas pré-determinadas pelo entrevistador, não necessariamente tendo que segui-lo à risca, podendo ser feitas novas perguntas a partir das respostas dos entrevistados, ou seja, uma entrevista baseada em questionário aberto, onde foi dada a liberdade para os entrevistados falarem. Além disso, a riqueza das respostas pode ser diferente para cada pergunta, dependendo do conhecimento que o respondente detém sobre tal questão (RIBEIRO; MILAN, 2004, p. 10).

Esse roteiro baseou-se na criação de um questionário com aproximadamente 20 questões. Tais questões tiveram sua estrutura e relevância estipulada a partir da pesquisa bibliográfica realizada, principalmente com a identificação dos parâmetros técnicos essenciais de uma edificação, dando conhecimento e conteúdos a serem explorados.

A elaboração destas questões foi direcionada de uma maneira específica a cada entrevistado, podendo ou não ser repetida aos demais, com a finalidade de se trazer, durante a entrevista, perguntas pertencentes à área atuante do profissional no mercado, perguntas cujo entrevistado tenha condições de responder de forma ampla e clara baseada no seu conhecimento.

Contudo, para com todos os entrevistados adotou-se uma estrutura principal. Essas perguntas tiveram como base grandes temas de abrangência, considerados importantes para posterior estudo e avaliação, que incluíram a descoberta e a relação atual com o sistema, observações e conhecimentos por parâmetros técnicos essenciais de execução e habitabilidade da edificação e percepção do mercado atual quanto à utilização do LSF. A partir dessa estrutura principal tinha-se o interesse da percepção dos profissionais quanto à visão geral do LSF, as vantagens que o sistema pode oferecer e como é se trabalhar atualmente com um sistema não muito usual dentro do mercado brasileiro.

5.2 REALIZAÇÃO DAS ENTREVISTAS

A escolha dos profissionais entrevistados partiu do princípio dos mesmos possuírem um conhecimento satisfatório do LSF, sendo este o conhecimento teórico, devido ao estudo sobre o sistema e/ou prático, devido à vivência de trabalho no LSF. Para melhor otimização do tempo e com um número reduzido de pessoas entrevistadas optou-se pela escolha de

profissionais atuantes em áreas específicas de todo o processo de elaboração e execução de edificações neste tipo de sistema.

As entrevistas foram focadas para serem executadas com profissionais representando três grandes áreas:

- a) fornecimento: área que abrange o fornecimento de projetos estruturais e materiais para execução de toda a estrutura da edificação em LSF. A entrevista foi realizada com o Engenheiro Fábio Ghessi (mencionado a partir daqui como Fornecedor), sócio proprietário na empresa CenterSteel, empresa que atua na elaboração de projetos estruturais em LSF com equipe especializada, a partir de projeto arquitetônico pré-estabelecido, e na produção de materiais como perfis/painéis de aço e no fornecimento de placas para execução da edificação.
- b) projeto: área de elaboração de projetos arquitetônicos exclusivos para o sistema construtivo LSF. A entrevista foi realizada com a Arquiteta Simone Fraga (mencionada a partir daqui como Projetista), sócia-proprietária na empresa Tuti Arquitetura que tem como base edificações com a ideia da sustentabilidade, com a elaboração de projetos para serem executados exclusivamente com sistemas construtivos “secos”.
- c) execução: área que abrange a execução da edificação dentro do canteiro de obras. A entrevista foi realizada com Fabrício Lemos (mencionado a partir daqui como Executor), funcionário da empresa CenterSteel, que atua na execução das obras, e também ministra aulas, teóricas e práticas de treinamento de mão de obra executora do sistema.

Através de buscas na internet por empresas que atuassem no mercado local com o LSF, conseguiu-se realizar a primeira entrevista e, a partir dela, as outras surgiram completando-se um ciclo entre os três profissionais e suas áreas de atuação.

Essas entrevistas foram gravadas, com devida permissão dos entrevistados e, posteriormente, transcritas. Caso o leitor decida fazer sua própria análise das entrevistas, elas encontram-se no apêndice deste trabalho.

5.3 SÍNTESE E ANÁLISE DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram realizadas no local de trabalho dos profissionais, com exceção do Projetista, onde teve-se a oportunidade de realização da entrevista em sua própria casa, a qual estava em processo final de execução com a utilização do LSF, o que possibilitou conhecer e experimentar, de certa forma, uma edificação em LSF, tendo também a possibilidade de observar na prática alguns temas abordados durante a entrevista.

A conversa teve início com uma breve apresentação do entrevistador e explicação do motivo pelos quais tinha-se o interesse da realização das entrevistas e com breve apresentação do trabalho. Posteriormente seguiu-se a estrutura pré-estabelecida com as questões propostas, sendo essas questões subdivididas em temas.

5.3.1 Introdução

Inicialmente foi realizada uma introdução com os profissionais questionando-os de como conheceram o LSF, o que levaram ou como começaram a trabalhar com o sistema e seus papéis como profissionais hoje, com relação ao LSF, dentro do mercado de trabalho, tanto como empresa, tanto como funcionário. Tinha-se como intuito principal, além de deixar o profissional mais a vontade para uma posterior conversa mais técnica, permitir que o mesmo relatasse sua relação com o sistema, a fim de despertar uma curiosidade de como é a experiência de se trabalhar com um sistema construtivo diferente do convencional e ainda não muito usual.

Partindo então deste questionamento inicial, percebeu-se que os três entrevistados deram respostas semelhantes sobre esse assunto. Os três relataram que conheceram o sistema a partir de viagens ao exterior, onde o LSF é um dos sistemas construtivos mais utilizados. Além desse fato, deve-se levar em conta que o Projetista e o Fornecedor, possivelmente por terem curso superior na área de construção civil, perceberam que era necessária uma mudança na forma de se construir, ou seja, se optar por uma construção alternativa a tradicional, uma construção mais eficiente em todos os sentidos (com menor desperdício, obra mais limpa, velocidade, sustentabilidade...), e partiram para uma pesquisa quanto ao uso de uma construção industrializada, a qual o LSF se enquadrou, e que posteriormente a conheceram na prática fora do país. A partir daí, abriram suas respectivas empresas com o intuito de fugir dessa forma tradicional de construção e apostar no LSF como um sistema melhor e mais eficiente para se construir. O caso do Executor é um pouco diferente, mas não se afasta dessa visão, o fato de ir morar nos EUA e conhecer o sistema de perto, tanto trabalhando com ele, como sendo um usuário, fez o perceber que ele traz uma melhoria construtiva, inclusive para a mão de obra que era o seu caso e, voltando para o Brasil, optou por seguir trabalhando com uma construção seca, primeiramente com o gesso acartonado, devido à oportunidade que o mercado ofereceu naquele momento, e posteriormente com a oportunidade de trabalhar diretamente com o LSF.

É fato que os profissionais que buscam por novas tecnologias construtivas, são aqueles que acreditam que a construção artesanal é atrasada para os dias atuais, e precisa-se mudar esta forma para uma construção industrializada. Como tratado durante a pesquisa bibliográfica, essa construção artesanal apresenta inúmeros problemas como baixa produtividade, desperdício de material, grande produção de resíduos entre outros. Essa busca por uma maior eficiência construtiva que esses novos sistemas podem apresentar, na prática são buscadas e conhecidas em países desenvolvidos economicamente, onde os métodos construtivos são basicamente industrializados e racionalizados, onde acabam apresentando uma eficiência superior agradando esses profissionais que querem fugir do tradicional e apostar no “diferente” aos olhos do mercado nacional.

5.3.2 Parâmetros Técnicos

Posteriormente às perguntas introdutórias, entrou-se na parte de perguntas mais técnicas sobre o sistema, perguntas relacionadas a diversos parâmetros técnicos, estudados anteriormente através da bibliografia, e com o propósito de verificar o ponto de vista desses profissionais considerando tais aspectos, e se realmente o que relatado na bibliografia condiz com a prática. Primeiramente, para introduzir o tema, os entrevistados foram questionados com relação às principais vantagens que eles mais destacavam sobre o LSF, foi consenso entre os três de que o sistema apresenta uma maior velocidade, facilidade e eficiência construtiva, obra limpa, beneficiando inclusive a mão de obra que trabalha no canteiro, como destaca o Executor, com baixa produção de resíduos. Além disso, eles incluíram também como relevante um conforto térmico e acústico muito superior se comparado as paredes de alvenaria, por exemplo, onde foi um benefício muito destacado pelo Executor principalmente pelo fato de ter morado por aproximadamente 15 anos em residências construídas com o LSF.

Comparando-se os dados obtidos na bibliografia com as vantagens destacadas pelos entrevistados há uma certeza de que o sistema pode oferecer diversos benefícios durante todo o processo construtivo e ao usuário final também, sendo que alguns desses parâmetros são analisados no decorrer deste capítulo.

5.3.2.1 Projeto

Durante a entrevista realizada com o Projetista partiu-se para um questionamento específico com relação à elaboração de projetos arquitetônicos para posterior execução com o LSF.

Nessas três perguntas feitas dentro deste tema o Projetista destacou que não há limitações estéticas dentro do sistema, apenas restrições estruturais que qualquer outro sistema construtivo apresenta, permitindo aos arquitetos que realizem projetos de acordo com suas ideias. Completando esse assunto também destacou que as edificações reproduzem exatamente o que foi imaginado e projetado não sofrendo nenhum tipo de adaptação. Porém um grande destaque dado por ele foi o fato de que, na elaboração, o projeto deve ser pensado para o LSF, ou seja, não pegar um projeto pensado em alvenaria e transformá-lo em LSF, pois o mesmo pode precisar de adaptações (para passagens de condutos de esgoto, por exemplo) que não foram previstas anteriormente, gerando certo desacordo com a ideia inicial do projeto.

Pelo fato do Fornecedor fazer parte do meio de execução dos projetos estruturais, a partir desse projeto arquitetônico, ele também foi questionado sobre possíveis adaptações no projeto e se o mesmo é executado conforme ideia original, e segundo ele, raramente é preciso fazer adaptações e completou que se tem uma fidelidade muito maior com o que foi projetado, ressaltando é claro apenas todos os intervenientes do ponto de vista estrutural, comum a qualquer outro tipo de construção.

Outra ênfase dada pelo Projetista durante esse tema é de que, por se tratar de um sistema com materiais normatizados, tem-se uma segurança maior de que a obra, que está sendo pensada e projetada, realmente atenderá aos requisitos de conforto ao usuário final, principalmente com relação aos desempenhos térmico e acústico, destacados como exemplos pelo Projetista.

Para completar este tema envolvendo a parte de projeto foi feita uma mesma pergunta tanto ao Projetista como para o Fornecedor com relação à alteração do projeto arquitetônico durante a execução da edificação, o que acaba ocorrendo com muita frequência em diversos tipos de obras. Ambos enfatizaram que é inviável ser feito este tipo de alteração e concordaram que uma construção deve ser pensada e planejada, gastando-se tempo maior na elaboração dos projetos, para que não se tenha problemas no canteiro de obras. O Fornecedor ainda destaca que pequenas adaptações nos projetos elétrico e hidráulico são possíveis, muito devido à facilidade de execução, por outro lado mudanças arquitetônicas, depois do projeto aprovado, são bem complicadas, pois já foi realizado todo um estudo e cálculo estrutural e o conjunto de aço já está todo fabricado.

