

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

JOÃO PAULO BEATO DE OLIVEIRA

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS ATRAVÉS DA
INSERÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DA
CONSTRUÇÃO CIVIL: VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO
SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM RESIDÊNCIAS** 

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2013

JOÃO PAULO BEATO DE OLIVEIRA

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS ATRAVÉS DA INSERÇÃO
DE NOVAS TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Universidade Tecnológica
Federal do Paraná como parte dos
requisitos necessários para a obtenção
do Grau de Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Profº Msc. Normelio Vitor
Fracaro.

Pato Branco - PR

2013.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS ATRAVÉS DA INSERÇÃO DE
NOVAS TECNOLOGIAS NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL: VANTAGENS
DA APLICAÇÃO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES**

JOÃO PAULO BEATO DE OLIVEIRA

Aos 15 dias do mês de março do ano de 2013, às 10:00 horas, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado pelos membros da Comissão Examinadora abaixo indicados,foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 11 – TCC/2013.

Profº. Msc. Normelio Vitor Fracaro
(COECI/UTFPR-PB) – Orientador

Profª. Drª. Heloiza Aparecida Piassa Benetti
(COECI/UTFPR-PB)

Profº. Dr. Rogério Carrazedo
(COECI/UTFPR-PB)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

Aos meus pais, pelo amor, pela educação e pela dedicação;

Aos meus irmãos, pelo amor fraternal, pelo carinho e companheirismo;

Aos meus avós, os ainda presentes e aos que já se foram, obrigado pelo afeto;

Aos meus tios, tias, primos e primas;

Ao Professor Normelio, professor e orientador, pelo apoio, paciência e dedicação;

A todos os professores do Curso de Graduação Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que possibilitaram a minha formação acadêmica e profissional.

RESUMO

A necessidade de reduzir o grande déficit habitacional existente no Brasil, os cronogramas de obras civis excessivamente lento para serem concluídos em tempo e com menores custos para os cofres públicos, e os resíduos gerados pelo método tradicional de execução usado pelo sistema construtivo convencional, permitem-nos concluir que é necessário urgente industrialização da construção civil.

Em virtude disso novas tecnologias, mais especificamente, os novos sistemas mais leves e com características de produção enxuta, ou estão a ganhar mais espaço nas etapas da obra, ou eles mesmos constituem uma construção habitacional completa, caracterizando-se como novos sistemas construtivos.

O Sistema *Light Steel Framing*, o objeto deste estudo, é a aposta adotada por empresas que procuram um diferencial no setor para competir e superar o sistema de construção convencional, e que também se preocupam em gerar menor impacto no meio ambiente.

Palavras-chaves: sistemas construtivos, *Light Steel Framing*, sistema convencional.

ABSTRACT

The need to reduce large the deficit existing housing in Brazil, the timelines of civil works overly slow for to be completed on time and at less cost to the public coffers, and waste generated by the traditional method of execution used by the constructive conventional system, allow-we conclude that it is urgent necessary industrialization of the construction industry.

Because of this new technology, more specifically, new systems lighter and with characteristics drought of production, or are gaining more space in the steps of the constructions, or they themselves constitute a complete housing construction, characterizing how new systems constructives.

The Light Steel Framing System, the object this study, is the bet adopted by companies looking for a differential in the sector for to compete and surpass the conventional building system, and that too worry in generate impact lesser on the environment.

Keywords: building systems, Light Steel Framing, conventional system.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Sapata isolada.....	13
Figura 2: Sapata Corrida	14
Figura 3: Construção em Sistema Convencional	15
Figura 4:Instalações embutidas na alvenaria	17
Figura 5: Construção em Steel Framing.....	19
Figura 6:Detalhes da montagem de estruturas de Light Steel Framing	20
Figura 7:Fundação Radier	21
Figura 8:Ancoragem provisória.....	22
Figura 9:Subestruturas do sistema steel frame	24
Figura 10:Vigas apoiadas sobre paredes centrais	24
Figura 11:Viga apoiada sobre parede lateral.....	25
Figura 12: Detalhes da conexão dos elementos estruturais com a fundação	25
Figura 13:Detalhes da conexão dos elementos estruturais com o revestimento	26
Figura 14:Detalhes da conexão dos elementos estruturais entre duas paredes.....	26
Figura 15: Subestrutura de cobertura.....	27
Figura 16:Fechamento de parede em steel framing.....	28
Figura 17:Placas OSB	29
Figura 18:Construção com fechamento de placa cimentícia.....	30
Figura 19:Paredes em Steel Framing com instalações elétricas e hidráulicas	32
Figura 20:Laje úmida	32
Figura 21:Laje seca	33
Figura 22:Estrutura de cobertura em steel frame para edificação convencional.....	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Produtividade no Sistema <i>Light Steel Framing</i>	35
Tabela 2: Produtividade no Sistema Construtivo Convencional.....	35
Tabela 3: Comparativo entre o LSF e o Sistema Convencional.....	36 a 37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 – OBJETIVOS	11
1.2.1 - <i>Geral</i>	11
1.2.2- <i>Específicos</i>	11
1.3. MÉTODO DE TRABALHO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL – ETAPAS CONSTRUTIVAS	13
2.1.1 <i>Fundações</i>	13
2.1.2. <i>Estrutura</i>	15
2.1.3. <i>Fechamentos</i>	16
2.1.4 <i>Acabamento E Instalações</i>	16
2.2. DO AÇO AO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING - HISTÓRICO	17
2.3. CARACTERÍSTICAS E ETAPAS CONSTRUTIVAS DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING.....	19
2.3.1. <i>Fundações</i>	21
2.3.2. <i>Ancoragem</i>	22
2.3.3. <i>Estrutura</i>	23
2.3.4. <i>Fechamento, Isolamento E Revestimento</i>	27
2.3.5. <i>Instalações Sanitárias, Hidráulicas E Elétricas</i>	31
2.3.6 <i>Lajes</i>	32
2.3.7 <i>Cobertura</i>	33
3. COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS E PRODUTIVIDADE ENTRE O SISTEMA <i>LIGHT STEEL FRAMING</i> E O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL.....	35
4. LIGHT STEEL FRAMING E O DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO.....	39
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo os profissionais da área de engenharia civil se questionaram em relação à possibilidade de que os processos construtivos de uma edificação, tanto no Brasil quanto no mundo, pudessem abandonar seu caráter artesanal para utilizar métodos e equipamentos mais modernos em uma obra (DOMARASCKI e FAGIANI *apud* FARIA, 2009).

As mudanças foram acontecendo ao longo dos anos, porém, para Milan, Novello E Reis (2011) *apud* Freitas, “a construção de pequeno porte no Brasil ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e, principalmente, pelo desperdício.”

Outro dado relevante a ser considerado conforme Crasto e Freitas (2005) é a sustentabilidade ambiental. Devido à ameaça futura de escassez de recursos, faz-se necessária a adoção de construções sustentáveis, que economizem principalmente insumos e energia, e que utilizem materiais que causem menor impacto ambiental.

Após o término da Segunda Guerra Mundial, devido a pouca disponibilidade de madeira, em muitos países da América do Norte, Europa e Ásia começaram a utilizar cada vez mais sistemas construtivos pré-fabricados, que geravam maior produtividade e economia de mão-de-obra, a qual tinha alto custo nessas regiões (DOMARASCKI e FAGIANI *apud* FARIA, 2009).

Logo no início dos anos 90, a construção civil já começava a fazer uso de tecnologias consideradas de ponta na época. O futuro da Construção Civil segundo Constante (2009) será empregar essas inovações para substituir o que é tradicional, uma alternativa que pode reduzir custos, além de preservar a natureza.

Para Crasto e Freitas (2005), embora as empresas construtoras brasileiras demonstrem relutância em modernizar seus meios de produção, o uso de inovações é a melhor maneira para se alcançar a industrialização dos processos construtivos.

Paralelamente a isso e, de maneira mais ampla, novas tecnologias são criadas para corrigirem problemas ou satisfazerem eventuais necessidades. Da mesma forma, as novas tecnologias construtivas devem seguir o propósito de

auxiliar e contribuir para a sociedade, principalmente em relação à habitação popular, pois assim como a indústria da construção se renova a cada ano, cresce proporcionalmente a demanda por edificações voltadas ao setor habitacional. O Brasil vem trabalhando nesse propósito, em que alguns programas lançados pelo governo tais como o PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) e Minha Casa Minha Vida, vêm facilitando o desenvolvimento do setor bem como o acesso ao crédito imobiliário (SANTIAGO, RODRIGUES e OLIVEIRA, 2010).

Em acréscimo, Santiago, Rodrigues e Oliveira (2010) *apud* Ministério Das Cidades (2009) informam que o Plano Nacional de Habitação – PLANHAB determina a construção de quase 28 milhões de habitações até 2023 tanto para eliminar o déficit atual quanto para atender a demanda futura.

