

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALESSANDRA SANTANA CALEGARI

**DETALHES CONSTRUTIVOS EM OBRAS TÉRREAS DO SISTEMA
LIGHT STEEL FRAMING**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

ALESSANDRA SANTANA CALEGARI

**DETALHES CONSTRUTIVOS EM OBRAS TÉRREAS DO SISTEMA
LIGHT STEEL FRAMING**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Me. Valdomiro
Lubachevski Kurta

CAMPO MOURÃO

2015



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
DACOC – Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil

TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso

DETALHES CONSTRUTIVOS EM OBRAS TÉRREAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

Por

Alessandra Santana Calegari

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 13h 50 min do dia 27 de Novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Me. Adalberto Luiz Rodrigues
Oliveira**
(UTFPR)

Prof. Ronaldo Rigobello
(UTFPR)

Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Profª Dr Leandro Waidemam

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Nenhuma batalha é vencida sozinha. No decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao meu lado e percorreram este caminho como verdadeiros soldados, estimulando que eu buscasse a minha vitória e conquistasse meu sonho.

É difícil agradecer por um trabalho de um ano que na verdade foi precedido por muitos anos de preparação. Ao fim destes anos de muita luta, sou grata a Deus que foi fundamental na minha trajetória, iluminou meu caminho, me ouviu nos momentos difíceis, me confortou e me deu forças para chegar onde eu estou.

Agradeço aos meus pais, que não só agora, mas em toda a vida estiveram comigo, ao meu lado, fornecendo o apoio, compreensão e estímulo em todos os momentos. Incentivaram-me a estudar, acreditaram no meu potencial e me oportunizaram a estudar o Curso de Engenharia Civil nesta Universidade, mesmo com dificuldades e ouvindo críticas, sempre estiveram ao meu lado.

Mãe, pai, se eu pudesse voltar à vida, em outros momentos, e tivesse a oportunidade de escolher meus pais, seriam vocês os escolhidos, pois tenho a certeza de que são os melhores pais do mundo. Tenho muito orgulho em ter vocês como meus pais, eu amo vocês.

Agradeço a minha mãe Nair, meu pai Pedro, meus irmãos Rogério e Alex, minha cunhada Lucivana, pela paciência, compreensão e toda a ajuda que me deram e dão até hoje. Tenho orgulho de fazer parte dessa família, que me ensina diariamente que o maior valor que se pode ter na vida, é o amor verdadeiro.

Agradeço minha família, que me ensinou a ser uma mulher de força e um ser humano íntegro, com caráter, coragem e dignidade para enfrentar a vida. Uma família a qual me deixou livre para seguir minhas escolhas, porém sempre indicando o caminho correto.

Agradeço a professora, amiga Claudete Cargnin, por ter me escolhido, por ter me acolhido, de forma incansável, me apoiou e incentivou durante os últimos anos da graduação, esteve presente nos momentos difíceis e me falando que tudo iria melhorar, que Deus te conserve sempre assim, essa pessoa generosa, que se preocupa em doar um pouco do seu amor às pessoas em sua volta.

Ao professor orientador professor Me. Valdomiro Lubachevski Kurta que me apoiou e esteve presente nos momentos de pesquisa e na árdua tarefa de desenvolvimento da escrita deste trabalho. Aos demais professores da UTFPR que fizeram parte da minha graduação, em especial aos professores do departamento de engenharia civil.

Agradeço também aos meus amigos, que tanto me apoiaram e acreditaram em mim, e nas minhas ideias, que na maioria das vezes eram as mais malucas possíveis! E aos colegas formandos que fizeram parte da minha história e que levarei em minha memória. Agradeço também os meus amigos distantes, que, mesmo longe, sempre estiveram me apoiando, torcendo por mim e por compreender porque muitas vezes eu não estive presente.

Agradeço pela colaboração da Empresa Montaggio Wood e Steel Frame que disponibilizou diversas visitas às suas instalações, viabilizando a elaboração deste trabalho. Aos profissionais do setor que dedicaram parte de seu tempo para transmitir os conhecimentos necessários, em especial ao Sr. Marcio Lima, gostaria de ratificar a sua competência, participação com discussões, sugestões que fizeram possível a realização deste trabalho.