Com os relatos percebe-se que deve haver uma mudança de cultura quanto à parte de projetos. Essa mudança de cultura deve ser observada pelos profissionais e repassada aos clientes a fim de explorar ao máximo a realização do projeto, tentando tirar o máximo de eficiência que o sistema pode oferecer tanto com relação à estética como com relação ao conforto do ambiente ao usuário final. Tendo em vista esse pensamento, o projeto passa a ter uma importância muito maior durante todo o processo construtivo de uma edificação em LSF.

5.3.2.2 Velocidade construtiva

Desta vez os três entrevistados foram abordados com relação à velocidade construtiva, a ideia desta questão não era fazer um comparativo com qualquer outro tipo de sistema construtivo, mas sim constatar se com relação ao tempo de duração da obra se tem uma boa precisão e quais fatores podem afetar este quesito.

Foi confirmado pelos três que há uma precisão grande quanto ao tempo de duração da obra enfatizando ainda que, além disso, também há uma confiabilidade muito maior quanto ao custo previsto inicialmente e o gasto ao término da obra. Os três ainda enfatizaram muito com relação às vantagens que sistema pode oferecer, que quando comparado com a construção artesanal de concreto armado e alvenaria, o LSF possui uma velocidade construtiva muito maior, apresentado pelo Fornecedor em números de que essa velocidade pode ser até três vezes mais rápida, quanto ao tempo de duração total da obra. Cabe-se abrir um parêntese aqui para expor que o Projetista, durante a realização da entrevista, estava prestes a terminar a obra de sua própria casa em LSF, dando mais credibilidade às informações positivas, inclusive com alguns números de custos finais muito semelhantes, se comparado à construção artesanal, o que não é abordado neste trabalho, mas fica como sugestão para trabalhos futuros.

Ainda dentro desse assunto foi perguntado aos três o quanto a organização do canteiro de obras, em termos de posicionamento e disposição dos materiais, poderia afetar essa velocidade construtiva. O Executor destacou como muito importante essa organização, inclusive durante os cursos explicando que, quando se tem uma organização no canteiro de obras, desde o recebimento dos materiais, otimização de como ficarão esses materiais no canteiro, facilita muito durante a execução. Segundo ele ao receber o material deve-se abrir o projeto e separar no canteiro, por exemplo, os painéis por pilhas conforme numeração dos mesmos, sendo assim uma forma mais prática e rápida de localiza-los e pegá-los. O Projetista complementou essa ideia dizendo que a reduzida quantidade de materiais na obra facilita

também essa organização do canteiro, e que, além da organização do canteiro, deve se ter uma organização com os fornecedores, ou seja, a sequência e a pontualidade de entrega dos materiais na obra são muito importantes. O Fornecedor, ainda por sua vez, disse que se deve haver uma mudança geral com relação ao gerenciamento do canteiro, relatando, assim como o Executor, a diferente maneira de recebimento e armazenamento dos materiais, para poder aproveitar ao máximo todas as vantagens quanto à velocidade construtiva que o sistema pode oferecer.

A partir do ponto de vista dos três entrevistados percebe-se claramente que essa precisão quanto à velocidade construtiva realmente se aplica na prática, tendo em vista que a organização do canteiro de obras, principalmente quanto à disposição e armazenamento dos materiais, pode ser um fator de interferência. É necessária realmente uma mudança de cultura, passando a se preocupar muito mais com essa organização do canteiro de obras, para que com a chegada dos painéis, parafusos, chapas e outros componentes do sistema, tenha-se exatamente um local de armazenamento para os mesmo, com o intuito de não ocorrerem erros e facilitar as montagens, aproveitando-se ao máximo esse benefício de velocidade e precisão quanto ao tempo de construção que o sistema oferece.

Ainda sobre esse tempo de duração da obra mais preciso, certamente é um fator que pode causar certo alívio aos empreendedores que conseguem seguir o cronograma estipulado no início do empreendimento, e principalmente ao usuário final que tem uma certeza maior de que sua obra será entregue no prazo estipulado. Essa precisão acaba levando consigo uma confiabilidade orçamentária também mais precisa, o que de fato pode diminuir muitas dores de cabeça de profissionais que atuam na área como investidores, e na maioria das vezes se assustam com o valor orçado inicialmente e o valor realmente gasto ao término da obra.

Não fugindo muito do assunto processo/velocidade construtiva, colocou-se uma questão para o Fornecedor, questão totalmente presente dentro da sua área de atuação. Pelo fato do aço galvanizado ser um produto utilizado em diferentes indústrias, questionou-se o quanto este fato poderia afetar a demanda/preço do aço na construção em LSF. Retratando as próprias palavras ditas pelo Fornecedor, este é o “calcanhar de Aquiles” do sistema LSF. O fato da indústria do aço no Brasil estar voltada para outros nichos de atuação tais como indústria automotiva e a fabricação de eletrodomésticos, e a construção em aço leve ainda ser considerada nova no mercado, fazendo com que, em algumas situações verifique-se uma

sazonalidade, onde se depende de quanto às outras indústrias estão fortes no mercado. Por exemplo, se a demanda com relação à indústria automotiva aumentar, todo aço acaba por sustentá-la, deixando a construção civil “na mão”.

Este ainda é um grande problema enfrentado pelo sistema dentro do mercado brasileiro. O fato de ainda não ser uma construção popular, acaba por não ter uma demanda muito grande e conseqüentemente uma importância com relação à distribuição da matéria-prima pela indústria do aço. Esse processo de mudança ainda será lento, e até que o LSF não se estabeleça no mercado como sistema construtivo base na execução de edificações, ainda sofrerá com essa questão. Ainda se buscam alternativas para combater este problema, sendo que medidas como aumentar o estoque de matéria-prima para fabricação dos perfis têm sido uma das alternativas utilizadas pelas empresas desse ramo para enfrentar momentos de crise, e poder continuar com o fornecimento dos perfis de aço.

5.3.2.3 Segurança estrutural

Pelo LSF ser de essência uma estrutura em aço leve, fugindo da cultura de estrutura pesada e robusta conhecida, acaba gerando dúvidas com relação a sua segurança estrutural, principalmente quando apresentado a pessoas leigas no assunto, que possam adquirir um preconceito com relação a este fato, principalmente pelo fato de ser diferente da construção tradicional composta por materiais sólidos e robustos.

Logo os três foram questionados sobre esse assunto e os três responderam de forma semelhante. Primeiramente afirmando que em outros países, como nos EUA, por exemplo, é um sistema que funciona muito bem, e ainda dão o respaldo de que essas estruturas foram projetadas para resistir a terremotos e furacões. O Fornecedor ainda apresenta especificações técnicas do sistema, como o limite de escoamento do aço galvanizado para construções em LSF sendo de 230 MPa à 350 MPa, e o fato de afirmar que investiu-se no treinamento e aperfeiçoamento dos engenheiros em cálculo estrutural específico para o sistema. O Executor ainda completa dizendo que durante o cálculo estrutural o engenheiro calcula todos os contraventamentos, e a placas OSB ainda aumentam essa segurança toda, sendo uma estrutura bem dimensionada e segura.

Conforme relatado durante a pesquisa bibliográfica e confirmado pelos entrevistados, realmente o LSF é um sistema que oferece uma boa segurança estrutural, mesmo sendo uma

estrutura leve, contrariando muito a cultura de que a segurança estrutural de uma edificação depende de uma estrutura sólida e robusta. Único impedimento que essa estrutura leve gera, também destacado na bibliografia, é a limitação de pavimentos, ou seja, fazendo com que edificações em LSF não devam ser executadas com mais de quatro pavimentos.

5.3.2.4 Durabilidade

Condizendo com o fator segurança estrutural encontra-se a durabilidade da estrutura. Neste aspecto o Fornecedor, afirmou que os aços galvanizados para LSF possuem camada de zinco que dá proteção contra corrosão, camada que pode variar dependendo do ambiente que será construída a edificação, sendo que essa camada de zinco nos perfis produzidos no Brasil encontra-se acima dos padrões mundiais. Ainda relatou sobre um estudo feito por uma Associação de Construção em aço nos EUA, onde foram monitoradas quatro ou cinco construções executadas em diferentes regiões do país, com o objetivo de testar essa durabilidade. Os resultados obtidos foram muito além das expectativas, chegando-se a uma durabilidade de aproximadamente 350 anos do aço galvanizado.

Com relação à durabilidade o estudo citado pelo Fornecedor completa o que a pesquisa bibliográfica apresentou de que o zinco tem boa capacidade de proteger o aço contra a corrosão, protegendo a edificação durante toda a sua vida útil, sendo que essa durabilidade pode durar mais de três séculos. Juntamente a bibliografia também destaca que as placas OSB, seguindo todo o tratamento necessário que um material de madeira deve ter, também possuem uma durabilidade muito satisfatória.

5.3.2.5 Manifestações patológicas

Um fator que está presente dentro dessa durabilidade é o fato das construções apresentarem ou não patologias. Por ainda não ser um assunto muito abordado dentro da bibliografia, apesar de estudos estarem sendo realizados dentro do Brasil, os três entrevistados foram questionados se as edificações costumam apresentar e quais as principais causas dessas patologias.

O Fornecedor e o Executor destacaram que possíveis manifestações patológicas só ocorrem se a edificação não seguir as normas corretas de execução ou não ser executada com materiais adequados. A mão de obra deve estar cercada de informações e produtos de qualidade, afinal dependendo do revestimento deve-se ter cuidado com suas especificações técnicas de

instalação, juntamente com o cuidado, como em qualquer outro sistema construtivo, das instalações elétricas e hidrossanitárias. Um dos fatores que se deve ter mais cuidado destacado pelos dois entrevistados é com relação ao tratamento de juntas, e com a junta de dilatação necessária a se deixar devido à movimentação térmica dos materiais utilizados.

O Projetista, por sua vez, destaca que uma edificação não produzir manifestações patológicas é praticamente impossível, mas a vantagem que o LSF pode oferecer é a facilidade de manutenção. Afirmando que a durabilidade da alma da estrutura, que é o aço, não se danifica, sendo que as placas podem ser substituídas. Com isso, é possível fazer com que uma edificação de 40, 50 anos possa ser facilmente reparada trazendo de volta seu estado original.

Para uma melhor análise desse tema ainda se precisaria de um estudo mais aprofundado, com certo tempo de duração e com diversas edificações distribuídas em muitos locais, o que no Brasil tais estudos ainda se encontram em andamento. Porém, pelo relato dos três entrevistados, se o LSF for executado por uma mão de obra especializada, seguindo todas as normas corretas de execução, dependendo do revestimento escolhido, e com os materiais adequados, essas edificações têm grandes possibilidades de não apresentarem manifestações patológicas. E se de fato realmente é impossível uma obra não apresentar qualquer tipo de manifestações patológicas, a facilidade de manutenção, como relatado, faz com que tais manifestações patológicas sejam tratadas e resolvidas de forma muito mais prática, trazendo de volta a edificação ao aspecto desejado.

5.3.2.6 Conforto térmico

Partindo para parâmetros exclusivos na habitabilidade da edificação, entra o fato das paredes do LSF não serem compostas por materiais robustos e sólidos e ser de menor espessura, se comparado as paredes de alvenaria, gerando um ponto de muita desconfiança com relação ao conforto que o sistema pode oferecer ao usuário final, tratando principalmente de dois parâmetros essenciais, os desempenhos térmico e acústico da edificação.