Atentos a essa necessidade, algumas construtoras brasileiras mais especializadas no setor de habitação estão buscando sistemas construtivos mais leves que podem facilitar essa tarefa. Estes novos sistemas que também utilizam materiais diferentes do convencional, reduzem o tempo de obra e diminuem os custos finais se empregados em larga escala, proporcionando moradias dignas e de baixo custo para a população carente. O sistema *Light Steel Framing* (ou Frame), que traduzindo literalmente significa estrutura de aço leve, é uma das novas tecnologias que está ganhando espaço no mercado (CONSTANTE, 2009).

Conforme PEREIRA (2009), no mundo o *Light Steel Framing* existe há um bom tempo e o seu sistema construtivo já foi utilizado para eliminar déficits habitacionais em países como Estados Unidos, Coréia do Sul e Japão. Ainda está em crescimento no Brasil, apesar disso já existem algumas empresas que trabalham somente com esse sistema.

Neste sentido, o trabalho busca demonstrar as vantagens, custos, viabilidade, mas principalmente os benefícios do Sistema *Light Steel Framing* em relação ao sistema construtivo tradicional amplamente utilizado no país, que poderia ser substituído em algumas situações, com o intuito de resolver o déficit habitacional ao qual se encontra o Brasil.

1.1 JUSTIFICATIVA

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) ainda é pouco conhecido no Brasil, pois não é significativo o número de obras que foram realizadas utilizando esse sistema, sendo a maioria no estado de São Paulo. Em vista desse panorama, o presente trabalho toma para si também a função de disseminar o uso do sistema construtivo *Light Steel Framing* no cotidiano da atual construção civil brasileira. Para cumprir essa função, serão evidenciadas, principalmente, as características positivas do mesmo.

O trabalho destaca-se em importância, primeiramente por agregar um valor de consciência ambiental contido na própria essência do que é o sistema *Light Steel Framing*, um sistema construtivo que não gera resíduos, e que não utiliza materiais convencionais (cimento, areia, madeira) que poluem ou agredem de diversas formas o meio ambiente. E em segundo, pelo valor social, pelo fato de o sistema LSF ser executado de forma rápida, funcionando como uma linha de montagem, e conseqüentemente reduzindo custos em materiais e tempo de obra, podendo ser produzido em larga escala tanto para atender clientes privados, quanto para suprir, através da construção de casas populares, o déficit habitacional existente em nosso país.

Levando-se em consideração a crescente demanda de residências no país, a idéia de adoção do sistema é totalmente viável. Com o nível de exigência do consumidor no que diz respeito à rapidez de entrega e qualidade do produto, as empresas (construtoras) cada vez mais deverão investir em alternativas para atender a esse mercado.

1.2 – OBJETIVOS

1.2.1 - Geral

Avaliar a evolução, os ganhos em produtividade, características gerais, e vantagens do uso do Sistema *Light Steel Framing* em relação ao sistema construtivo convencional.

1.2.2- Específicos

- Descrever sucintamente sobre o sistema tradicionalmente usado nas construções.

- Descrever o sistema *Light Steel Framing*, seu histórico e aplicação.
- Fazer um comparativo entre o Sistema *Light Steel Framing* e o sistema convencional de construção.
- Destacar as principais vantagens do sistema *Light Steel Framing* para qualificá-lo como alternativa para solucionar o déficit habitacional brasileiro.

1.3. MÉTODO DE TRABALHO

O presente trabalho pretende mostrar que uma das inovações da tecnologia na indústria da construção civil, pode se tornar uma alternativa eficaz para acabar com o problema da falta de moradias no Brasil. Para tanto, o trabalho descreve as principais vantagens bem como várias outras características do sistema *Light Steel Framing*.

Quanto aos objetivos específicos a pesquisa se classifica como exploratória, que segundo MILAN *et al* (2011) tem como objetivo prover o pesquisador de maior conhecimento sobre o problema, visto que o trabalho, como destacado anteriormente, toma para si a função de disseminar a idéia de se utilizar o sistema construtivo *Light Steel Framing*. Porém, devido ao fato de que são descritas várias características do sistema, a pesquisa também pode ser classificada como descritiva, pois, como aponta PONTE *et al* (2007), a pesquisa descritiva adota como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno.

Para o levantamento bibliográfico foram referenciados trabalhos que tratam do sistema *Light Steel Framing*, o sistema convencional e o comparativo entre os dois sistemas, abordando os temas conjunta ou individualmente.

Resumidamente o trabalho inicialmente descreve dois sistemas construtivos utilizados, um deles mais tradicional e o outro, objeto de estudo deste trabalho, ainda em expansão no mercado nacional. Depois faz-se um breve comparativo entre ambos, em seguida ratifica-se as vantagens do sistema mais atual e, por fim, são colocadas as razões pelas quais este sistema é uma alternativa para acabar com o déficit habitacional brasileiro.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema Construtivo Convencional – Etapas construtivas

2.1.1 FUNDAÇÕES

A construção de uma edificação começa pela sondagem do terreno sobre o qual ela será erguida. A sondagem, uma espécie de radiografia do terreno, identifica as camadas do solo e sua resistência, além de detectar a presença do lençol freático (água), informações fundamentais para que o calculista projete adequadamente as fundações (LEANDRO, 2009).

Se a camada resistente se encontrar menos de 3 m de profundidade, é possível empregar fundação direta, cujos principais tipos são:

- Sapata: Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA – ABNT NBR 6122 (1996) sapata é um elemento de fundação superficial de concreto armado, dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas não sejam resistidas pelo concreto, mas sim pelo emprego da armadura. Pode possuir espessura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal.
- Sapata isolada: Recomendada para casas com qualquer número de pavimentos, suporta o peso concentrado de pilares. Como pode ser visto na Figura 1 elo entre ela e as paredes é a viga baldrame (FABRICCONSTRUCOES, 2012);



Figura 1: Sapata

Fonte: (FABRICCONSTRUCOES, 2012)

- Sapata corrida: Vista na Figura 2 a sapata corrida acompanha as paredes da casa, e é indicada para solos resistentes e construções com paredes portantes, que dispensam pilares e vigas. A carga é distribuída uniformemente ao longo das paredes (FABRICCONSTRUÇOES, 2012);



Figura 2: Sapata Corrida
Fonte: (FABRICCONSTRUÇOES, 2012)

Porém, quando a camada do solo firme aparece a mais de 3m, recorre-se à fundação profunda, ou seja, estacas.

- Estaca: Elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja descida de operário. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in situ* ou mistos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6122, 1996).

As mesmas podem ser pré-moldadas ou feitas como as fundações diretas, de concreto armado, que pode ser preparado no canteiro ou em betoneiras, de acordo com LEANDRO (2009) são elas:

- Pré-moldada de concreto: solução para terrenos com lençol freático e para argila orgânica, muito mole. As estacas vêm prontas e são cravadas por um bate-estaca;

- Metálica: comuns na construção de prédios e lugares de alta resistividade, cumprem também a função de contenção do terreno (arrimo);

- Strauss: recomendada para casos em que a fundação deve ser profunda (até 20 metros) e os terrenos, secos. Um tripé com um tubo metálico perfura o solo até a profundidade definida pelo projeto, e o furo é preenchido com concreto;

- Estaca broca: um trado escava um furo, a ser preenchido com concreto, na terra até encontrar solo firme. O trado manual só alcança 4m, mas o mecanizado atinge grandes profundidades. Não é indicada quando há lençol de água;

2.1.2. ESTRUTURA

O sistema estrutural empregado no sistema convencional (Figura 3), considerado neste trabalho, é composto basicamente por paredes de alvenaria que transmitem o carregamento do seu peso próprio e da cobertura para as fundações (em se tratando de alvenaria estrutural). Como esse tipo de estrutura resiste bem a esforços de compressão, e não, a esforços de tração, é preciso executar cintas em concreto armado nas partes inferiores e superiores da edificação (OLIVEIRA, 2012).



Figura 3: Construção em Sistema Convencional
Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Para alvenaria de vedação são executadas as cintas de amarração, baldrame, pilares, vigas e laje, sendo estes constituídos por concreto armado. A próxima etapa consiste na execução das alvenarias (fechamento, divisória ou estrutural), revestimentos da parede (chapisco, reboco), execução do contrapiso, etc. (REMY, 2010).

2.1.3. FECHAMENTOS

O fechamento é feito pelas próprias paredes que resistem ao carregamento e se apóiam diretamente na viga baldrame, sendo que o projeto arquitetônico determina se cada parede será de $\frac{1}{2}$ tijolo, 1 tijolo ou até maior, iniciando-se o serviço de levantamento pelos cantos principais do gabarito da obra. São formadas por tijolos, blocos de concreto ou até mesmo de pedras naturais unidas com argamassa e sempre assentadas em uma base como, por exemplo, o baldrame, alicerce ou outro elemento estrutural (CAMPOS, 2012):

2.1.4 ACABAMENTO E INSTALAÇÕES

Segundo Domarascki e Fagiani (2009) depois de executada a alvenaria, as paredes são chapiscadas e emboçadas com argamassa de cimento, cal e areia, trabalho este extremamente artesanal, pois o prumo da parede depende muito da habilidade do operário.