Agradeço a todos da empresa Viacarta Engenharia, por acreditar no meu potencial e colaboraram de forma direta com o meu desenvolvimento profissional ainda no período de estágio da graduação, me acolhendo e conduzindo a ideais humanísticos e de solidariedade para com o próximo, desenvolvendo laços de carinho e amizade, mostrando que amar o que fazemos é o primeiro passo para o sucesso pessoal e profissional.

E, por fim, a todos que não foram citados diretamente, mas que contribuíram de forma direta ou indireta para a minha formação acadêmica.

RESUMO

CALEGARI, Alessandra Santana. **Detalhes construtivos em obras térreas do sistema Light Steel Framing**. 2015. 71 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O presente trabalho aborda os detalhes construtivos de uma obra na cidade de Corbélia- Paraná, no sistema construtivo Light Steel Framing, um sistema pouco conhecido no Brasil, que se caracteriza pela montagem de painéis de perfis de aço galvanizado, o qual tem como vantagens principais o tempo de execução reduzido e menor geração de resíduos. Os resultados foram obtidos por meio de visitas à obra em fase de execução, nas quais foram analisadas a montagem do sistema construtivo, desde a execução da fundação ao fechamento vertical. Constatou-se que, para o sucesso da obra, é imprescindível mão de obra especializada, além e seguir todos os parâmetros necessários para a montagem.

Palavras-chave: Light Steel Framing. Detalhes construtivos. Montagem.

ABSTRACT

CALEGARI, Alessandra Santana. **Constructive details in single-story constructions of the Light Steel Framing system.** 2015. 71 pages.

This paper addresses the constructive details of a construction located in the city of Corbélia Paraná, in the constructive system named Light Steel Framing, system little-known in Brazil, that is characterised by the installation of panels of profiles of galvanized steel, which has the main objective having the runtime reduce and the less generation of residues. The ratings were obtained through visisting construtuins in its execution phase, from its foundation to vertical clamping. It was found that, for the sucess of the construction, is vital to have specialist manpower, besides following all the necessary parametres to the assembly.

Keywords: Light Steel Framing. Constructive Details. Assembly.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fabricação por perfilagem de perfis seção Ue.....	18
Figura 2 - Montagem de painel em Light Steel Framing no canteiro de obras.	22
Figura 3 - Painéis em Light Steel Framing produzidos em fábrica e transportados para obra.	23
Figura 4 - Montagem de painéis pré-fabricados em Light Steel Framing com acabamento executado previamente.	24
Figura 5 - Construção de edifício em módulos.	25
Figura 6 – Fundação tipo laje radier com instalações hidrossanitárias e elétricas aparentes.	26
Figura 7 - Detalhe esquemático de ancoragem de um painel estrutural a uma laje de radier.	27
Figura 8 - Aplicação de fundação em sapata corrida.	28
Figura 9 - Corte detalhado de fundação tipo sapata corrida.	29
Figura 10 - Efeitos da carga do vento na estrutura a) Translação; b) Rotação.	30
Figura 11 - Barra roscada.	31
Figura 12 - Detalhe da ancoragem química na fundação.....	31
Figura 13 - Detalhe do conector de ancoragem e barra roscada utilizados no sistema Light Steel Framing.	32
Figura 14 - Fitas metálicas para ancoragem e estabilização de painéis.	33
Figura 15 - Bolt sem camisa de expansão.	34
Figura 16 - Bolt com camisa de expansão.	34
Figura 17 - Pistola para fixação a pólvora.	35
Figura 18 - Esquema de fechamento em Light Steel Framing.	36
Figura 19 - Figura com esquema para transpasse das placas de fechamento.	38
Figura 20 - Figura com esquema de recorte em aberturas.	39
Figura 21 - Fotografia de placa OSB.....	40
Figura 22 - Placas de acabamento instaladas de forma defasada na horizontal e na vertical e com juntas não alinhadas com portas ou janelas.	41
Figura 23 - Esquema de montagem em placa OSB.	42
Figura 24 - Fixação de placas cimentícias, nas quais as medidas de A e B são variáveis em função dos fabricantes.	43
Figura 25 - Tipos de gesso acartonado.....	44
Figura 26 - Esquema de montagem placas em gesso acartonado.	45
Figura 27 - Guias e montantes de 3 metros.	51
Figura 28 - Guias e montantes de 6 metros.	52
Figura 29 - Central de montagem no canteiro de obra.....	53
Figura 30 – Montagem dos perfis de aço.	53
Figura 31 – Terreno nivelado.	54