Logo os profissionais foram questionados sobre o conforto térmico que o LSF pode oferecer. Dentro desse tema ainda foi levantada a questão, relatada na pesquisa bibliográfica, de que o LSF possui uma baixa inércia térmica, o que teoricamente seria uma desvantagem, principalmente se tratando de um estado como o Rio Grande do Sul, onde é muito comum uma grande variação térmica ao longo do dia.

O Projetista, que preza muito pelo conforto do usuário final, destacou a teoria da arquitetura bioclimática, envolvendo a questão de isolamento e resistência térmica. Isolamento é diferente de inércia térmica. No LSF têm-se materiais leves que não conduzem o calor, porque possuem uma camada de ar entre eles, logo um material não tem contato com outro, não havendo condutividade. Além disso, retratando o fato da inércia térmica, ele destaca que realmente se comparado à parede de alvenaria, o material maciço oferece inércia térmica muito superior, retardando a entrada ou a saída de calor de dentro da edificação, sendo que quanto maior a espessura da parede maior é a inércia térmica. A diferença é que no LSF, o isolamento das paredes tem uma eficiência muito maior. Mantém-se com mais facilidade a temperatura dentro do ambiente, sem grande variação térmica. Ainda quanto a isso, se destaca a maior facilidade e rapidez de se aquecer/resfriar o ambiente, e depois disso, pelo mesmo princípio de isolamento da garrafa térmica, a temperatura é mantida dentro do ambiente, apresentando uma eficiência maior também dos equipamentos de climatização.

O Projetista, para exemplificar essa boa capacidade quanto ao desempenho térmico, relatou uma situação em que um plantão de vendas construído no litoral em LSF teve um projeto de dimensionamento de ar condicionado para instalação de dois aparelhos de 24000 BTUs cada. Porém, no fim das contas, para resfriar o ambiente e mantê-lo assim durante o verão foi utilizado apenas um dos aparelhos, enquanto o outro permanecia desligado.

As palavras do Fornecedor condizem exatamente com a do Projetista exaltando a capacidade do sistema de proporcionar um isolamento maior a temperatura externa e uma perda menor a temperatura interna e também a facilidade maior de se resfriar/aquecer o ambiente. E ele também relatou o fato de clientes que tinham cálculos de utilização de potência de ar condicionados para resfriar o ambiente e acabaram utilizando metade desses valores iniciais com a edificação pronta.

O Executor por sua vez, não entrou numa linguagem mais técnica sobre o assunto, porém com suas palavras concordou com o que foi dito pelos dois entrevistados anteriores. Mas pelo fato dele ter morado durante muito tempo em edificações deste tipo, exaltou muito o conforto térmico, e creditou ao bom desempenho térmico que o LSF oferece o fato de ter tido um número inexpressivo de doenças respiratórias durante esse período.

O LSF realmente é um sistema que poderia gerar muitas dúvidas com relação ao conforto térmico da edificação, primeiramente pelo fato da espessura da parede ser inferior se

comparado as de alvenaria, e segundo pela própria composição dos materiais, tendo em vista de que uma parede oca não teria um desempenho térmico satisfatório. Outro fato impactante que poderia agravar este fato seria a baixa inércia térmica que o sistema tem, que conforme relatado na bibliografia é a capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, devido a sua capacidade de acumular calor nos elementos construtivos. Na prática realmente o LSF possui uma inércia térmica fraca, porém a partir do que foi dito pelos entrevistados, principalmente pelo Projetista retratando de forma teórica o que acontece na edificação, ficou claro de que o LSF, apesar de se tratar de uma parede de espessura menor e não robusta, possui materiais, como lã de vidro localizada dentro das paredes principalmente e a própria placa OSB conforme retratado também na bibliografia, que produzem um isolamento térmico muito bom, e conseguem manter a temperatura dentro do ambiente mais agradável, chegando à conclusão de que apesar de uma baixa inércia térmica, há fatores que minimizam este fato tornando o desempenho térmico do LSF superior ao de outros sistemas construtivos.

Ainda a favor desse conforto térmico há o fato importante, exemplificado na prática pelo Projetista e pelo Fornecedor, de que o LSF também acaba proporcionando uma eficiência maior dos equipamentos de climatização, o que acaba gerando um custo menor de energia para manter os ambientes com uma temperatura agradável, estando inserido dentro do critério de sustentabilidade cada vez mais presente dentro da construção civil.

5.3.2.7 Conforto acústico

Com relação ao conforto acústico o Projetista destaca que os materiais constituintes do LSF são mais absorventes. A reverberação é minimizada pelo fato do gesso, por exemplo, ser um material mais absorvente que o reboco. A manta de lã mineral, localizada entre os painéis, absorve com eficiência os sons entre os ambientes, tanto interno/externo, quanto entre cômodos e entrepisos.

O Fornecedor, por sua vez, complementa o que foi dito pelo Projetista, através de ensaios realizados na Universidade Federal de Santa Maria onde foi obtido uma redução de no mínimo 44 db de um ambiente para o outro.

Ao se falar do conforto acústico também parte-se do mesmo princípio do conforto térmico relatado anteriormente, que, conforme retratado na pesquisa bibliográfica, apesar de uma

parede de menor espessura e oca por dentro, é composta por materiais mais absorventes. Esse espaço oco é preenchido com um elemento absorvente, cujo objetivo é reduzir à transmissão de som, no caso a lã mineral que transforma parte da energia sonora em energia térmica que é dissipada pelo material. O relato de experiência própria realizada pelo Fornecedor realmente comprovou o fato de que, mesmo aparentando a primeira vista ser um sistema que não tem conforto acústico nenhum pelo fato de não ser compostos por materiais sólidos e de grande espessura, o LSF possui um desempenho acústico superior aos demais sistemas construtivos.

5.3.2.8 Desempenho contra incêndios

Com relação ao desempenho do LSF contra incêndios, os entrevistados foram perguntados se presenciaram na prática ou ficaram sabendo de algum incêndio que ocorreu neste tipo de sistema, porém nenhum deles pode dar nenhum acréscimo de prática quanto a esta questão justamente pelo fato de não terem presenciado nenhum tipo de incêndio, apenas o Fornecedor salientou que os grandes fabricantes de insumos para este tipo de construção investem em ensaios para certificar seus produtos.

5.3.2.9 Modo de execução

Ao executor uma das questões próprias de interesse era em saber as diferenças de se executar uma obra tradicional e uma em LSF, para fazer um comparativo entre as duas formas de se construir, a partir de um sistema industrializado, comparado com a construção artesanal, a qual já se está muito habituado de se ver. Também, junto a isso, saber a experiência de se executar uma edificação com “materiais secos”.

O executor logo destacou que a execução da estrutura sendo feita a partir de um projeto detalhado, contendo, por exemplo, a maneira correta de se agrupar painéis, montar a estrutura, facilita muito o serviço e, além disso, o fato dessa estrutura ter uma precisão de montagem, cuidando esquadro e prumo, tem-se ao longo do processo a certeza de que está se executando de maneira correta, sendo preciso no que está sendo feito. E, com relação ao fato de se trabalhar com materiais secos, ele respondeu que pelo simples fato de o material ser industrializado, vir pronto ao canteiro, e tendo-se as ferramentas corretas já é uma grande vantagem, e ainda com a relevância de afetar positivamente a saúde do funcionário durante seu período de trabalho (tendo em vista que o mesmo sempre use corretamente os EPIs), pelo simples fato de se trabalhar com materiais mais leves e sem contato com umidade.

Tendo-se o ponto de vista de um profissional que trabalha diretamente na execução da estrutura dentro do canteiro de obras, se faz mais válida a visão da bibliografia de que o LSF realmente, com relação à forma executiva, tem uma praticidade e facilidade muito maior, tanto pelo projeto detalhado, que o transforma em praticamente uma construção “lego”, com peças que se encaixam perfeitamente, garantindo uma maior precisão e certeza de execução correta, além é claro dos materiais serem secos, de fácil manuseio e prática instalação.

5.3.3 Mão de Obra

Um dos parâmetros mais importantes quando se fala de um sistema industrializado é a mão de obra. Com esse intuito foi feita uma bateria de questões ao Executor com intuito de saber como está atualmente a mão de obra de execução do LSF. Pelo fato de ser o próprio Executor que dá os treinamentos, primeiramente o mesmo foi perguntado como é feito este treinamento, o que é preciso para fazê-lo, se a procura dos profissionais tem sido muito grande e os resultados desses cursos.

O Executor respondeu que o treinamento tem duração de uma semana e tem por objetivo construir um sobrado de dois andares seguindo todas as etapas de execução (paredes térreo, execução escada, laje de entrepiso, paredes segundo pavimento, cobertura, fechamento com placas OSB, aplicação de membrana impermeabilizante, e posterior ênfase em acabamentos como placa cimentícia, EIFS, *siding* vinílico), mostrando os materiais adequados e a maneira correta de se executar cada uma dessas etapas.

Com relação aos profissionais que vêm fazer o curso, a procura tem sido grande e de todo o país, e preferencialmente é bom que se tenha alguma experiência em obra. Na realização destes treinamentos podem ser encontrados desde engenheiros e arquitetos, que não necessariamente vêm pra aprender a montar, mas sim para saber a forma correta de se executar, e principalmente de pessoas que atuam diretamente na execução, no início com um pouco de resistência, pelo vício na construção artesanal, mas que depois acabam pegando o jeito e gosto até por se tratar de um sistema mais simples e prático.

Quanto aos resultados o Executor destaca que são bem satisfatórios, sendo que os profissionais saem dos cursos já aptos a entrar num canteiro de obras e executarem a edificação. Claro que a experiência do profissional conta no resultado final da obra, como em

qualquer tipo de sistema. Não se pode ter a mesma expectativa quanto à velocidade construtiva de profissionais que já trabalham há mais tempo com o sistema.

Quando se fala de um sistema construtivo industrializado é fácil perceber que ter uma mão de obra bem treinada e qualificada é essencial para a boa execução da edificação. O LSF é um sistema que se preocupa muito com isso e tem em mente de que primeiramente deve-se capacitar o profissional, ensinado a ele todos os passos corretos de execução e inclusive os materiais corretos para o mesmo, para que se tenha um resultado satisfatório. Percebe-se também que a própria mão de obra, acostumada com a construção artesanal, muda esse conceito de construção já durante os treinamentos, ao se trabalhar com uma construção seca, que como relatado anteriormente, pode ser comparada a um “lego” onde peças se encaixam seguindo um projeto bem especificado, o que facilita a execução para os profissionais e, conseqüentemente, gera um desperdício de material quase nulo e nenhum reserviço.

O LSF teoricamente é um sistema construtivo que apresenta uma simplicidade e uma facilidade muito maior em sua execução, como mencionado pelo próprio Executor, desde que sua mão de obra esteja apta e ciente dessa facilidade e simplicidade de montagem, seguindo os ensinamentos obtidos durante o curso, se aperfeiçoando cada vez mais com o sistema, e mostrando na prática que quanto à execução o LSF pode apresentar realmente uma vantagem à construção artesanal.

5.3.4 Mercado

Para finalizar as entrevistas os três entrevistados foram convidados a darem seu parecer sobre a situação do mercado atual com relação à implementação de sistemas inovadores, mais especificamente com o LSF, se ainda existe uma cultura muito resistente a essa implementação, tanto de construtoras/incorporadoras como do usuário final, e se também falta um incentivo maior do próprio governo quanto a implementação deste tipo de sistema.