Em seguida as instalações elétricas e hidráulicas são embutidas na parede (Figura 4). Depois de executada a alvenaria, o operário com uma talhadeira e uma marreta ou com o auxílio de discos de corte, quebra a parede formando rasgos para a passagem da tubulação, serviços esses que levam tempo para serem feitos, e que aumenta o custo da mão de obra e causa mais desperdício de material (OLIVEIRA, 2012).



Figura 4: Instalações embutidas na alvenaria
Fonte: ARJ Instalações Elétricas e hidráulicas (2012)

2.2. Do aço ao Sistema Light Steel Framing - Histórico

Segundo Pereira (2009), o início de utilização do aço para construção remonta aos Estados Unidos, no Século XIX. Naquela época, devido ao aumento rápido da população do país, foi preciso recorrer aos recursos e materiais que podiam ser facilmente encontrados no local, e também a métodos práticos e céleres que permitissem aumentar a produtividade na construção de novas habitações.

Ao terminar a Segunda Guerra Mundial, o aço era um recurso abundante e as empresas metalúrgicas haviam obtido grande experiência na utilização do metal devido ao esforço da guerra (FUTURENG, 2012).

Primeiro usado nas divisórias dos grandes edifícios com estrutura em ferro, o aço leve moldado a frio passou a ser usado em divisórias de edifícios de habitação e acreditava-se que poderia substituir a estrutura inteira de madeira nas moradias (REGO, 2012).

No Brasil o *Light Steel Framing* chegou ao início da década de 90, sendo aplicado em residências. Desde então o sistema vêm ganhando mercado e sua aplicação superou as construções residenciais (SOUSA e MARTINS, 2009).

Com a maior divulgação também passou a existir um melhor conhecimento por parte do público que, daqui pra frente, tenderá a escolher os construtores mais bem preparados, para o bem da indústria e dos consumidores (PEREIRA, 2009).

Hoje, já podemos ver o *Light Steel Framing* sendo empregado em obras comerciais, escolas, hospitais, edifícios de até 4 pavimentos, galpões, armazéns, restaurantes, hotéis e coberturas (CAMPOS, 2012).

Até mesmo alguns órgãos do governo estão utilizando sistemas industrializados, incluindo o *Light Steel Framing*, em suas obras. É o caso da Caixa Econômica Federal, que está construindo suas agências utilizando o LSF, e da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano de São Paulo (CDHU), que construiu o primeiro conjunto habitacional com LSF, na cidade de Avaré-SP (OLIVEIRA, BIELER e SOUZA, 2012).

A evolução do LSF no Brasil segue o mesmo percurso percorrido em outras regiões do globo. Aquilo que se verifica, é que são as grandes empresas siderúrgicas e de transformação do aço que deram os passos iniciais para a implantação do sistema nos seus respectivos países. Isso acontece porque estas empresas são cientes do enorme potencial contido no mercado da construção civil. A estratégia de empresas brasileiras é aproveitar a disposição anunciada pelo governo brasileiro, de investir em habitação social, para ganhar mercado neste segmento com novos produtos. Estas conduzem o mercado atraindo as empresas financeiras e seguradoras, implantando definitivamente o aço como um dos principais elementos de construção no mercado residencial (FUTURENG, 2012).

A cadeia produtiva, que garante o desenvolvimento do sistema, é formada pelo meio técnico e por todas as empresas que possuem produtos que são aplicados, direta ou indiretamente. Podemos ressaltar, também, o comprometimento da indústria fabricante de produtos empregados no "Light Steel Framing", com a qualidade dos materiais utilizados e o desenvolvimento de tecnologia através do aprimoramento das técnicas construtivas. Além disso, tem-se a normatização, que possui a finalidade de garantir a qualidade e desempenho dos materiais empregados nesse sistema construtivo como, por

exemplo, a ABNT NBR 15253:2005 que prescreve os requisitos mínimos para a produção dos perfis de aço utilizados na estrutura (CAMPOS, 2012).

2.3. Características e Etapas Construtivas do Sistema Construtivo Light Steel Framing

O *Light Steel Framing* é um sistema de concepção racional, cuja estrutura é constituída por perfis formados a frio de aço galvanizado que são utilizados para a composição de painéis estruturais e não estruturais, vigas de piso, vigas secundárias, tesouras de telhados e demais componentes (Figura 5) (CRASTO, 2005).

Ele se caracteriza por um esqueleto estrutural, que tem a função de absorver as solicitações da edificação e, em conjunto com os outros elementos estruturais, distribuir uniformemente as cargas para as fundações (SANTIAGO, RODRIGUES e OLIVEIRA (2010) *apud* RODRIGUES).



Figura 5: Construção em Steel Framing.
Fonte: O LAPIS VERDE (2010)

É um sistema construtivo aberto, que possibilita a utilização de diversos materiais de revestimento; flexível, devido a facilidade de reformas e ampliação; racionalizado, otimizando a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, permitindo total controle dos gastos já na fase de projeto; além de durável e reciclável. Tecnicamente, o *Light Steel*

Framing pode ser definido como um sistema construtivo estruturado em painéis, projetados para suportar às cargas da edificação e trabalhar em conjunto com outros sub-sistemas industrializados, de forma a garantir os requisitos de funcionamento da edificação (CAMPOS, 2012).

Para SANTIAGO *et al* (2010), as montagens mais usuais de LSF utilizam combinações de seções transversais “U” enrijecido (Ue) e “U” simples, mas há sistemas de montagem que empregam apenas seções Ue (Figura 6). É importante destacar que a coordenação modular utilizada no *Light Steel Framing*, não deve ser entendida como fator limitante de criação, pois a infinidade de combinações e arranjos conseguidos através dele, permite uma grande flexibilidade, nas mais variadas linguagens arquitetônicas.



Figura 6: Detalhes da montagem de estruturas de Light Steel Framing
Fonte: Santiago, Rodrigues e Oliveira (2010).

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15253 (2005), os seguintes tipos de perfis são empregados no sistema *Light Steel Framing*:

- U simples: utilizado como guia, ripa, bloqueador e sanefa;
- U enrijecido: utilizado como bloqueador, enrijecedor de alma, verga e viga;
- Cartola: utilizado como ripa;
- Cantoneira de abas desiguais: utilizado como cantoneira.

2.3.1. FUNDAÇÕES

O *Light Steel Framing* geralmente é montado sobre uma fundação tipo radier (Figura 7), executada sobre isolamento hidrófugo e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas. O sistema de fundação tipo radier é o mais utilizado, entretanto o cálculo estrutural indicará o tipo mais adequado de fundação. Após a fabricação dos painéis de aço, os mesmos são fixados à fundação através de chumbadores. Instalações provisórias de painéis, através da utilização pinos fixados por pólvora, também são usuais na fase de montagem, entretanto, esta fixação não fornece ancoragem suficiente, sendo indispensável o uso dos chumbadores para garantir a transferência das cargas da edificação para a fundação e dessa para o terreno (CAMPOS, 2012).

Conforme Domarascki e Fagiani (2009) a fundação tipo radier é essencialmente rasa, configurando uma laje em concreto armado com espessura que a deixa rente da superfície do terreno, na qual todas as cargas provenientes da estrutura se apóiam. E devido a esse fato, o sistema *Light Steel Framing* por ser um sistema auto-portante, a fundação deve estar perfeitamente nivelada e em esquadro, permitindo a correta transmissão das ações da estrutura.



Figura 7: Fundação Radier
Fonte: KUPINSKI (2010)

2.3.2. ANCORAGEM

A ancoragem é feita após a execução da fundação, os perfis devem ser fixados nesta para que resistam à pressão do vento, o qual causa efeitos de translação e/ou tombamento, fazendo a estrutura (resultado do conjunto dos perfis encaixados e parafusados) se deslocar lateralmente ou girar no eixo de sua base. O tipo de ancoragem depende do clima, carregamento e fundação existentes e seus parâmetros determinados no cálculo estrutural. Como exemplo tem-se a ancoragem provisória (Figura 8), a qual é feita pelo sistema finca pinos acionado por pólvora e utilizada apenas para manter o prumo da estrutura até que seja feita a ancoragem definitiva deles (BATTISTELLA (2011) *apud* CRASTO).



Figura 8: Ancoragem provisória
Fonte: OLIVEIRA (2012) *apud* Castro

Outro tipo de ancoragem é a ancoragem química com barra roscada, que é realizada após a concretagem da fundação por meio da fixação de uma barra roscada na mesma, através de um furo feito no concreto. Depois da execução do furo coloca-se um adesivo químico, normalmente à base de epóxi, para que a colagem aço x concreto, da barra roscada e da fundação,

respectivamente, seja garantida. Logo que se chumba a barra roscada à fundação, a estrutura é presa a essa barra, por meio de um jogo de porca e arruela (OLIVEIRA, 2012).