Figura 32 – Lona de impermeabilização e instalações elétricas e hidráulicas	55
Figura 33 – Laje radier concretada.....	56
Figura 34 – Fixação de um parafuso autobrocante.....	57
Figura 35 – Painéis com viga-caixa.....	57
Figura 36 - Painéis com viga treliçada.	58
Figura 37 – Fixação do painel na laje radier.....	59
Figura 38 – Instalações hidráulicas.....	60
Figura 39 – Placa cimentícia colocada.....	62
Figura 40 – Membrana hidrófuga.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para Steel Framing, conforme NBR 6355.....	21
Tabela 2 - Especificações da Placa OSB estrutural.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Designações dos perfis de aço formados a frio para o uso em Steel Framing e suas respectivas aplicações.....	20
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CRFS	Cimento Reforçado com Fio Sintético
LSF	Light Steel Framing
NBR	Normas Brasileiras
OSB	Oriented Strand Board ou Painel de Tiras Orientadas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
2 O SISTEMA CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING.....	16
2.1 HISTÓRICO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING.....	16
2.2 PERFIS FORMADOS A FRIO E SUA UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL 17	
2.2.1 Tipos de perfis utilizados	19
2.3 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO	21
2.3.1 Método “stick”	22
2.3.2 Método por painéis	23
2.3.3 Construção Modular.....	24
2.4 TIPOS DE FUNDAÇÕES USADOS NO SISTEMA CONSTRUTIVO.....	25
2.4.1 Fundação tipo laje Radier	25
2.4.2 Sapata corrida ou viga baldrame	27
2.5 FIXAÇÃO DE PAINÉIS NA FUNDAÇÃO	29
2.5.1 Ancoragem química com barra roscada	30
2.5.2 Ancoragem com fita metálica.....	32
2.5.3 Ancoragem com chumbadores de expansão.....	33
2.5.4 Ancoragem provisória	34
2.6 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO	35
2.6.1 Isolamento Térmico	36
2.6.2 Isolamento Acústico.....	36
2.7 FECHAMENTO VERTICAL	37
2.7.1 Painéis de OSB.....	39
2.7.2 Placas Cimentícias	42
2.7.3 Placas de Gesso Acartonado.....	43
2.8 VANTAGENS NO USO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING	45
2.8.1 Aplicações	46
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	47
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	48
4.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DA ESTRUTURA UTILIZADOS.....	48
4.1.1 Guias Horizontais.....	48
4.1.2 Montantes Verticais	48
4.1.3 Fitas de Aço Galvanizado	48
4.1.4 Parafusos.....	49

4.1.5 Ferramentas.....	49
4.1.6 Placas OSB.....	49
4.1.7 Placas Cimentícias	50
4.1.8 Placas de Gesso.....	50
4.1.9 Membrana hidrófuga.....	50
4.1.10 Lã de Vidro	51
4.2 TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS	51
4.3 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DA OBRA.....	52
4.3.1 Método Stick.....	53
4.4 TIPO DE FUNDAÇÃO UTILIZADA	53
4.5 MONTAGEM DOS PAINÉIS	56
4.6 FIXAÇÃO DE PAINÉIS NA FUNDAÇÃO	58
4.6.1 Ancoragem dos painéis com chumbadores	59
4.7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS.....	59
4.8 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO	60
4.9 FECHAMENTO VERTICAL	60
4.9.1 Placas de OSB.....	61
4.9.2 Placas Cimentícias	61
4.9.3 Placas de Gesso Acartonado.....	62
4.9.4 Membrana hidrófuga.....	62
5 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Atualmente no Brasil, vem crescendo a utilização do sistema construtivo Light Steel Framing, principalmente em obras de habitações residenciais unifamiliares. Esse tipo de sistema construtivo pode contribuir para o aumento do nível de especialização da mão de obra e estabelecer altos padrões para as construções. (SANTIAGO, 2008).

Ainda, Santiago (2008) ressalta que 35% das patologias decorrentes de conjuntos habitacionais, que utilizaram o sistema construtivo convencional, foram causadas por falhas de projetos e falhas durante a execução. O Light Steel Framing utiliza-se de um sistema industrializado que contribui para a qualidade da edificação e maior eficácia durante a fase de projeto e execução.