O Executor fala que a mentalidade no Brasil com relação à implementação de novos sistemas construtivos ainda está atrasada, afirmando que se chegar a 10% do número total de obras artesanais estaria muito bom. O Fornecedor complementa essa ideia em números, dizendo que hoje em dia apenas 3% de obras executadas e em andamento são em LSF. Os três entrevistados ainda afirmam que hoje em dia quem procura o LSF para construir são

normalmente pessoas que viajaram para fora do país e/ou tiveram uma experiência com uma edificação neste sistema.

Apesar desses dados negativos, os três acreditam que, mesmo com uma cultura ainda resistente, tanto por parte de construtoras/incorporadoras quanto pelo usuário final, o panorama está mudando. Exemplos de grandes construtoras que já aderiram ao sistema ou que estão em processo de implementação já se fazem presente. O usuário final também está mais receptivo, muito hoje em dia por parte da arquitetura sustentável, como fala o Projetista de que o LSF se enquadra neste tema, onde acaba procurando um sistema construtivo que teoricamente proporcione alternativas melhores com relação à sustentabilidade. Falando em números novamente, o Fornecedor acredita que daqui a dez anos possa se chegar a 20% de obras residenciais e comerciais de até quatro pavimentos executadas em LSF.

Quando se fala em um incentivo do governo os três também têm um consenso de que ainda falta um incentivo maior, principalmente com relação à construção de moradias populares, onde os três exaltam as vantagens construtivas já discutidas que o LSF pode oferecer. O Executor acredita que esse fato se deve muito às empresas de grande porte dentro do cenário tradicional da construção civil impedirem um avanço maior dos sistemas alternativos. Porém a situação, segundo expectativas, também tende a melhorar ao longo dos anos. O Projetista destaca que já há algum tempo a CEF realiza financiamentos para este tipo de construção. O Fornecedor, por sua vez, relata que já está havendo uma evolução, afirmando que hoje as unidades de saúde já saem preconizadas para serem construídas em LSF, porém onde seria o maior volume, no caso a construção de casas populares, ainda está devagar.

Analisando a resposta dos três entrevistados fica bem claro que o LSF, apesar de ser um sistema já consolidado nos EUA, Japão e na Europa, ainda está em pleno desenvolvimento no Brasil. Porém o fato de obras já poderem ser financiadas pela CEF, o governo iniciando com um incentivo maior e principalmente o fato de construtoras e usuários perderem o preconceito contra o LSF, deixando de lado a cultura de que uma construção para ser de boa qualidade tem que ser robusta, composta por materiais sólidos, e até a própria entrada no mercado de uma arquitetura sustentável, se torna animador para o crescimento deste sistema no Brasil, quem sabe podendo chegar aos próprios números ditos pelo Fornecedor daqui a alguns anos. As vantagens que o sistema pode oferecer sobre vários parâmetros discutidos e analisados

anteriormente, principalmente com relação à construção artesanal, pode ser um bom trunfo para o aumento de edificações em LSF no território nacional.

5.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Para melhor visualização dos dados das entrevistas é apresentado o quadro 1 apresenta um resultado comparativo entre o que foi retratado pela pesquisa bibliográfica e as respostas dadas pelos profissionais durante a realização das entrevistas.

Quadro 1 – Comparação dos Resultados

Parâmetros Técnicos	Bibliografia	Entrevistas
Projeto	.construção metálica é muito versátil e viabiliza qualquer projeto arquitetônico; .concebido e planejado considerando o comportamento do sistema; .grande necessidade de compatibilização entre os projetos.	.sem limitações estéticas; .reproduz exatamente o que foi projetado; materiais normatizados: obra que está sendo pensada e projetada realmente atenderá aos requisitos; .adaptações no projeto inviáveis; mudança de cultura na elaboração do projeto; .importância maior durante o processo.
Velocidade Construtiva	.projeto detalhado facilita a auditoria da obra; .maior confiabilidade no cronograma físico-financeiro; .mais rápido que obras convencionais.	.precisão no tempo de duração da obra; .confiabilidade orçamentária; .organização do canteiro de obras influencia na velocidade; .indústria do aço presentes em outros nichos de atuação pode afetar este quesito; .experiência do profissional que executa também influencia na velocidade.
Segurança Estrutural	.segurança é garantida pelo próprio metal; .projetado para resistir a terremotos e furacões; .placas OSB ajudam no desempenho estrutural.	.comprovado na prática.
Durabilidade	.perfis de aço galvanizado alcançam vida útil de centenas de anos; .zinco tem boa capacidade de proteger o aço contra corrosão.	.experiências realizadas: durabilidade do aço de 350 anos; .camada de zinco protege o aço contra corrosão; .camada de zinco utilizada no Brasil é superior aos padrões mundiais.

continua

continuação

Parâmetros Técnicos	Bibliografia	Entrevistas
Manifestações Patológicas	.bibliografia nacional não apresenta ainda muitos conteúdos sobre este fato;	.se executada de forma correta com os materiais corretos muito difícil que ocorra; .facilidade de manutenção.
Conforto Térmico	.parede de menor espessura composta por materiais leves; .bom isolamento térmico (lã mineral); .baixa inércia térmica.	.bom isolamento térmico; .baixa inércia térmica não interfere no desempenho térmico; .facilidade de aquecer/resfriar ambiente; .eficiência maior dos aparelhos de climatização.
Conforto Acústico	.parede de menor espessura composta por materiais leves; .princípio massa-mola-massa; .preenchido por material absorvente que transforma energia sonora em térmica dissipada pelo material.	.reverberação minimizada; .composta por materiais absorventes (lã mineral e gesso acartonado); .energia dissipada pelo material; .ensaio realizado: redução de 44 db de um ambiente para o outro.
Desempenho Contra Incêndios	.perfis de aço do LSF possuem baixa resistência ao fogo; .placa de gesso protege internamente a estrutura; .resiste a períodos de fogo de até 30 minutos.	fabricantes de insumos investem em ensaios para certificar seus produtos. .nenhum acréscimo ou comparativo maior devido ao fato dos entrevistados nunca terem presenciado na prática esta situação.

(fonte: elaborado pelo autor)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de realizar um trabalho dentro da área de inovação na construção, percebeu-se o quanto é importante à implementação de novas técnicas construtivas, sistemas construtivos racionalizados e industrializados que têm o intuito de gerar uma maior produtividade e menor desperdício ao setor. Desde a pesquisa bibliográfica percebeu-se que o LSF seria um sistema interessante de se conhecer e se envolver, sistema este que tem por base essa ideia inovadora de tirar a construção do canteiro de obras e levar para a fábrica, de substituir uma construção artesanal e de baixa produtividade, por uma construção industrializada, com alta tecnologia envolvida e que além de gerar uma maior produtividade possa também oferecer uma qualidade superior.

Através da pesquisa bibliográfica foi possível conhecer melhor do que se tratava essa construção em aço leve. Com sua definição, caracterização e processo construtivo foi possível aprofundar o conhecimento sobre o sistema, seus componentes e todo o processo de execução, favorecendo uma interpretação do que esse sistema construtivo inovador poderia se diferenciar da tão ultrapassada e defasada construção artesanal. Também foi possível conhecer o histórico aprofundado do surgimento dessa tecnologia e como ela é hoje um dos sistemas construtivos mais utilizados em países como EUA e Japão.

Porém pelo fato de se tratar de um sistema de certa forma desconhecido no Brasil, gerou diversas dúvidas quanto a questões fundamentais, se realmente esse sistema poderia apresentar tais vantagens esperadas e de certa forma identificadas durante a pesquisa bibliográfica. Essas dúvidas quanto à viabilidade do sistema eram pertinentes sobre tudo o que o envolvia, desde seu desempenho técnico, passando por parâmetros essenciais para qualquer sistema construtivo, e dúvidas com relação a como é trabalhar no mercado da construção civil brasileira com um sistema diferente, e a própria implementação do sistema dentro deste mercado.

Através de três entrevistas, foi possível constatar essa percepção junto a profissionais que convivem e trabalham diariamente com o LSF. Pessoas que também partiram do princípio de que era necessário inovar. Inserindo uma nova tecnologia dentro do mercado. Uma tecnologia

que proporcionasse vantagens frente à construção tradicional, principalmente com relação ao processo construtivo e suas consequências.

Pelas entrevistas serem realizadas em áreas estratégicas do envolvimento do sistema, foi possível questionar praticamente tudo sobre o trabalho com o LSF, e constatar sobre todas as áreas o que um sistema considerado inovador pode oferecer. Foi possível analisar com essas três entrevistas que o LSF realmente é um sistema que, principalmente com relação à tecnologia de construção, está bastante à frente das obras artesanais, que continuam sendo predominantes dentro do mercado.

O modo de construir do LSF, com painéis metálicos montados saindo direto de fábrica para o canteiro, uma estrutura milimétrica e nivelada que proporciona maior precisão, juntamente com um projeto extremamente detalhado, e composto por elementos industrializados e normatizados acabam gerando uma edificação que apresenta uma garantia e uma maior qualidade do produto final.

Sua segurança estrutural, durabilidade e até o momento quase nenhum aparecimento de manifestações patológicas, faz com que o sistema desmistifique a visão de ser uma estrutura fraca, primeiramente obtida por se tratar de uma estrutura leve, demonstrando que o LSF pode ter uma vida útil superior e sua facilidade de manutenção acaba colaborando com este fato.

Com relação à habitabilidade e conforto ao usuário final também se comprova uma superioridade. Pela pesquisa bibliográfica e pelas entrevistas ficou claro que o sistema também proporciona um conforto termoacústico superior ao tradicional, mesmo possuindo paredes de menor espessura, o que poderia ser um empecilho ou uma fragilidade do sistema.

Além de todos esses fatores técnicos também adiciona-se a questão sustentável, um dos temas mais tratados nos dias de hoje, que de certa forma também está presente no LSF. É um sistema que parte do princípio de construção seca, e com baixa produção de resíduos, além de seu desempenho térmico superior proporcionar uma eficiência maior dos aparelhos de climatização. Sendo que por este motivo o sistema pode trazer consigo um sentido maior de sustentabilidade inserindo na edificação diversos projetos, tais como, o reaproveitamento de água e a instalação de placas solares, que acentuem ainda mais essa ideia.

É fato que o LSF é um sistema que pode proporcionar inúmeras vantagens, porém devem ser feitas algumas observações. A cultura de elaboração de projetos tem que ser mudada. Deve-se

dar uma atenção e maior tempo à elaboração do projeto arquitetônico. Outro fato é que a cultura de gerenciamento das obras também deve ser mudada. É preciso se adequar a este novo sistema para que se consiga tirar o máximo de eficiência que ele pode oferecer.

Um dos maiores empecilhos hoje em dia para o avanço do mesmo é com relação à mão de obra. Por exigir uma mão de obra qualificada, ainda não se encontra em abundância no mercado de trabalho. O fato das empresas do próprio meio oferecerem treinamentos é importante para que essa mão de obra qualificada amplie-se cada vez mais.

Outro entrave, e talvez hoje o maior deles, é com relação à inserção deste sistema no mercado da construção civil brasileira, mercado esse muito tradicional, que muitas vezes dificulta a implementação de novos sistemas construtivos, seja por falta de um incentivo maior do governo ou então pelo domínio de grandes empresas do mercado. Outro fator ainda é a questão do custo, que não foi abordada neste trabalho e fica como sugestão para trabalhos futuros.