2.3.3. ESTRUTURA

Segundo Sousa e Martins (2009), de uma maneira geral, toda e qualquer tipo de edificação precisa indiscutivelmente de um sistema estrutural que possibilite mantê-la estabilizada e apta para utilização quando sujeita a diversas ações. O sistema *Light Steel Framing* é uma proposta para racionalizar a concepção da estrutura da edificação utilizando-se perfis dobrados a frio. As chapas têm entre 0,8 mm e 3,0 mm de espessura, sendo a mais utilizada a de espessura de 0,95 mm.

De acordo com Santiago *et al* (2010) os painéis estruturais são compostos por vários perfis parafusados e espaçados regularmente entre si, de acordo com a modulação definida no cálculo estrutural, variando entre 400 mm e 600 mm. Essa modulação visa à otimização dos custos, pois praticamente todos os materiais complementares e subsistemas são enquadrados em múltiplos desse espaçamento, permitindo o controle de utilização e a minimização de desperdício desses materiais. Em geral os perfis são executados em fábrica, garantindo boa produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho, além de diminuir a necessidade de área de canteiro de obra. Entretanto, caso seja necessário, estes painéis podem ser montados no local da obra.

Segundo a definição de Domarascki e Fagiani (2009) o sistema Steel Framing é composto basicamente por três tipos de subestruturas: os pisos estruturais, as paredes estruturais e o sistema de cobertura. Na figura 9 apresenta-se uma ilustração básica, de cada uma dessas subestruturas componentes do sistema, já detalhando alguns de seus elementos.

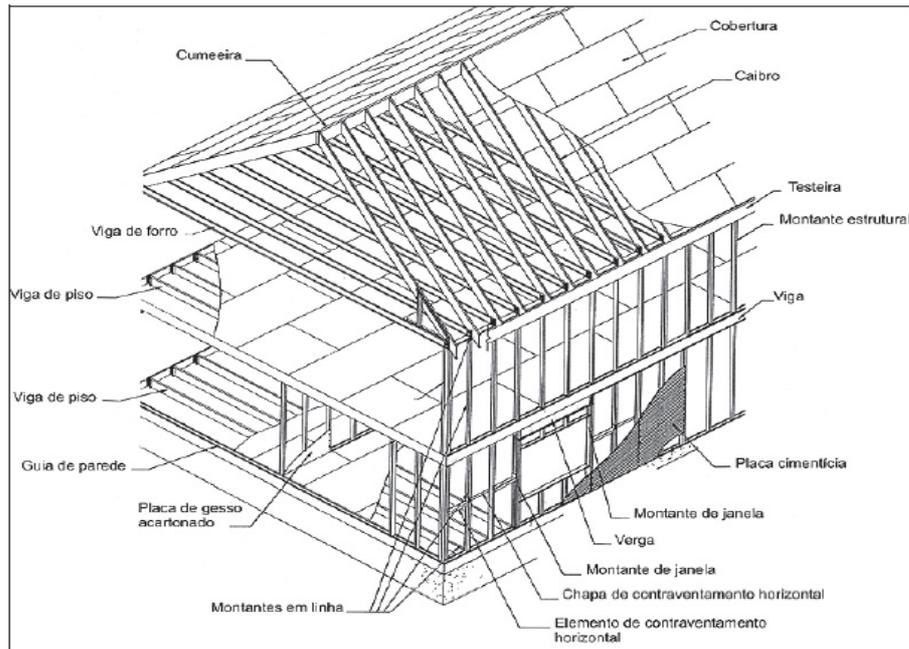


Figura 9: Subestruturas do sistema steel frame
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

A figura 10 ilustra o apoio dessas vigas sobre paredes centrais, enquanto a figura 11 mostra em detalhe como as vigas se apóiam em paredes laterais.

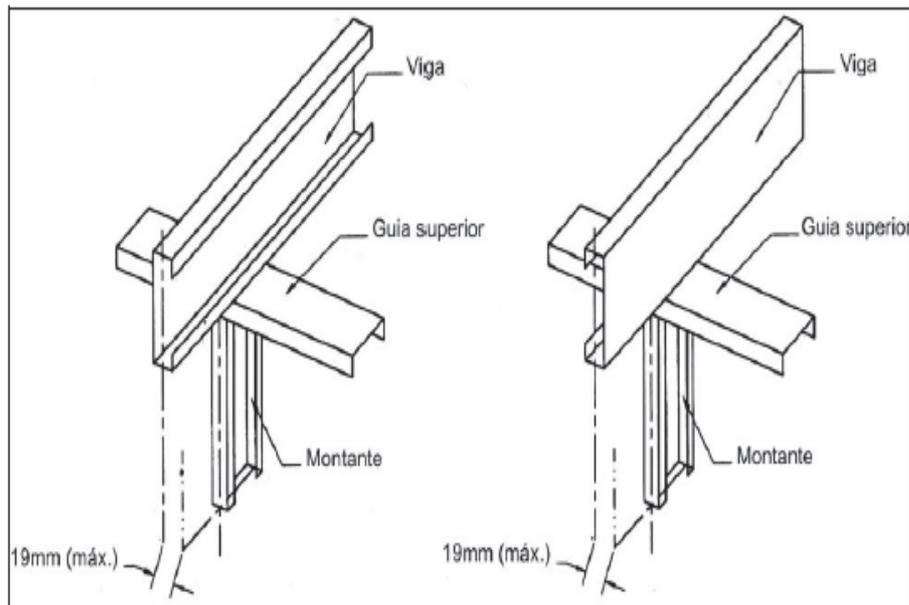


Figura 10: Vigas apoiadas sobre paredes centrais
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

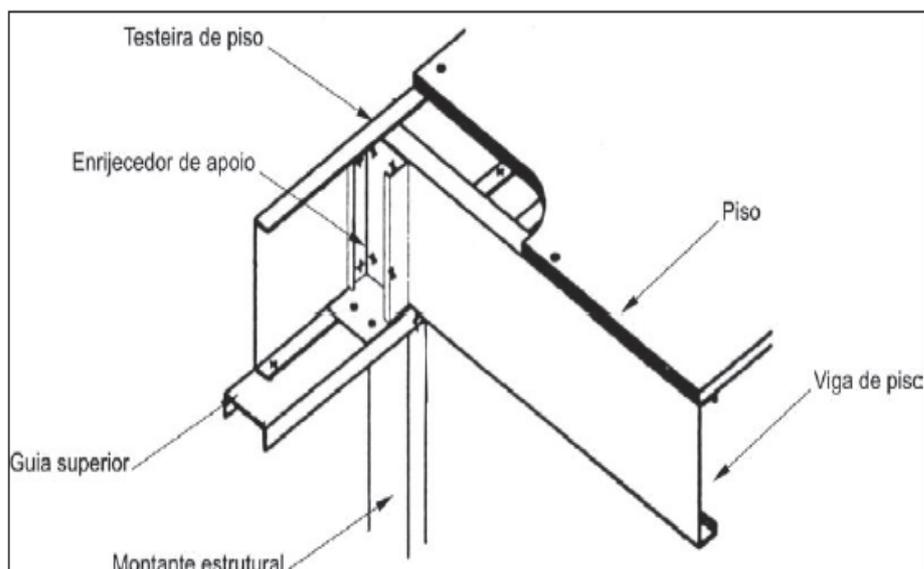


Figura 11: Viga apoiada sobre parede lateral
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Os carregamentos atuantes são oriundos do apoio das vigas de piso. Os montantes das paredes externas também estão sujeitos ao carregamento de vento, que atua diretamente sobre as paredes. Logo, esses elementos estruturais são dimensionados como se fossem colunas sujeitas a carregamentos de compressão e flexão. As figuras 12, 13 e 14 ilustram respectivamente detalhes da conexão desses elementos estruturais com as fundações, com os revestimentos e entre duas paredes.

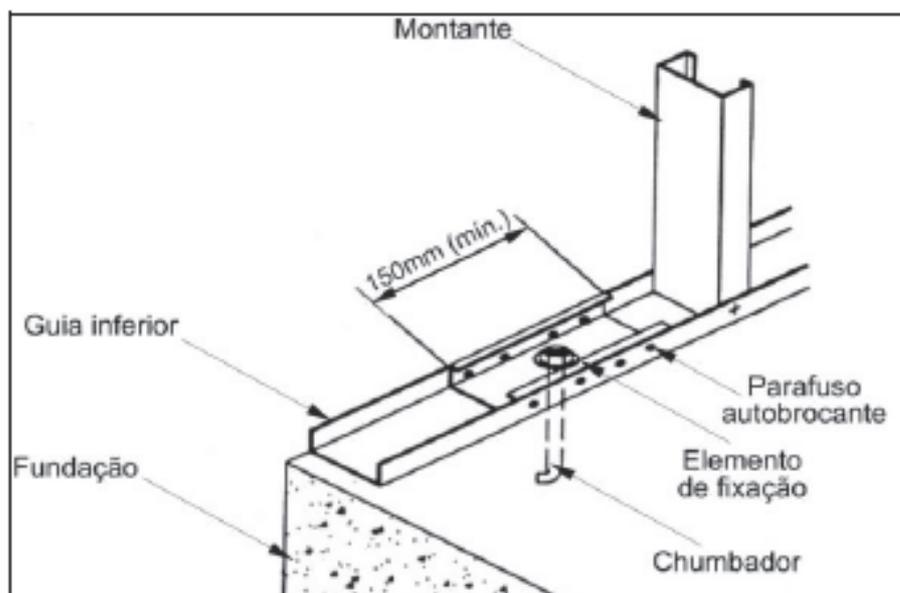


Figura 12: Detalhes da conexão dos elementos estruturais com a fundação
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