Para a utilização do Light Steel Framing é necessário um planejamento extremamente minucioso e cuidadoso com os projetos arquitetônico, elétrico, hidráulico e estrutural. Isso ocorre devido ao fato de que o sistema industrializado não admite improvisações e alterações no projeto durante a execução da obra, os quais geram custos extremamente altos. A fase de montagem da obra deve seguir criteriosamente as sequências de montagem e as interferências entre subsistemas, potencializando a produtividade e a qualidade para as obras industrializadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é comparar o referencial teórico com a execução da montagem, e das atividades de fixação de painéis e fechamento vertical em habitações unifamiliares com um pavimento, de médio padrão, construídos no sistema Light Steel Framing.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer as vantagens do sistema construtivo Light Steel Framing;
- Especificar os métodos de construção do sistema construtivo Light Steel Framing;
- Associar as sequências de montagens da estrutura de residências em Light Steel Framing;
- Analisar os detalhes construtivos de Light Steel Framing, na execução da obra, sob a luz do referencial teórico apresentado.

1.3 JUSTIFICATIVA

Com a escassez de matérias primas não renováveis, como a falta de recursos hídricos e o aquecimento global, tem-se a necessidade da utilização, cada vez mais frequente, de materiais alternativos e recicláveis. Empresas do setor da construção civil buscam alternativas para substituir o sistema construtivo tradicional, por outros de qualidade similar ou até mesmo superior.

Uma dessas alternativas, surgida devido ao aumento na demanda do mercado da construção civil e o avanço da tecnologia, é o sistema “Light Steel Framing”. Se trata de um método construtivo rápido, limpo, mas que exige uma mão de obra especializada para sua montagem.

No método construtivo Light Steel Framing, é essencial o projeto dos detalhes construtivos para a montagem da obra. A especificação dos materiais e componentes pode evitar problemas durante a execução e durante a pós-ocupação da obra, sendo ainda necessário pessoas treinadas para a montagem.

De acordo com Teixeira (2007), os maiores problemas com esse tipo de sistema construtivo são provenientes de deficiências na execução do projeto, se referem às ligações entre os elementos da construção, os quais, quando não detalhadas ou se não forem seguidas adequadamente, podem comprometer a qualidade da obra, diminuindo a agilidade da construção e conseqüentemente aumentando o custo da estrutura devido aos retrabalhos.

O uso dos sistemas industrializados, como o Light Steel Framing, reduz perdas de materiais e os custos com o entulho da obra. Já o controle dos materiais pré-fabricados é maior, quando montados corretamente, conforme afirmam Granja e Jacomit (2010):

O processo de montagem de peças pré-fabricadas no canteiro permite maior agilidade e maior controle das variáveis em relação à construção convencional, em função da fabricação de partes do edifício no ambiente controlado de uma fábrica. Dessa forma, estar-se-ia menos exposto aos riscos geralmente associados à construção. (GRANJA; JACOMIT, 2010. p. 159).

Para Gomes (2009), uma das maiores dificuldades para implementação e eficiência do método é a mão de obra, a qual exige treinamento para se evitar problemas na montagem, desperdícios e atrasos no cronograma de execução, a fim de se obter um aumento na produtividade. Fujimoto (2002) afirma que “[...] todo trabalhador necessita de treinamento para se ter uma visão geral das características de novos equipamentos, pré-fabricação e os métodos modernos”. Para Ghoubar (2012):

Compete a um sistema construtivo industrializado da construção, e particularmente destinado à habitação econômica-popular, buscar a redução dos custos da construção (no que se refere a aspectos de obra e gestão) através de uma escala de produção economicamente adequada a ela, o que por sua vez exige uma sustentabilidade no fluxo de obras, por certo prazo de tempo, para permitir a amortização dos investimentos e a formação de uma mão de obra numerosa e qualificada. (GHOUBAR, 2012, s/p).

Assim como Ghoubar (2012) afirma, com a evolução na construção civil, esses novos sistemas construtivos industrializados, se forem executados corretamente, conforme a maior escala na produção, promovendo agilidade e diminuindo custo de mão de obra e atrasos. Espera-se que este trabalho promova o aprofundamento no conhecimento dos detalhes construtivos do sistema Light Steel Framing empregados, em obras térreas.