Com relação à viabilidade técnica perceberam-se suas vantagens e peculiaridades. E por fim, quanto à implementação, acredita-se que o LSF é um sistema construtivo promissor dentro do mercado da construção civil brasileira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15253**: perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2005.

CEOTTO, L. H. A industrialização da construção de edifícios: de passado letárgico para um futuro promissor. In: FARIA, C. P. (Org.). **Inovação em construção civil**: monografias. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 85-106.

CONSULSTEEL. **Construcción com Acero Liviano**: Manual de Procedimento. Buenos Aires: 2002.

CONSTRUTORA SEQUÊNCIA LTDA. **Obras Residenciais**. São Paulo, 2006a. Disponível em: <http://www.construtorasequencia.com.br/Site_Residenciais/Capital%20Ville/005.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. **Obras Residenciais**. São Paulo, 2006b. Disponível em: <http://www.construtorasequencia.com.br/Site_Residenciais/Capital%20Ville/002.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. **Obras Residenciais**. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.construtorasequencia.com.br/obra_comercial_caxias.asp>. Acesso em: 16 jun. 2014.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados**: light steel framing. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

DIRETRIZ SINAT Nº 003 – Revisão 01 – Diretriz para avaliação técnica de sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (sistemas leves tipo "*light steel framing*"). Brasília, 2012.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos**: steel frame, concreto PVC e sistema convencional. 2008. 75 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2009.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel framing**: arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/ Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2006.

FUTURENG. **ETICS**. [S. l.]: 2014a. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/etics>>. Acesso em: 16 jun. 2014. Não paginado.

_____. **Segurança estrutural**. [S. l.]: 2014b. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/seguranca>>. Acesso em: 16 jun. 2014. Não paginado.

_____. **Isolamento térmico**. [S. l.]: 2014c. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/isolamento-termico>>. Acesso em: 16 jun. 2014. Não paginado.

_____. **Limitações do LSF.** [S. l.]: 2014d. Disponível em:
<<http://www.futureng.pt/limitacoes-do-lsf>>. Acesso em: 16 ago. 2014. Não paginado.

_____. **Durabilidade do aço galvanizado.** [S. l.]: 2014e. Disponível em:
<<http://www.futureng.pt/durabilidade-do-aco-galvanizado>>. Acesso em: 16 jun. 2014. Não paginado.

_____. **Desempenho do LSF perante incêndios.** [S. l.]: 2014f. Disponível em:
<<http://www.futureng.pt/lsf-fogo>>. Acesso em: 16 jun. 2014. Não paginado.

JARDIM, G. T. da C.; CAMPOS, A. de S. Light steel framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil. In: FARIA, C. P. (Org.). **Inovação em construção civil:** monografias. São Paulo: Instituto UNIEMP, 2005. p. 27-45.

PALATNIK, S. Steel Framing: versatilidade na construção industrializada. In.: ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 84., 2012, Belo Horizonte.
Apresentação em Power-Point. Belo Horizonte: COMAT/CBIC, 2012.

PENNA, F. C. F. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social:** uma abordagem pragmática. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RIBEIRO, L. D.; MILAN, G. S. Planejando e conduzindo entrevistas individuais. In: _____. **Entrevistas individuais:** teoria e aplicações. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2004. p. 9-22.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing:** Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

SANTIAGO, A. K. **O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural.** 2008. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

APÊNDICE A – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

QUESTÕES PARA FORNECEDOR:

INTRODUÇÃO

1- O que levou o senhor a trabalhar com o sistema construtivo LSF?

Desde a faculdade (UFRGS) sempre tive contato construção seca, primeiramente através do gesso acartonado, produto considerado novo na época, trabalhando numa empresa distribuidora deste produto. Depois começamos a ter contato com o LSF a partir de viagens a outros países e, a aproximadamente 3 anos, abrimos a CenterSteel que uma empresa que trabalha com este tipo de sistema.

2- Vocês são fornecedores construtores, projetista, como funciona todo o processo na empresa? Os perfis saem prontos daqui, com os painéis montados, passe uma ideia geral de como funciona a empresa?

Empresa de engenharia onde se desenvolve projeto estrutural (a partir de engenheiros contratados e devidamente treinados para efetuar-lo) e a fabricação da estrutura metálica (fabricando os perfis a partir das bobinas), importando tecnologia (perfiladeira inteligente), fabricando todas as peças com precisão milimétrica com todos os furos de serviço previstos, para posterior montagem dos painéis, e os mesmos sendo levados prontos a obra.

PARÂMETROS TÉCNICOS

3- O LSF é um sistema que apresenta vantagens se comparado à construção convencional artesanal, quais o senhor mais destaca?

O tempo de execução (reduz 1/3 se comparado a uma obra de alvenaria convencional), construção seca (sustentabilidade), pouca produção de resíduos e facilidade no gerenciamento dos mesmos, conforto térmico e acústico.

4- O que o senhor tem a dizer com relação à segurança estrutural do sistema para pessoas leigas, que acreditam que uma estrutura de aço leve tem desempenho muito inferior ao concreto armado/alvenaria?

Viajando para outros países se vê que a construção neste tipo de sistema funciona muito bem estruturalmente, trabalhando dentro dos padrões de engenharia normal e cercando-se de conhecimento, investiu-se na aprendizagem de calculo estrutural específico para LSF. A partir da utilização de perfis de mínima espessura é preciso considerar alguns detalhes dentro do cálculo estrutural. Aços galvanizados específicos para construção em LSF com uma resistência mecânica adequada (230 MPa à 350 MPa limite de escoamento).

5- Com relação à durabilidade da estrutura?

Aços galvanizados específicos para construção em LSF, os quais possuem uma camada de zinco que dá proteção contra corrosão (275 g à 350 g de zinco por m² de perfil) variando dependendo do ambiente em que será construída a edificação (rigor brasileiro acima dos padrões mundiais, sendo camada de zinco igual a 180g para qualquer situação). Tivemos acesso a um estudo que foi feito por uma associação de construção em aço nos EUA, onde foi monitorado construções em LSF durante 10 anos. Quatro ou cinco casas foram executadas em diferentes regiões (perto do litoral, longe do litoral) e os resultados obtidos foram muito além das expectativas, chegando-se a uma durabilidade de aproximadamente 350 anos do aço galvanizado, através do espalhamento de corpos de prova em várias partes da edificação, foi feito uma pesagem no início e uma pesagem no fim para saber quanto de zinco se perdeu nesse tempo, com resultados muito além da expectativa.

6- Essas construções costumam apresentar patologias? Quais as mais comuns?

Deve se ter muito cuidado com a mão de obra, como em qualquer sistema construtivo, quem irá executar deve estar cercado de informações e por produtos de qualidade. Se não seguir isso elas podem apresentar patologias, por exemplo, a má execução de juntas ou com produtos não satisfatórios no fechamento externo em placas cimentícias pode gerar trincas, no sistema EIFS se não utilizar um *base coat* (adesivo impermeabilizante) adequado posso ter patologia, nos EUA é comum ter patologias em EIFS pela utilização de produtos de má qualidade, revestimento de siding vinílico é preciso tomar cuidado quanto a técnica de aplicação, por ser um produto plástico ele vai sofrer dilatação e contração de acordo com a temperatura, por isso a uma técnica adequada de instalação para o mesmo não sofrer deformação, tendo que ter a liberdade para dilatar e contrair, com relação a cobertura, por ser semelhante a tradicional, pode ocorrer os mesmos problemas, internamente se eu não cuidar das minhas instalações elétricas e hidráulicas também posso ter problemas.

7- Com relação ao conforto acústico, a bibliografia nos mostra um conforto acústico maior mesmo com a espessura da parede sendo menor, isso se confirma na pratica tanto para interno/externo e interno/interno (paredes e entepiso)?

Se confirma na pratica e, recentemente, fizemos alguns ensaios na UFSM onde obtemos no mínimo 44 db de redução de ruídos de um ambiente para o outro. Isso se comprova em ensaio e na prática, através de conversas com usuários é possível perceber satisfação com o conforto acústico, partindo do principio que os materiais devem ser empregados de forma correta.

8- E com relação ao conforto térmico?

Pela tipologia do material é fácil perceber que ele oferece um conforto térmico maior se comparado com o sistema tradicional, principalmente o revestimento em EIFS.

- 9- Sabe-se também segundo a bibliografia que um grande problema enfrentado pelo LSF, no ponto de vista deste conforto térmico, é o fato do mesmo possuir uma baixa inércia térmica, considerada ruim principalmente em um estado como nosso que tem uma variação térmica muito grande durante o dia. Como essa questão é resolvida?**

Quando pessoas vêm com este tipo de questionamento sempre lembro que trouxemos uma tecnologia (não inventamos nada) que vem de fora do Brasil onde lá ela funciona muito bem e não tem o porquê não funcionar bem no nosso estado. Essa questão de baixa inércia térmica não se confirma na prática e nos ensaios também não, uma parede em LSF te traz um desempenho térmico muito melhor do que uma parede em alvenaria, a parede proporciona um isolamento maior a temperatura externa e uma perda menor da temperatura interna, por exemplo, um ar condicionado ou uma lareira ligada dentro do ambiente tem uma perda muito menor se comparado com a alvenaria, sendo muito mais fácil o aquecimento de uma superfície de gesso acartonado com lã de vidro por trás do que uma de reboco+alvenaria. Há relatos de clientes que tinham cálculos de utilização de potencia de ar condicionados para resfriar o ambiente e acabaram utilizando metade desses valores iniciais com a edificação pronta.

- 10- Por ser um sistema racionalizado é fácil precisar o tempo de duração da obra? Essa previsão normalmente é cumprida durante a execução? Sendo o cronograma físico-financeiro elaborado mais preciso?**

Estima-se que o tempo de execução é 1/3 do tempo de execução de um mesmo projeto em alvenaria, confirmado na prática. Tem-se uma fidelidade muito maior com relação ao projeto executado, ao custo previsto e ao tempo de execução.

- 11- Já presenciou um incêndio sobre esse tipo de estrutura? O quanto aguentou essa estrutura?**

Nenhum relato na prática, mas vale citar que os grandes fabricantes de insumos para este tipo de construção investem em ensaios para certificar seus produtos.

- 12- A precisão dessas estruturas é em mm, tendo-se uma estrutura aprumada e nivelada, facilitando atividades como acabamento e instalação de esquadrias. Isto é válido na prática também, ou há ocasiões em que a execução não sai 100% nivelada precisando ser nivelada durante os acabamentos?**

Pode acontecer se não tiveres uma boa mão de obra, é claro que o sistema traz uma confiabilidade de um produto industrializado, o fato, por exemplo, de os painéis serem encaminhados prontos ao canteiro, com medidas milimétricas, com vãos de esquadrias, tem-se minimizado problemas com a execução, mas se a mão de obra, por exemplo, não posicionar o painel de forma correta, podendo deixa-lo fora do prumo pode acontecer erros, mas tem se a certeza de que são minimizados mais de 50% dos problemas com relação à execução, e cada vez está se aprimorando mais os processos para que se tenha cada vez uma dependência menor da decisão do operário dentro do canteiro de obras, ele não tem que decidir apenas executar.

13- A criação de produtos de revestimento específicos para este tipo de sistema acaba melhorando a qualidade técnica do produto final?

Com certeza, complementos que facilitam a execução da obra e te proporcionam um resultado melhor.

14- Esses perfis possuem uma modulação padrão, logo quando vocês recebem o projeto arquitetônico (se no caso eles fazem o projeto estrutural em LSF), vocês conseguem adapta-lo exatamente ao arquitetônico com as mesmas medidas fornecidas ou o projeto arquitetônico tem que ser adaptado à modulação dos perfis do LSF?