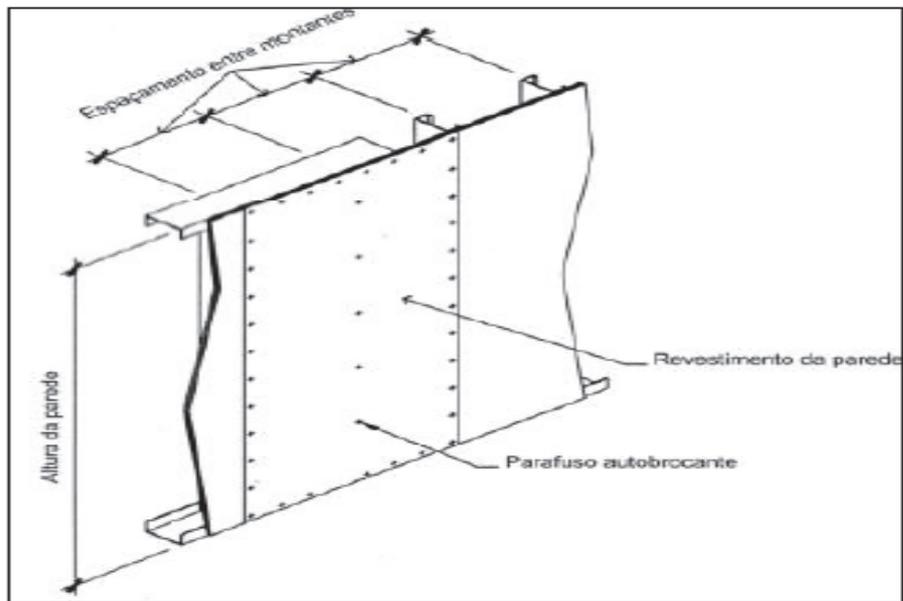


Figura 13: Detalhes da conexão dos elementos estruturais com o revestimento
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

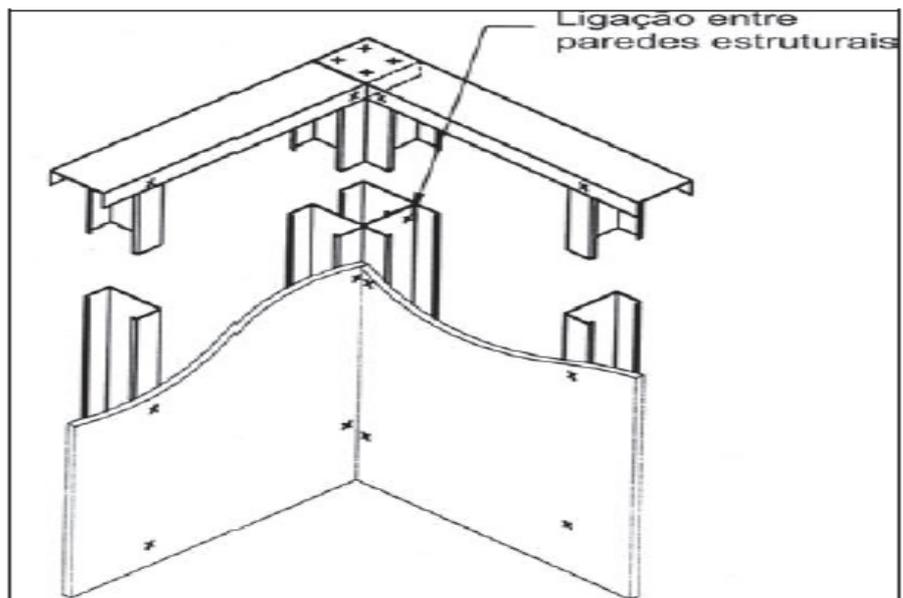


Figura 14: Detalhes da conexão dos elementos estruturais entre duas paredes
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Por último, tem-se a subestrutura de cobertura. Basicamente essas subestruturas são compostas de treliças e/ou caibros vencendo os vãos de telhado como mostra a figura 15.

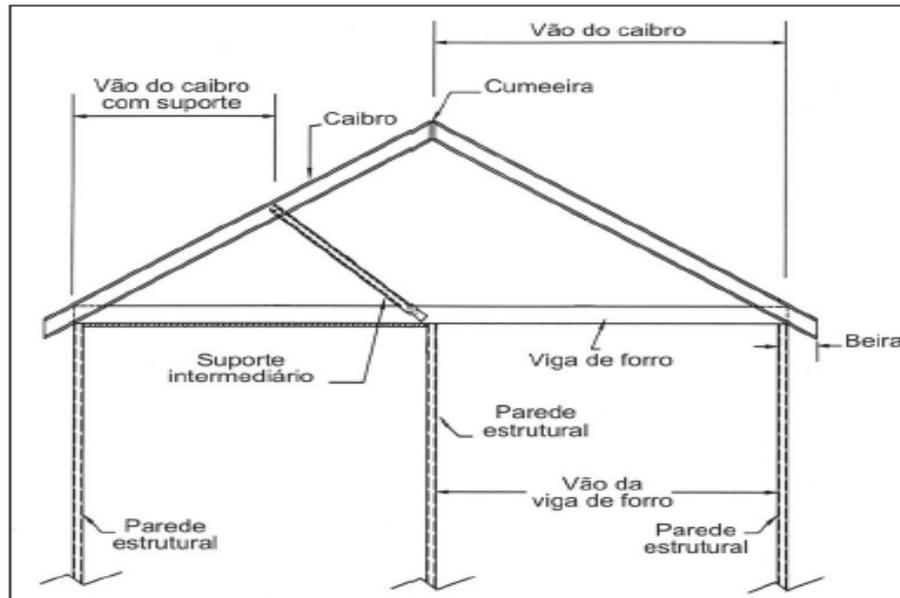


Figura 15: Subestrutura de cobertura
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

2.3.4 ENCONTRO DE PAINÉIS

A forma de fazer os encontros dos painéis em LSF varia de acordo com a quantidade e o ângulo entre os mesmos. Deve-se garantir a rigidez do sistema, a resistência aos esforços solicitantes, a economia de material e prover uma superfície que permita a fixação das placas de fechamento internas e externas. De acordo com Oliveira (2012), as soluções mais comuns de encontros de painéis são:

- Dois painéis de canto;
- Dois painéis;
- Quatro painéis;

2.3.5 FECHAMENTO, ISOLAMENTO E REVESTIMENTO

Os componentes de fechamento do sistema LSF (Figura 16) devem ser de elementos leves, visto que a estrutura é dimensionada para suportar vedações de baixo peso próprio. São utilizados painéis nas posições vertical e horizontal, como paredes e pisos, respectivamente (GOMES, 2009).



Figura 16: Fechamento de parede em steel framing

Fonte: PET ENGENHARIA CIVIL (2012)

Para Domarascki e Fagiani (2009), no revestimento e fechamento da estrutura de aço são mais utilizados atualmente três tipos de painéis: as placas cimentícias, os painéis de madeira comercialmente denominados OSB, e as placas de gesso acartonado.

Com relação às chapas de fechamento externo, é importante avaliar e especificar as seguintes características: resistência à flexão, absorção de água, variação dimensional em razão da variação de umidade e do efeito de temperatura, e a resistência às intempéries. Geralmente, quanto maior a absorção de água, maior a variação dimensional por efeito de umidade e, portanto, maior a movimentação das chapas; quanto maior a movimentação das chapas, maior deve ser a capacidade do material usado para o preenchimento das juntas entre chapas de absorver tal movimentação. (METALICA, 2012)

Como componentes dos fechamentos externos, Rego (2012) cita as placas OSB (Oriented Strand Board), a qual se trata de uma chapa estrutural (Figura 17), produzida a partir de filamentos (*strands*) de madeira orientadas com três a cinco camadas perpendiculares – tornando maior sua resistência mecânica e rigidez - prensadas e unidas com resinas sob altas temperaturas.



Figura 17: Placas OSB
Fonte: FLAVIENSE (2012)

De acordo com Domarascki e Fagiani *apud* Junior (2009), outra opção são as placas cimentícias (Figura 18), 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.