Raramente é preciso fazer alguma adaptação, consegue-se se ter uma fidelidade muito maior com aquilo que foi projetado, é claro que todos os intervenientes que se tem do ponto de vista estrutural não são diferentes do que qualquer outro tipo de construção, como, por exemplo, limitação de vãos.

15- Sabemos que é muito importante que para que este tipo de sistema funcione bem tem que haver uma compatibilização de projetos muito grande. Alterações de ultima hora no projeto arquitetônico, hidráulico e elétrico são possíveis? O que isso acaba acarretando?

Possível é, mas o que pretendemos é que o LSF tem que ser uma construção pensada e projetada, prega-se que tem que se gastar tempo em projeto para que não se tenha problemas no canteiro de obras. No LSF existe uma mudança de cultura a qual tem que ser observada pelos profissionais projetistas e executores, que é o fato de projetar e construir e não fazer alterações durante a obra, é claro que pequenas adaptações de elétrica e hidráulica é possível, tanto pela facilidade de execução/manutenção da mesma, já mudanças arquitetônicas são bem complicadas, depois de projetado, aprovado, no canteiro de obras fazer adaptações é condenável, pois já foi feito todo um estudo estrutural, todo um calculo estrutural, o conjunto já está todo fabricado, tentando evitar ao máximo que isso ocorra.

16- Por ser um produto utilizado em diferentes indústrias e sabendo que sua grande maioria e prioridade não é a construção civil, o que a variação de demanda/preço do aço na construção civil acaba acarretando no processo construtivo? O quanto afeta a velocidade construtiva e a qualidade do produto?

Este é o “calcanhar de Aquiles” do sistema LSF, hoje a indústria do aço no Brasil está voltada para outros nichos de atuação (indústria automotiva, fabricação eletrodomésticos), construção em aço leve ainda é considerado novo no nosso mercado, sendo áreas de concorrência da construção em LSF, então em algumas situações temos uma sazonalidade que dependeremos de quanto às outras indústrias estão fortes no mercado, por exemplo, se a demanda com relação à indústria automotiva aumentar, todo aço acaba indo para ela, deixando a construção em LSF “na mão”. Este ainda é um problema no Brasil.

17- O LSF exige uma mão de obra especializada para montagem da mesma. Como é feito este treinamento? A empresa oferece cursos? O resultado destes cursos está sendo satisfatório?

Para nós que somos da construção civil mão de obra para qualquer tipo de sistema construtivo, deveria passar por um treinamento, tendo em vista isso temos um centro de treinamento aqui, com duração de uma semana, sendo o primeiro dia teórico e o restante dos dias prático, onde se desenvolve a construção de uma pequena casa de dois pavimentos, onde o aluno tem a oportunidade de experimentar toda a construção de uma edificação. Esses cursos estão tendo resultados bem satisfatórios, pegando pessoas que vieram da construção tradicional e se adaptando muito bem ao sistema LSF.

18- O quanto à organização do canteiro de obras e o detalhamento no projeto acaba afetando a velocidade construtiva e a qualidade do produto final?

Tem que se ter uma mudança geral com relação ao gerenciamento do canteiro, sendo totalmente diferente do que vinha se fazendo na construção artesanal. O recebimento de matérias é diferente, o armazenamento dos materiais tem que ser mais cuidadoso, ter tudo bem organizado e separado, os tipos de parafusos pra cada aplicação, é importante. Quem constrói tem que estar disposto a mudar e se adaptar a este novo tipo de sistema, com essas mudanças partindo da própria construtora, tendo que estar disposto e receptivo a este novo tipo de sistema, para poder aproveitar ao máximo todas as vantagens que ele pode oferecer.

MERCADO

19- Como você considera a situação atual do mercado brasileiro da construção civil segundo a implementação de sistemas inovadores/racionalizados, mais precisamente com o LSF?

Existe ainda uma quantidade muito pequena de obras executadas e em andamento, não chega a 3% de obras em LSF. Ele tende a crescer no Brasil muito devido à escassez de mão de obra, projetando que daqui a 10 anos possa se chegar a 20% de obras residenciais e comerciais de até 4 pavimentos executada em LSF.

20- Há ainda uma cultura muito resistente há implementação deste sistema perante as construtoras/incorporadoras? E com relação ao usuário final?

Hoje ainda existe, porém o panorama está mudando, temos exemplos de grandes construtoras que já aderiram ao sistema ou que estão em processo de implementação do sistema construtivo. Com relação ao cliente final, ele está bem aberto, bem receptivo ao LSF, principalmente os clientes que já viajaram para fora do país, onde lá já tiveram contato com este tipo de sistema, chegando aqui entusiasmados em construir ou adquirir edificações no sistema LSF.

21- Falta um incentivo maior do governo para aumentar a utilização deste tipo de sistema dentro do território nacional?

Com certeza, com relação principalmente a construção de moradias populares, o governo não consegue acompanhar o que está tendo de evolução no mercado, embora as unidades de saúde já saiam preconizadas pra serem construídas em LSF, temos exemplos de evolução, mas onde seria o maior volume (construção de moradias populares), isso ainda está muito devagar, estando ainda muito inserido na construção artesanal.

QUESTÕES PARA PROJETISTA:

INTRODUÇÃO

1 Como conhecestes o sistema construtivo LSF?

Pesquisando. Tenho oito anos de formada, e a uns três anos atrás eu e minha sócia (sócia arquiteta na empresa Tuti Arquitetura) chegamos a conclusão que não dá mais pra fazer obra como normalmente se faz (construção artesanal), com isso fomos pesquisar novos métodos. Encontramos o *wood frame* (construção que deu origem ao LSF) e fomos conhecer uma fábrica deste sistema em Curitiba. Vimos também em uma viagem aos EUA e a partir de um contato com um construtor local conhecemos o LSF.

2 Qual a relação da Tuti Arquitetura com o LSF?

Total. Nossa ideia foi trabalhar com sustentabilidade. Queríamos um sistema que fosse mais eficiente, com menos desperdício, mais limpo, mais rápido e consequentemente que fosse superior tecnicamente. Reposicionamos-nos no mercado, mudamos de marca, para trabalhar com LSF, mudamos de marca inclusive para contar ao mercado que trabalhamos com tecnologia de construção seca e assim as pessoas vieram nos procurar para construir com este tipo de sistema.

PROJETO

3 É possível a execução de projetos com uma arquitetura ousada? Ou o sistema restringe a imaginação do arquiteto para algo mais simples?

É totalmente possível, dentro das limitações estruturais que qualquer sistema construtivo tem, tamanho de vão, altura de pé direito, vai ter as mesmas restrições que o concreto, por exemplo, são trabalhados vãos muito similares, a diferença é que posso trocar uma peça de LSF por uma de alma cheia em aço para vencer grandes vãos. Temos experiência também de paredes em curva, ou seja, não existe restrição estética, o que existe é uma restrição estrutural que tem que ser trabalhada junto com o projetista estrutural.

4 Durante a execução da edificação o LSF reproduz esteticamente exatamente o que foi projetado e imaginado pelo autor do projeto? Ou é necessário realizar adaptações?

As adaptações acontecem quando o projeto não é pensado pro LSF. Eu tenho um projeto em alvenaria e quero transformá-lo em LSF e não previ, por exemplo, onde descem os dutos de esgoto (pois o mesmo tem a mesma espessura que uma parede em LSF). Seu eu realizar um projeto que será executado em LSF eu já vou prever tudo isso, adaptações relacionadas a sistemas diferentes, é a forma de projetar que muda.

- 5 A faculdade de arquitetura preza que, além de um projeto estético agradável, é importante também um projeto que ofereça o maior conforto possível sobre vários parâmetros para o usuário final. Sendo assim, o que muda para um arquiteto, durante a realização de um projeto, saber que essa edificação será executada a partir do uso de um sistema diferente do tradicional, no caso com o LSF?**

O que muda é já sabermos que estamos trabalhando com materiais de desempenho superior, com material normatizado, com isolamento térmico e acústico dentro das paredes. Se comparado à alvenaria de tijolos tradicional que não tem normatização nenhuma, não tem padrão de mercado, não tem qualidade comprovada, não tem teste de resistência, trocarei um material totalmente artesanal, por um material normatizado e que me diz qual é o desempenho térmico e acústico, a diferença é essa, eu tenho segurança que o que estou projetando realmente é uma obra que tem conforto. Há relato de que um plantão de vendas construído no litoral em LSF teve um projeto de dimensionamento de ar condicionado para a instalação de dois aparelhos com 24000 BTUs cada, sendo que para resfriar o ambiente e mantê-lo assim foi utilizado apenas um deles, enquanto o outro permanecia desligado.

PARÂMETROS TÉCNICOS

- 6 O LSF, segundo bibliografia, é um sistema que apresenta vantagens se comparado à construção convencional artesanal, quais a senhora mais destaca?**

Rapidez construtiva, obra limpa, menor produção de resíduos, mão-de-obra especializada, de ser uma montagem e não uma construção, melhor conforto térmico e acústico, certeza de custo (tendo a estrutura, fechamentos e mão de obra custo fechado), entre outros.

- 7 Com relação ao conforto térmico, o que o sistema pode oferecer de mais vantajoso?**

Vamos entrar na teoria da arquitetura bioclimática, questão de isolamento, resistência térmica. Isolamento é diferente de inércia térmica. Na prática leveza é mais isolamento do que peso. No LSF eu tenho materiais leves que não conduzem o calor, primeiro porque eles têm uma camada de ar entre eles (então um material não tem contato com outro não havendo condutividade), outra questão, comparando com a parede de alvenaria de tijolos, o tijolo dá inércia térmica, o material pesado, maciço retarda a entrada ou a saída de calor de dentro da edificação, sendo que quanto maior a espessura da parede maior é a inércia térmica. A diferença é que no LSF se a edificação não for aberta, mantiver o isolamento das paredes, tem-se a temperatura mantida dentro da edificação por mais tempo, sem a variação térmica que existe entre interior e exterior, como ocorre na arquitetura convencional, logo isolamento não permite que o calor entre nem saia.

8 Sabe-se também segundo a bibliografia que um grande problema enfrentado pelo LSF, no ponto de vista deste conforto térmico, e o fato do mesmo possuir uma baixa inércia térmica, considerada ruim principalmente em um estado como nosso que tem uma variação térmica muito grande durante o dia. Como essa questão é resolvida?

Essa questão é resolvida com climatização da mesma maneira que se resolve onde se tem inércia térmica. Se aquece/resfria o ambiente com muito mais facilidade e rapidez e depois isso é mantido pelo isolamento, principio da garrafa térmica, ele mantém a temperatura que eu climatizar, dando um isolamento a temperatura externa. A perda é rápida, quando eu tenho uma grande diferença de temperatura, se for permitido que a temperatura que a temperatura abaixe ou eleve. Com isso tem-se uma maior eficiência dos equipamentos de climatização.

9 E com relação ao conforto acústico?

Mesma coisa. Os materiais são mais absorventes, aonde tenho reverberação bem minimizada, pelo fato do gesso ser mais absorvente que o reboco, a manta de lã de vidro absorve com uma eficiência muito grande os sons entre os ambientes (tanto interno/externo, quanto entre paredes e entrepisos). A diferença de som que a estrutura produz eu considero agradável, por ter morado a vida inteira em um prédio e vibração de concreto armado é absurdamente desagradável, pelo fato de ouvir diversos barulhos de apartamentos vizinhos, e isso parece que está dentro do teu apartamento, pelo fato dos pilares transmitirem esse som, pelo fato de ser uma estrutura ligada, toda vinculada. No fim das contas eu tenho uma diferença de acústica, sendo que para mim este conforto é muito melhor do que o da construção tradicional.

10 O que se tem a dizer com relação à segurança estrutural do sistema para pessoas leigas que acreditam que uma estrutura de aço leve tem desempenho muito inferior a concreto armado/alvenaria?

Esse tipo de obra foi projetada para resistir a terremotos e furacões. A resistência na verdade, pra quem conhece um pouco de estruturas ela é muito maior quando se tem muito mais elementos construtivos, do que quando se tem menos elementos e mais robustos. Na verdade, o preconceito com relação à estrutura leve se desfaz quando se mostra uma obra “no osso”, só com o aço, que as pessoas chegam e dizem: “meu Deus quanto aço”, é leve, mas é um monte de aço, e mesmo assim pesa 1/3 do que pesaria o concreto. Hoje se tem muitos materiais de apoio para se comprovar essa resistência.

11 Essas construções costumam apresentar patologias? Quais as mais comuns?

Patologias são decorrentes de falta de manutenção. A diferença entre uma obra tradicional e uma em LSF, é que a alma da estrutura, que é o aço não se danifica, as placas eu posso trocar. Com isso tem-se a possibilidade de fazer uma manutenção que traz a edificação, depois de 40, 50 anos para um estado de como ela estava originalmente. Então a manutenção é muito mais simples. Patologias considero que é

impossível uma obra não ter, mas sua manutenção é muito mais simples e sua durabilidade é muito maior.

12 Já presenciou um incêndio sobre este tipo de estrutura? O que aguentou essa estrutura?

Não, nada a relatar.

13 Com relação à escolha dos revestimentos o LSF oferece a possibilidade da utilização de qualquer forma de revestimento ou é necessária uma adaptação?

Qualquer revestimento, em fachadas, dependendo do revestimento que o cliente vai querer utilizar, se aplica uma tela para fixação de elementos mais pesados, mas nada com relação à questão estrutural, mas sim devido ao peso do próprio revestimento, tendo é claro sempre o cuidado específico na aplicação dos revestimentos

14 O acabamento final de uma residência em LSF é considerado muito satisfatório?

Com certeza. No LSF eu tenho um nível superior ao padrão de acabamento padrão do mercado (reboco, massa corrida e pintura) e ainda com a garantia de prumo e nível, que é considerado muito importante para o acabamento final de uma edificação, no caso, as placas são retas por serem um material fabricado, normatizado.

15 A criação de produtos de revestimento específicos para este tipo de sistema acaba melhorando a qualidade técnica do produto final?

Não vejo uma grande diferença, o que tem de mais importante é que o sistema aceita todo tipo de revestimento. Esses revestimentos são uma evolução tecnológica e acabam gerando algumas vantagens, pois nós, como arquitetos, gostamos de ter variedade, poder especificar níveis diferentes de acabamento em volumes diferentes.

16 Sabemos que é muito importante que para que este tipo de sistema funcione bem tem que haver uma compatibilização de projetos muito grande. Pequenas alterações de ultima hora em projetos hidráulico e elétrico são possíveis, porém alterações no projeto arquitetônico são bem complicadas e inviáveis. Concorda com isso? O que pensa a respeito? Como explicar esse fato ao cliente?

Concordo absolutamente, Eu penso que projeto não foi feito para ser alterado, a edificação deve ser executada como ela foi projetada, projeto tem que demorar mais do que a obra.

Não tem como explicar ao cliente, o cliente precisa aprender pelos seus próprios meios. O cliente que já fez uma obra convencional e que tem a experiência de fazer uma obra seca aprende da melhor maneira possível, que é na prática. Hoje o primeira coisa que passamos ao nosso cliente é a importância de se planejar o projeto porque ele não vai poder mudar isso, e sabendo que ele não vai poder mudar ele acaba investindo no projeto, então obra não pode ser um projeto em andamento, logo obra é obra e projeto é projeto.

17 O quanto à organização do canteiro de obras e o detalhamento no projeto acaba afetando a velocidade construtiva e a qualidade do produto final?

Em uma obra de pequeno porte isso não é tão relevante, o que faz diferença é ter organização com os fornecedores, no momento em que eu preciso utilizar um material é necessário que o mesmo já esteja na obra, a sequencia de entrega do material é muito importante. E, além disso, pela simplificação do processo construtivo eu tenho uma quantidade de materiais na obra bem menor se comparado a construção convencional, reduzindo muito a confusão de depósitos de materiais na obra, tendo uma obra muito mais simplificada nessa questão.

MERCADO

18 Como você vê o mercado brasileiro com relação ao uso do LSF? Muitas pessoas a procuram com a intenção de executarem seus projetos com o LSF?

Ele é um mercado em expansão, um mercado com grande potencial, acho que as pessoas estão voltando a pensar em morar em casas, as pessoas estão começando a se dar conta que morar em apartamento não é aquela grande maravilha que falam, tem a questão de segurança sim, mas a expansão dos condomínios fechados é a prova de que a obra residencial está em crescimento, está em expansão no Brasil. Tendo nos reposicionado no mercado temos percebido isso claramente porque desde o momento em que a minha empresa foi aberta eu não fiz mais nem um orçamento de obra convencional, só orçamentos de obra em LSF, alguns clientes fecharam outros não, outros ainda tem a perspectiva de fazer, mas ninguém mais nos procurou pra fazer convencional.

19 Há ainda uma cultura muito resistente à implementação deste sistema perante as construtoras/incorporadoras? E com relação ao usuário final?

Pelos contatos que fizemos sim, não sabemos exatamente o porque, mas é um processo que precisa ser iniciado. Com relação ao usuário final ele se descobre que comprou um bom produto depois que ele mora numa obra assim, e o importante é esse retorno depois de morar, quem mora em uma residência de obra seca, não quer nunca mais morar numa obra convencional.

20 Falta um incentivo maior do governo para aumentar a utilização deste tipo de sistema dentro do território nacional?

Falta, na verdade já se tem algumas coisas, a caixa já realiza financiamentos para construções neste tipo de sistema, por exemplo. Hoje o que se incentiva a fazer é o convencional, o que não é a solução, porque com o LSF poderia se produzir unidades com muito mais rapidez, principalmente se tratando de obra popular.

21 Muito se fala em arquitetura sustentável hoje em dia, o LSF se enquadra nisso? Por que razões exatamente?

Enquadra-se totalmente, redução de resíduos, menor impacto, inclusive quando começamos a falar em impacto ao solo, hoje uma obra, uma escavação ela muitas vezes acaba alterando um bioma de uma região, então falando de fundações mais leves, já começarmos pelas fundações já está sendo mais sustentável. O fato de conservar energia, evitar o consumo de água na execução da edificação, ou seja, estamos falando de sustentabilidade na raiz, é claro que vai muito além disso, mas ai cabe ao arquiteto projetar outros sistemas pra complementar essa arquitetura. Hoje o cliente que procura LSF está procurando uma arquitetura sustentável, é quase um sinônimo.

QUESTÕES PARA EXECUTOR:

INTRODUÇÃO

1 Como conhecestes e que o levou a trabalhar com o sistema construtivo LSF?

Conheci o sistema nos EUA, morei 15 anos fora e desde que cheguei lá só trabalhei com *frame*, tanto com o *wood frame* como com o LSF, foi lá que objetivo o primeiro contato com este tipo de sistema. Fui para lá como turista, meu irmão morava lá e trabalhava com isso e eu acabei acompanhando ele e ajudando ele em alguns serviços, fui ficando por lá até que peguei gosto pelo sistema e acabei ficando uns 15 anos trabalhando com isso. Depois retornei ao Brasil e a partir daí fui trabalhar com meu cunhado com gesso acartonado. Ai acabei conhecendo o Eng. Fabio (CenterSteel) e ele me disse que tinha interesse em construir com o LSF. Logo após a CenterSteel foi fundada e comecei a trabalhar com ele na parte de execução das obras.

2 Qual o seu papel dentro da empresa e na execução das obras?

Eu dou algumas dicas na parte de execução dos projetos, e sou eu que faço o acompanhamento do pessoal que está em campo, para verificar se a execução está sendo feita de maneira correta, realizo visitas técnicas programadas conforme andamento da execução para verificar a montagem do sistema.

3 Como disseste na primeira questão, moraste fora do Brasil. Chegaste a morar numa residência em LSF? Como foi essa experiência?

Só morei em residência em LSF. Eu morei 15 anos lá que eu me lembre que tenha ficado doente foi 4 vezes, e eu acredito que seja um dos fatores porque depois que voltei ao Brasil fico doente com mais frequência, e eu acredito que um dos fatos possa ser pelo conforto térmico da residência em LSF ser muito superior. O benefício acústico também é incrível. Ao você entrar em uma residência em LSF e uma em alvenaria você logo percebe a diferença de uma para outra.

PARÂMETROS TÉCNICOS

4 Quais as diferenças de se executar uma edificação em LSF e do modo tradicional?

No modo tradicional levanta-se a parede de alvenaria (blocos tijolos) e deixa-se para o final a correção dos defeitos, deixando-os para tirá-los no acabamento final, já no LSF não, tem que ser preciso no que está sendo feito, começando-se da maneira correta, tem-se a certeza que será concluído da maneira correta. Não tens como fugir do padrão correto. A mão de obra é mais técnica também. E, além disso, você tem todo um projeto detalhado, a maneira correta de se agrupar painéis, de montar a estrutura, cuidando esquadro, prumo, tudo tem lugar certo e está tudo especificado em projeto.

5 O LSF é um sistema que apresenta vantagens se comparado à construção convencional artesanal, quais o senhor mais destaca, principalmente com relação à execução da edificação?

Além do benefício térmico e acústico dito anteriormente, otimização e limpeza do local de trabalho, profissional que executa trabalha limpo, rapidez da execução, facilidade de manutenção, praticidade na execução do sistema.

6 O que muda para quem executa uma edificação trabalhar com “materiais secos”?

Só de não estares precisando trabalhar com cimento, água, areia, o material já vem pronto e tendo-se acesso às ferramentas corretas é uma grande vantagem, você não precisa ficar “inventando” nada. Própria saúde do funcionário melhora, tendo em vista que o mesmo sempre use corretamente seus EPIs.

7 O quanto à organização do canteiro de obras e o detalhamento no projeto acaba afetando a velocidade construtiva e a qualidade do produto final?

Superimportantes a organização do canteiro de obras e detalhamento do projeto, quando temos curso aqui a coisa que mais falo é que tendo uma organização e fazendo um cronograma do que será feito, isso facilita muito, desde o recebimento da carga e fazendo otimização de como ficarão os painéis no canteiro de obras com isso a rapidez de quem vai executar é muito maior.

Explicando detalhadamente, existem duas maneiras de se mandar painel para a obra, em fardos onde se montam os painéis no local, através de um projeto todo detalhado, ou então os painéis são mandados já prontos, essa diferença normalmente depende da distância da obra, a fim de se minimizar o custo. Ao receber o material, já se abre o projeto e já se vê por onde começará a montagem, quando está se descarregando o material já se prevê tudo isso, pois os painéis vêm todos numerados e pode-se separá-los em pilhas a partir destes números, pois no momento da montagem localiza-se e se pega os painéis de maneira mais rápida e conseqüentemente se monta de forma mais rápida, atendendo a expectativa esperada.