Neste caso, a avaliação deve estar de acordo com a ABNT NBR 15498:2007 (Placa plana cimentícia sem amianto - Requisitos e métodos de ensaio). Conforme a Diretriz Sinat 003 e a referida norma, são empregadas placas Classe A para uso externo e interno de áreas molháveis, e Classe B, para uso interno de áreas secas. A resistência à tração na flexão, considerando a média dos resultados de ensaios realizados nas duas direções, é (METALICA, 2012):

- Placa plana cimentícia sem amianto - Requisitos e métodos de ensaio
- Para placas classe A, 4 MPa (Categoria 2) a 18 MPa (Categoria 5), ensaiadas na condição saturada;
 - Para placas classe B, 4 MPa (Categoria 1) a 22 MPa (Categoria 5), ensaiadas na condição de equilíbrio;



Figura 18: Construção com fechamento de placa cimentícia.
Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Para os fechamentos internos das paredes podem-se utilizar os mesmos materiais de fechamento externo, porém, conforme Campos (2012) o gesso acartonado é o material mais indicado. Podemos encontrar no mercado brasileiro três tipos diferentes de placa de gesso:

- Placas comuns, utilizadas em áreas secas, apresentam o cartão envelopador na cor natural do gesso;
- Placas resistentes a umidade, também chamadas de placas verdes, são indicadas para ambientes úmidos;
- Placa resistente ao fogo, utilizada quando há a necessidade de proteção passiva ao fogo, são diferenciadas pela cor vermelha do cartão envelopador do gesso.

Com relação ao isolamento térmico e energético, hoje em dia, com o avanço tecnológico dos produtos e processos de cálculo, consegue-se mensurar a real necessidade do isolamento e quantificar o material isolante necessário. Várias são as maneiras de conservação energética em uma construção, entre elas conter infiltrações de água e a passagem de vento, evitar penetração e formação de umidade, projeto adequado de circulação de

ar dentro da edificação ou, ainda, reduzir as perdas térmicas entre o meio interno e externo (JARDIM e CAMPOS, 2005).

Alguns sistemas de isolamento:

- Barreira de água e vento;
- Barreira de vapor;
- Áticos ventilados;
- Isolantes térmicos (ex: lã de vidro colocada em todas as paredes e forros);
- Seladores;
- Acondicionamento acústico;

Para os revestimentos podem ser aplicados sobre as placas gesso revestimentos usuais como cerâmica, pintura e textura entre outros usualmente aplicados na construção civil convencional. O revestimento externo também pode receber a aplicação de materiais de acabamento usualmente empregados, como pastilhas, pedras (mármore ou granito), ou até mesmo reboco e pintura. Atualmente já existem no Brasil revestimentos desenvolvidos especialmente para o sistema *Light Steel Framing*, como o Vinílico, que consiste em um material composto de PVC de fácil instalação que dispensa manutenção, e a Placa Cimentícia, que é aplicada diretamente sobre a estrutura e depois pintada (CAMPOS, 2012).

2.3.6 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS, HIDRÁULICAS E ELÉTRICAS.

Recomenda-se que sejam executadas depois de feita a montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas e após aplicados os revestimentos externos. As instalações, conforme mostra a figura 19, são as mesmas utilizadas em edificações feitas a partir do sistema construtivo convencional e apresentam o mesmo desempenho, não variando em razão de qual sistema construtivo são instaladas. Portanto, as considerações para projeto, dimensionamento e uso das propriedades dos materiais não diferem do tratamento tradicionalmente adotado para essas instalações (SOUSA e MARTINS, 2009).



Figura 19: Paredes em Steel Framing com instalações elétricas e hidráulicas
 Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

2.3.7 LAJES

De acordo com Oliveira (2012) *apud* Castro, dependendo do contrapiso as lajes podem ser “secas” ou “úmidas”.

Nas lajes úmidas (Figura 20), compostas por estrutura metálica, seu contrapiso tem uma chapa ondulada de aço que é parafusada sobre as vigas de piso e serve de fôrma para colocar o concreto do contrapiso. A camada deve variar entre 4 a 6 cm e deve-se colocar uma tela soldada para evitar fissurações originadas da retração do concreto.

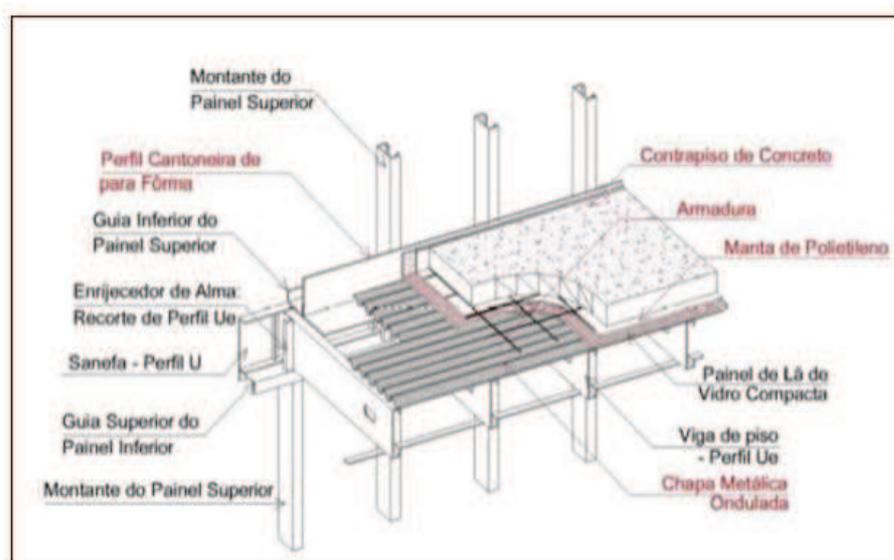


Figura 20: Laje úmida
 Fonte: OLIVEIRA (2012) *apud* Castro

Nas lajes secas (Figura 21) usam-se placas rígidas (OSB em áreas secas e placas cimentícias em áreas molháveis como o banheiro) ao invés do concreto. As placas são parafusadas à estrutura, a sua espessura mais utilizada nesse sistema é de 18 mm.

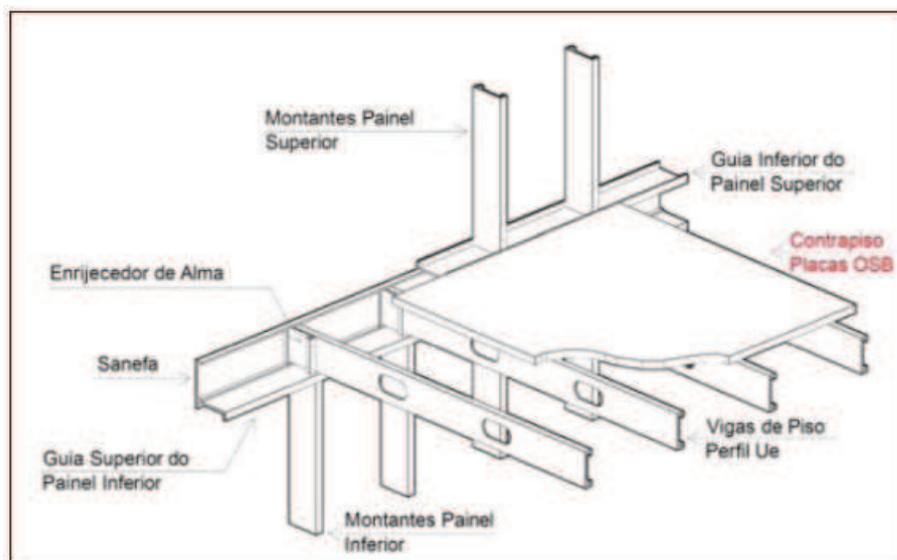


Figura 21: Laje seca
Fonte: OLIVEIRA (2012) *apud* Castro

2.3.8 COBERTURA

O conceito estrutural do Sistema *Light Steel Framing*, que consiste em dividir as cargas entre os perfis, também é utilizado para os elementos que suportam as lajes e coberturas. Seus elementos trabalham bi-apoiados e devem, sempre que possível, transferir as cargas continuamente, ou seja sem elementos de transição, até as fundações.

Em se tratando de processo construtivo, as coberturas (figura 22) próprias para *Steel Framing* possuem as mesmas características e princípios das estruturas convencionais. Portanto podem ser utilizadas com telhas metálicas, cerâmicas, fibrocimento e shingle, entre outras. Para executar utilizam-se os mesmos perfis de aço galvanizado empregados na estrutura das paredes, que são os perfis U e Ue, com alma de 90 mm, 140 mm ou 200 mm de altura. Os perfis metálicos devem se posicionar entre si de tal forma que gerem o mínimo de excentricidade e transmitam as ações citadas sem gerar

efeitos substanciais de segunda ordem. Para tanto, construtivamente, os perfis que compõem a tesoura, treliça ou conjunto de caibros devem ter suas almas alinhadas às almas dos montantes das paredes que as suportam, para que os esforços não produzam efeitos não avaliados no dimensionamento (DOMARASCKI e FAGIANI, 2009).



Figura 22: Estrutura de cobertura em steel frame para edificação convencional
Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

3. Comparativo de Características e Produtividade entre o Sistema *Light Steel Framing* e o Sistema Construtivo Convencional

Para melhor visualizarmos as vantagens e desvantagens de um sistema em relação ao outro, segue nas tabelas abaixo apenas os parâmetros (etapas) relacionados à produtividade de um trabalhador em uma obra, visto que a produtividade implica em maior porcentagem nos custos e maior tempo de execução da mesma.