8 A precisão dessas estruturas é em mm, tendo-se uma estrutura aprumada e nivelada, facilitando atividades como acabamento e instalação de esquadrias. Isto é válido na prática também, ou há ocasiões em que a execução não sai 100% nivelada precisando ser nivelada durante os acabamentos?

Só não ficarão 100% nivelada se o radier estiver fora de nível. É preciso sair nivelado da base, se a base estiver fora é necessário regularizá-la. Ao contrário da construção convencional o LSF não permite posterior regularização de prumo/nível.

9 O transporte e a disposição dos materiais errada no canteiro de obras podem danificar as peças?

É muito difícil, no caso dos perfis/painéis da maneira que são dispostos no caminhão ficando agrupados então é muito difícil, pode acontecer no último painel na hora de

amarrar a carga (pegando um ponto fraco do perfil), mas não sendo nada que danifique a estrutura. Primeiramente vai só à estrutura depois só as placas de fechamento, por isso também uma facilidade no transporte.

O armazenamento das placas OSB também é importante, não se pode deixar exposta ao tempo, deve-se protegê-los, apesar de ser uma madeira mais resistente (madeira resinada já protegida contra peste), então ela não “trabalha” tanto, mas mesmo assim se deve ter cuidado pelo simples fato de ser madeira. Com relação às placas de gesso acartonado também é muito importante esse cuidado, pois não se pode deixar receber umidade direta, apesar de o gesso acartonado ser entregue na obra quando o fechamento da edificação já está finalizado, minimizando este fator.

10 Por ser um sistema racionalizado é fácil precisar o tempo de duração da obra? Essa previsão normalmente é cumprida durante a execução? (Sendo o cronograma físico-financeiro elaborado mais preciso)

Sim, por exemplo, numa casa de 60 m² não tem como fugir muito de dois meses e meio de tempo para execução, levando em conta a experiência da equipe de execução para determinação deste tempo. Mas na maioria das vezes o tempo de execução determinado é cumprido e conseqüentemente o cronograma físico-financeiro também.

11 Com relação à segurança estrutural, o que tens a dizer do sistema para pessoas leigas que acreditam que uma estrutura de aço leve tem desempenho muito inferior a concreto armado/alvenaria?

Primeiro, nos EUA a maioria das casas são feitas em LSF e lá as intempéries de tempo que tem são incríveis, como furacão, tornado, e mesmo assim eles constroem em LSF, justamente pelo fato de ser seguro por se bem ancorado a base (imaginando-se, por exemplo, se aqui no Brasil tivéssemos tornados, por exemplo, a estrutura não aguentaria e com certeza teria sérios danos, inclusive podendo arrancar alvenaria e blocos/tijolos voando), e outra porque é possui uma facilidade de reparação. No momento que o engenheiro está calculando, ele calcula todos os contraventamentos, e o OSB ainda dá um aumento nessa segurança toda, ela acaba sendo uma estrutura superdimensionada e com isso supersegura.

12 Essas construções costumam apresentar patologias? Quais as mais comuns?

A maioria das patologias ocorre pela maneira incorreta de execução, não seguem as normas corretas de como se executar um tratamento de junta, por exemplo, pode aparecer uma trinca numa junta porque não utilizaram uma tinta adequada, pois o sistema é elastomérico, as juntas são elastoméricas, com isso colocasse uma massa elastomérica, ao se fazer uma pintura com uma tinta rígida pode acabar gerando esse tipo de patologia, pois o material utilizado não é o correto, isso pode acontecer. Patologias com relação a estrutura, com relação ao plaqueamento e ao aço está intacta. Resumindo as patologias ocorrem se a edificação não for executada de forma correta ou com os materiais inadequados. Sendo que a empresa dá toda a informação principalmente para o pessoal da mão de obra durante o treinamento, da forma correta

de execução, no tratamento dos materiais, o tipo de cada material, o tipo de junta de dilatação que tem que deixar, dando o exemplo do OSB que em que ter uma junta de dilatação de 3 cm e muitos nem sabem disso, vindo do vício do *drywall* que não necessita dessa junta.

13 Com relação ao conforto térmico, a bibliografia nos mostra um conforto acústico maior mesmo com a espessura da parede sendo menor, isso se confirma na prática?

O conforto térmico é muito maior, apesar da inércia térmica alta, a facilidade de se resfriar/esquentar e manter essa temperatura dentro do ambiente é muito superior, o que também acaba gerando uma economia energética muito maior.

14 Com relação ao conforto acústico, a bibliografia também nos mostra um conforto acústico maior isso se confirma na pratica tanto para interno/externo e interno/interno (paredes e entrepiso)?

Confirma-se. Esse conforto acústico também é muito superior, ainda mais para alguém como eu que morou 15 anos em residências desse tipo e pode comprovar este fato na prática.

15 Para elementos secundários o que muda quanto a:

15.1 Instalação/vedação de esquadrias é mais fácil?

A precisão de medida é bem mais exata, com isso a fabricação das aberturas pode ser feita com a obra, pra que quando a mesma possa ser instalada ela já esteja pronta. E o sistema aceita qualquer tipo de esquadria (madeira, alumínio, PVC), única coisa que tem que cuidar é com relação ao plaqueamento e nos acabamentos em volta da abertura. Ela é instalada depois que todo o plaqueamento e revestimento estejam prontos.

15.2 Revestimentos de piso e parede?

Mesma coisa se comparado a construção tradicional, com a vantagem de pisos e paredes estarem bem nivelados e no prumo o q acaba facilitando a instalação e diminui por exemplo no assentamento de revestimentos a quantidade de massa utilizada.

15.3 Instalações elétricas e hidrossanitárias?

É muito mais fácil, pois já vêm os perfis perfurados, tendo que apenas furar o perfil na passagem de tubulação de um piso para o outro, e com as medidas corretas, só restando a tarefa de passar a tubulação.

MÃO DE OBRA

16 O LSF exige uma mão de obra especializada para montagem da mesma.

16.1 Como é feito este treinamento?

O treinamento tem duração de uma semana, de segunda à sexta com carga horária de 8 horas por dia, e tem por objetivo construir um sobrado que segue as etapas de execução a partir das paredes térreo, armação de uma escada, entrepiso, paredes do 2º pavimento, telhado, seguido por todo o acabamento em OSB e a membrana de vedação e depois e depois se dá uma ênfase nos acabamentos com execução em placas cimentícias, sistema EIFS, *siding* vinílico, *smart side*, mostrando a maneira correta de se executar cada um desses revestimentos.

16.2 A procura dos profissionais é muito grande?

Tem sido grande, não conseguimos fazer mais de um curso por mês devido a otimização do espaço, mas todo o mês não dá menos de 15 à 20 pessoas e do Brasil todo, não ficando restrito apenas ao Rio Grande do Sul.

16.3 O que é necessário para se realizar este curso? Profissionais com experiência em obra? Com bom nível de escolaridade?

Na realidade é bom que se tenha uma experiência em obra. Recebemos profissionais para este treinamento desde engenheiros e arquitetos, que vem até aqui não exatamente para aprender a montar, mas sim para ver como é feita a execução e saber que a mesma está sendo bem feita, e pessoas que atuam diretamente na execução das obras como pedreiros, que querem aprender como se executa edificações neste sistema, tem um pouco de resistência no início pelo vício da construção artesanal, mas depois vê que é um sistema muito mais simples e muito mais prático, e até pessoas que nunca trabalharam diretamente com obra também podem vir fazer o curso.

Com relação à escolaridade é interessante que se tenha um nível no mínimo razoável, até porque vai se trabalhar com medidas e tem que aprender a ler um projeto.

16.4 Os resultados destes cursos está sendo satisfatório? Profissionais saem daqui já executando edificações?

Bem satisfatório, ele já saem daqui executando. Tivemos exemplo de um profissional que veio até aqui fazer o curso e hoje em dia executa uma obra de 60 m² em um mês e meio aproximadamente.

16.5 O quanto a experiência dos profissionais com este tipo de sistema altera a velocidade construtiva e a qualidade do produto final?

Ao contratar o sistema muitos tem a expectativa que em dois, três meses estará com a edificação pronta, tudo isso dependerá da mão de obra contratada. Se for uma mão de obra já acostumada com o sistema a execução será de forma boa e mais rápida, logo se a mão de obra contratada for de profissionais que estão iniciando recentemente com a

execução neste tipo de sistema, não se pode ter a mesma expectativa com relação a velocidade construtiva de profissionais que já trabalham a mais tempo com o sistema, pois eles já tem uma otimização maior, já sabem o que fazer, já tem designado no próprio grupo o que vai ser feito e quem vai fazer, ou seja, a experiência da mão de obra influencia no tempo de execução.

16.6 A empresa tem parcerias com empreiteiras?

Não exatamente, os profissionais vêm até nós, fazem o curso, e a empresa tem um cadastro de quem realizou o curso. Com isso quando um cliente vem até nós cotar um serviço, nós analisamos dentro do nosso cadastro quais os profissionais habilitados, conforme região que o cliente deseja fazer a obra, e indicamos essas pessoas, devidamente qualificadas por terem feito o curso conosco, para o cliente cotar o valor de mão de obra, tanto aqui como fora do estado. E mesmo assim a empresa dá um acompanhamento durante a obra a fim da obra não apresentar nenhum tipo de erro durante a execução.

MERCADO

17 Como você considera a situação atual do mercado brasileiro da construção civil segundo a implementação de sistemas inovadores/racionalizados, mais precisamente com o LSF?

A nossa mentalidade aqui no Brasil ainda está muito atrasada, se chegarmos a 10% do número total de obras artesanais estaríamos muito bem, por incrível que pareça. Hoje quem compra muito este tipo de sistema é quem já viajou para fora do país, entrou numa casa executada em LSF, sentiu como é, e tem o interesse ou alguém que seja bem visionário mesmo, que quer algo diferente. A grande parte vem aqui, dá uma batida na parede e vê que é uma parede oca, ficando com um pé atrás com relação ao sistema, achando que só o que é rígido é seguro, não pensa em nenhum momento no benefício térmico, acústico, pensa apenas no fato de ser sólido ou não.

18 Há ainda uma cultura muito resistente há implementação deste sistema perante as construtoras/incorporadoras? E com relação ao usuário final?

Ainda é uma cultura muito resistente. Pelo lado das construtoras/incorporadoras seria pela parte monetária. No LSF o padrão de material falando necessariamente da parte estrutural, sem levar em contas os acabamentos, da casa de alto luxo é o mesmo da casa popular, o benefício térmico, por exemplo, vai ser o mesmo nas duas residências (é claro que esse benefício pode ser aumentado pelo fato de uma espessura de lã maior dentro da parede), isso a construtora não leva muito em conta, eles querem apenas algo que seja rápido de executar e que de um retorno bom do dinheiro investido, por isso ainda se tem certa dificuldade. E com relação ao usuário final também se tem uma resistência.

19 Falta um incentivo maior do governo para aumentar a utilização deste tipo de sistema dentro do território nacional?

Com certeza, empresas de grande porte dentro do sistema tradicional ainda impedem um avanço maior de sistemas alternativos. Sendo que o LSF pode oferecer uma garantia muito maior com relação ao produto utilizado, por exemplo, o aço tem todas as garantias estruturais e de durabilidade.