Tabela 1: Produtividade no Sistema Light Steel Framing

Descrição	homem hora/m²
Montar a estrutura de aço	0,25
Fechar com placas cimentícias	0,22
Isolar com lã de vidro	0,06
Pintura em látex	0,85
Total (homem hora/m²)	1,38

Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Tabela 2: Produtividade no Sistema Construtivo Convencional

Descrição	homem hora/m²
Alvenaria de tijolo cerâmico furado esp. nominal 10 cm	2,10
Chapisco	0,50
Emboço desempenado	1,71
Pintura em látex	0,85
Total (homem hora/m²)	5,16

Fonte: DOMARASCKI e FAGIANI (2009)

Vejamos a comparação em relação à etapas construtivas da obra:

Tabela 3:Comparativo entre o LSF e o Sistema Convencional

Parte 1

Sistema Convencional (Alvenaria)	Sistema Light Steel Framing
Fundação: distribuição com cargas pontuais	Fundação: distribuição de cargas lineares
Fundação: representa entre 10% e 15% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, pode atingir valores maiores.	Fundação: representa entre 5% e 7% do custo total da obra. Para terrenos acidentados, tem custo muito inferior ao sistema convencional.
Estrutura em concreto armado. Sua qualidade é determinada por fatores inconstantes como mão-de-obra, temperatura, umidade do ar, matéria-prima, etc.	Estrutura em aço galvanizado. Produto com certificação internacional. Obedecem aos mais rigorosos conceitos de qualidade.
Paredes, portas e janelas com precisão em centímetros.	Paredes, portas e janelas com precisão em milímetros.
Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, tijolo, brita, etc.	É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em <i>Light Steel Framing</i> , é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo.
Durabilidade abaixo de 300 anos	Durabilidade acima de 300 anos. Existem construções nos EUA com mais de 250 anos ainda em funcionamento.
Colocação de canos e eletrodutos com quebra de paredes, desperdício de materiais e retrabalho (executar a parede, quebrá-la e depois refazê-la nos locais onde passou a tubulação ou eletrodutos).	Colocação de canos e eletrodutos sem desperdício e sem retrabalho.
Canteiro de obra sujo ou com grande dificuldade para manutenção de limpeza.	Canteiro de obra limpo e organizado.

Sistema Convencional (Alvenaria)	Sistema Light Steel Framing
o isolamento térmico é mínimo. Permite facilmente a passagem de calor pelas paredes. Custo de manutenção de temperatura alto.	o isolamento térmico é máximo. Em função da lã de vidro colocada em todas as paredes e forros, além de outras camadas, passagem de calor é dificultada pelas paredes. Custo mínimo.
Prazo de execução de obra longo e impreciso	Prazo de execução até 1/3 menor e com maior precisão
Grande utilização de água nos processos construtivos.	Utilização de água somente no processo construtivo (nas fundações). O processo é conhecido no Brasil, também, por sistema construtivo a seco.
Manutenção para reparos de defeitos ocultos (vazamentos, infiltrações, problemas elétricos, entupimentos, etc.) difícil, exigindo quebra de paredes, sendo um trabalho demorado e que não garante o resultado final de acabamento perfeito.	Manutenção simples de defeitos ocultos com a retirada do revestimento interno, localização imediata do problema, conserto e recolocação do revestimento, retoque e pintura simples.
Ampliações ou reformas demoradas, gerando na maioria dos casos transtornos e inconvenientes, com desperdício de materiais e sujeira.	Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com a possibilidade de reaproveitamento da maioria dos materiais.
Preço por metro quadrado para a construção similar ao Sistema Light Steel Framing.	Preço por metro quadrado similar a alvenaria convencional. Ao avaliar custos diretos e indiretos, em muitos casos esse sistema é mais econômico.
Pintura feita em superfície ondulada e imperfeita.	Pintura feita em superfície plana e lisa.
Resistência ao fogo.	Segurança ao fogo - não queima ou adiciona combustível para o alastramento do fogo em uma casa. Segue as normas da ABNT e Corpo de Bombeiros.

Fonte: FLASAN (2012)

Pode-se citar ainda outros benefícios e vantagens no uso do sistema LSF, quando comparado com a construção convencional, conforme Santiago *et al* (2010) *apud* Crasto, são os seguintes:

- Os produtos que constituem o sistema LSF são padronizados de tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, onde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio;
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- Facilidade na execução das ligações;
- Estrutura muito leve, permitindo uma redução de até 70% na fundação;
- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

O sistema ainda permite a redução do custo em função da otimização do tempo de fabricação e montagem da estrutura, pois algumas etapas da obra podem ser executadas concomitantemente, por exemplo, as fundações são executadas no canteiro de obra enquanto os painéis das paredes são confeccionados em fábrica (JARDIM e CAMPOS, 2005).

4. Light Steel Framing e o Déficit Habitacional Brasileiro

Sabe-se que há a necessidade de se disponibilizar, devido ao déficit habitacional, alternativas para habitação da população de baixa renda, tanto em termos de inovações tecnológicas, como em formas de acesso à moradia, buscando obter um leque maior de opções para uma população diversificada em aspectos sociais, econômicos e culturais (MORAES e SANTANA, 2003).

Conforme Santiago *et al* (2010) dificilmente este déficit habitacional poderá ser sanado utilizando somente os moldes da construção civil tradicional, devido, dentre outros fatores, à pouca disponibilidade de mão-de-obra e à lentidão intrínseca dos sistemas artesanais, que tornam a execução de moradias muito lenta e pouco produtiva. Logo, o aumento da produtividade, através da rapidez de execução e do menor emprego de mão de obra existente no LSF, representa cerca de 50% de redução do tempo no canteiro de obra. Assim, além da melhoria da qualidade da mão de obra, com a mesma força de trabalho disponível é possível a conclusão do dobro de unidades habitacionais no mesmo prazo e com custos semelhantes.

Para Vivan, Paliari e Novaes (2010) se analisarmos a produção de conjuntos habitacionais, veremos que a mesma caracteriza-se por ter um modelo repetido de construção, ou seja, a partir de uma única edificação o sistema construtivo é reproduzido para as demais unidades que formam o empreendimento.

Pode-se enumerar algumas hipóteses que podem responder porque esse sistema em estudo ainda não é muito difundido, mesmo quando o uso das mesmas possa gerar maiores benefícios para quem constrói.

Como primeira hipótese constata-se o fato de que o lucro é usado para suprir despesas eventuais, necessidades pessoais e da empresa, entre outras. Por ser de fundamental importância uma enorme concentração de capital, as empresas acabam tendo muita dificuldade para encontrar alternativas que gerem maior produtividade.

A segunda hipótese trata-se de uma questão cultural, isto é, pelo fato das pessoas utilizarem o sistema convencional há muito tempo, estarem acostumados com o mesmo, e por não confiarem num sistema que não possua

visivelmente as mesmas características de solidez do antigo sistema. Assim, as habitações construídas nos sistemas industrializados acabam não sendo muito bem aceitas pela parcela da população mais conservadora.

A terceira refere-se à oferta de mão de obra que, por ser muito grande, induz fundamentalmente à conservação dos métodos e processos construtivos tradicionais, pois a maior vantagem se encontra na continuação do uso de mão de obra barata, do que em alterar profundamente os processos construtivos.

A quarta e última hipótese tem relação com os profissionais ligados à construção civil, ou seja, os engenheiros e arquitetos, que não possuem uma preparação adequada para projetar utilizando estas novas tecnologias, considerando que em sistemas industrializados, como o *Light Steel Framing*, não se pode fazer improvisos e adaptações, devido ao cronograma rígido que é planejado com antecedência. (DOMARASCKI e FAGIANI, 2009)

Segundo Vivan *et al* (2010), diferentemente do sistema construtivo convencional, a produção de residências em LSF utiliza peças industrializadas que já estão prontas, mediante projeto, para compor a edificação, ou seja, não são necessárias atividades de conversão paralelas à obra promovidas pelos operários, de forma que essas construções são baseadas, essencialmente, em montagem, reduzindo o número de atividades necessárias para a obra.

Para Santiago *et al* (2010), os sistemas construtivos tradicionais, sobretudo a alvenaria, são sistemas que podem ser considerados pouco produtivos, uma vez que são lentos e necessitam de um grande contingente de trabalhadores para sua execução. Dessa forma, acredita-se que utilizar somente estas tecnologias artesanais não será capaz de suprir a demanda brasileira por construções e assim sanar seu gigantesco déficit habitacional.

Para Vivan *et al* (2010) a superioridade produtiva e qualitativa sobre o sistema convencional, o LSF também promove maior eficácia na utilização da Construção Enxuta como filosofia de trabalho e de suas ferramentas, garantindo às obras um caráter essencialmente de montagem que potencializa a construção de conjuntos habitacionais, cujos processos poderão ser efetivamente racionalizados viabilizando o ideal industrial moderno para a Construção Civil.

5. CONCLUSÃO

Ao analisar-se o trabalho, inicialmente pode-se perceber que o mesmo descreveu as partes fundamentais das características e etapas construtivas de cada sistema, para que se fizesse uma comparação entre ambos e salientasse o LSF como um sistema alternativo de construção de casas populares.

Como limitação do estudo, cabe ressaltar que devido à natureza da pesquisa, e a ausência de construções com o sistema LSF em andamento na região, impossibilitou analisar outras questões mais práticas, como medições para aferição de custos, de materiais e mão-de-obra, e a satisfação de clientes.

Verificando as características do sistema convencional, do sistema Light Steel Framing e comparando os índices de produtividade de ambos, pode-se perceber que o sistema Light Steel Framing leva algumas vantagens sobre o sistema construtivo convencional para resolver o problema do déficit habitacional brasileiro, principalmente por ser um sistema essencialmente pré-fabricado e de fácil execução, onde quase não existe espaço para erros, pois todas as etapas da construção e o cronograma devem ser bem planejados.

Porém deve-se salientar que, como a tecnologia do LSF é considerada como inovadora ainda no Brasil, demanda cuidados e análises redobrados, uma vez que qualquer falha nos processos de projeto e execução em obra influencia sua durabilidade. O aperfeiçoamento do sistema e sua adequação à realidade brasileira dependem de constantes discussões e análises práticas (acompanhamento das obras executadas) de vários aspectos.

Tendo em vista as razões e justificativas apresentadas, a iniciativa de promover o Sistema *Light Steel Framing* poderia partir do governo federal e de outras empresas privadas com conhecimento técnico e capital para investir, a fim de tornar sua prática comum, mais barata e resolver em curto prazo o déficit habitacional brasileiro.

Com base nos benefícios que o LSF proporciona, podemos concluir que o mesmo poderá se tornar uma tendência e um diferencial em edificações e, futuramente, se estabelecer como sistema construtivo largamente utilizado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR15253**: Perfis de aço formados a frio. Rio de Janeiro. 2005.

ARJ Instalações Elétricas e Hidráulicas, publicado na revista digital disponível em <http://www.guiamais.com.br/local/arj+instalacoes+eletricas+e+hidraulicas-construcao+civil-vila+velha-es-16487494-2>. Acesso em 22 de maio de 2012.

BATTISTELLA, F. B. **Light Steel Framing: O uso da estrutura de aço como tecnologia construtiva**. Monografia para obter título de bacharel em Engenharia Civil. Joinville - SC. 2011.

CAMPOS, A. De S. Matéria Publicada e disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>. Revista digital de Construção Civil por [Eng. Alessandro de Souza Campos](#) Acesso em 05 de junho de 2012.

CASTRO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas industrializados: Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Ouro Preto. Ouro Preto – MG. 2005.

CRASTO, R. C. M.; FREITAS, A. M. S. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Ouro Preto Ouro Preto-MG. Setembro de 2005.

CONSTANTE, Construtora Ltda. Revista digital de construção civil. Publicado na Quarta-feira do dia 08 de Julho de 2009. Disponível em: <http://constanteconstrucoes.blogspot.com.br/2009/07/novas-tecnologias-na-construcao-civil.html>. Revista digital de Construção Civil. Acesso em 02 de outubro de 2011.

DOMARASCKI C. S.; FAGIANI L. S. **Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Monografia apresentada ao Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos para obtenção do grau de Engenheiro Civil. Orientadora: Profa. Paula Cacoza Amed Albuquerque. Barretos – SP. 2009.

FABRICONSTRUÇÕES. Revista digital de Construção Civil. Disponível em <http://www.fabricconstrucoes.com.br/fundacoes.php> Acesso em 10 de junho de 2012.

FLAVIENSE, Soluções para Construção. **OSB Canteiro 1,22x 2,44m**
Revista digital de Construção Civil. Disponível em
<http://www.flaviense.com.br/compensados-mdf-eucatex-resinado-osb/osb/osb-canteiro-1-22mt-x-2-44mt.html>
Acesso em 12 de agosto de 2012

FLASAN. Soluções para Construção seco. **Comparativo Alvenaria x Steel Framing**.
Revista digital de Construção Civil. Disponível em
<http://www.flasan.com.br/comparativo-alvenaria-x-steel-framing.html>
Acesso em 15 de junho de 2012

FUTURENG. **Origens e História do LSF**. Revista digital de Construção Civil.
Disponível em <http://www.futureng.pt/origens>
Acesso em 22 de maio de 2012

GOMES, A. S. **Contribuição para a Caracterização da mão-de-obra do Sistema Light Steel Framing: um estudo de caso no município de Criciúma-SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Criciúma - SC. Universidade do Extremo Sul Catarinense. Junho de 2009.

JARDIM, G. T. da C; CAMPOS, A. de S. **Light Steel Framing: Uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da Construção Civil**. Seminário CBDA (Centro Brasileiro da Construção em Aço). Jaraguá-SP. 31 de Março de 2005.

JUNIOR, C. J. P. **Edifícios de pequeno porte contraventados com perfis de chapa fina de aço**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2004.

KUPINSKI, R. **Radier**. Publicado em 01 de Março de 2010. Disponível em:
<http://construcaoengenharia.blogspot.com.br/2010/03/radier.html>.
Revista digital de Construção Civil.
Acesso em 08/05/12.

LEANDRO. Publicado em 11 de Março de 2009. Disponível em
<http://www.guiadaobra.net/forum/fundacao/tipos-de-fundacao-t420.html>.
Revista semanal de Construção Civil.
Acesso em 23/05/12.

METÁLICA. **Sistemas Construtivos tipo Light Steel Framing para unidades habitacionais**. Disponível em <http://www.metalica.com.br/sistemas-construtivos-tipo-light-steel-frame-para-unidades-habitacionais>. Revista digital semanal de Construção em aço.
Acesso em 05 de junho de 2012.

MILAN, G. S; NOVELLO, R. V; REIS, Z. C. **A Viabilidade do Sistema Light Steel Frame para Construções Residenciais.** Artigo publicado na *Revista Gestão Industrial*. Paraná, 2011.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Déficit habitacional no Brasil 2007.** Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, 2009.

MORAES, O. B; SANTANA, M. J. A. **Tecnologia, habitação e desenvolvimento sustentável.** III ENECS - Encontro nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis. Bahia. 13 de Julho de 2003.

O LAPIS VERDE. **Light Gauge Steel Framing - Construção Limpa com Menor Custo e Maior Eficiência.** Quinta-feira 02 de Dezembro de 2010. Disponível em: <http://olapisverde.blogspot.com.br/2010/12/steel-frame-construcao-limpa-menor.html>. Revista digital sobre Arquitetura, Arte, Desenho, Paisagismo e Urbanismo. Acesso em 10 de abril de 2012.

OLIVEIRA, A. B. F; BIELER, H. E; SOUZA, H. A. **Inserção de sistemas de Construção industrializados de ciclo estruturados em aço no mercado da Construção Civil Residencial brasileira.** Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica - CONSTRUMETAL 2012.

OLIVEIRA, G. V. **Análise Comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o Sistema Construtivo Tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares.** Monografia. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB. 2012.

PEREIRA, P. **Construção e Arquitectura.** Artigo. STC – Sociedade, Tecnologia e Ciência. Portugal. 2009.

PET ENGENHARIA CIVIL. **Light Steel Framing.** Publicado em 06 de Fevereiro de 2012. Disponível em <http://blogdopetcivil.com/2012/02/06/light-steel-framing/>. Revista digital sobre notícias, inovações. Acesso em 21 de maio de 2012.

PONTE, V. M. R; OLIVEIRA, M. C; MOURA, H. J; BARBOSA, J. V. **Análise Das Metodologias E Técnicas De Pesquisas Adotadas Nos Estudos Brasileiros Sobre *Balanced Scorecard*: Um Estudo Dos Artigos Publicados No Período De 1999 A 2006.** Artigo. Universidade Federal de Fortaleza. Fortaleza/ Ceará.2007.

REGO, D. J. M. **Estruturas de Edifícios em Light Steel Framing**. Dissertação apresentada à Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa – Portugal. Novembro de 2012.

REMY, F. **Etapas da obra passo a passo**. Publicado no Domingo do dia 11 de julho de 2010. Disponível em

<http://engenheirofabioremy.blogspot.com.br/2010/07/etapas-da-obra-passo-passo.html>

Revista digital de Construção Civil.

Acesso em 22 de maio de 2012.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: Engenharia**. Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS)/Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA). Rio de Janeiro, 2006.

SANTIAGO A. K.; RODRIGUES M. N.; OLIVEIRA M. S. De. **Light Steel Framing Como Alternativa Para A Construção De Moradias Populares**. 2010. Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica. São Paulo. 31 de agosto de 2010.

SOUSA, A. M. J. de; MARTINS, N. T. B. S. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins. Palmas – TO. 2009.

VIVAN, A. L; PALIARI, J. C; NOVAES C. C. **Vantagem produtiva do sistema *light steel framing*: da construção enxuta à racionalização construtiva**. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Canela/Rio Grande do Sul. Outubro de 2010.