2 O SISTEMA CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING

2.1 HISTÓRICO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LIGHT STEEL FRAMING

No início do século XX, o sistema construtivo em Light Steel Framing começou a se desenvolver com tecnologias em aço nas construções norte americanas. Porém, apenas na última década do século ocorreu um impulso para a utilização do sistema construtivo, devido aos desastres causados pelo furacão Andrew. (CAMPOS, 2014; SANTIAGO, 2008, apud JARDIM e CAMPOS, 2005).

Segundo os autores, “a maioria das residências em Light Wood Framing não resistiu aos impactos dos eventos naturais” (CAMPOS, 2014, s/p), entretanto, verificou-se que construções em Light Steel Framing possuíam uma resistência maior aos furacões. Isso fez com que as empresas de seguros passassem a incentivar o uso desse sistema.

O Light Steel Framing é considerado um sistema construtivo seco, pela racionalização da água, que é apenas utilizada para a fundação e o assentamento do revestimento cerâmico. Os perfis para o Light Steel Framing podem ser encontrados com alturas e dimensões diferentes e elementos com seções diferenciadas. São perfis de aço galvanizado, formados a frio, conforme é explicado por Santiago, Freitas e Crasto (2012):

Processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural do aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjuntos para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma à mesma. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012, s/p).

Para Campos (2014), o surgimento do sistema construtivo no Brasil veio pela iniciativa privada, trazida primeiramente pela franquia de hambúrgueres Mc Donald's e a Ipiranga Produtos de Petróleo. Foram utilizados o sistema com o intuito de agilidade do tempo de execução da obra.

No Brasil, existe apenas uma norma específica para o Light Steel Framing, a NBR 15253 - “Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis

reticulados em edificações – Requisitos gerais”, que passou a incentivar o uso do sistema Light Steel Framing.

A norma NBR 15253 “especifica os requisitos mínimos para os perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados destinados à execução de paredes com ou sem função estrutural, estruturas de entrepisos, forros, telhados e revestimentos das edificações Light Steel Framing. Os tipos de revestimentos metálicos de que trata na norma é: zincado pelo processo contínuo de imersão a quente; zincado pelo processo contínuo de eletrodeposição; liga alumínio zinco pelo processo contínuo de imersão a quente”.

Dentro do conjunto de Normas da ABNT, algumas podem ser utilizadas no sistema Light Steel Framing, como a NBR 15758 – “Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall – Projeto e procedimentos executivos para montagem”.

Infelizmente, no Brasil, não há normalização que abrange o detalhamento construtivo do Light Steel Framing. O projeto dos detalhes é essencial para a eficiência na execução da obra. A maioria das reclamações de problemas e patologias encontrados no sistema está relacionada à falta ou má resolução dos projetos de detalhamento, à falta de gestão do processo de projeto e à falta de uma mão de obra especializada. (SANTIAGO, 2008).

2.2 PERFIS FORMADOS A FRIO E SUA UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Castro e Freitas (2006), citam que os perfis formados a frio de aço podem ser obtidos de duas formas: por dobramento utilizando-se de prensa dobradeira ou por perfilagem em conjuntos de matrizes rotativas. Ainda informam que o termo “formado a frio” vem do fato desses perfis serem o resultado de operações que ocorrem a temperatura ambiente. A figura 1 apresenta o processo de fabricação por perfilagem.



Figura 1 – Fabricação por perfilagem de perfis seção Ue.
Fonte: Trebilcock,1994, apud Crasto, 2005, s/p.

Segundo Crasto (2005), com a evolução da construção civil e o avanço das tecnologias, a industrialização das peças para o sistema construtivo Light Steel Framing tornou as estruturas mais leves. A utilização dos perfis de aço formados a frio tem despertado o crescimento rápido na indústria Brasileira, por proporcionar uma construção industrializada e a seco.

De acordo com Campos (2014), a montagem ocorre:

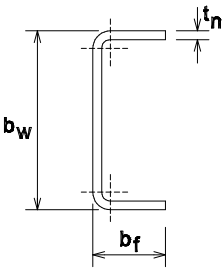
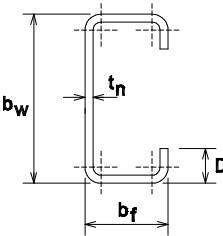
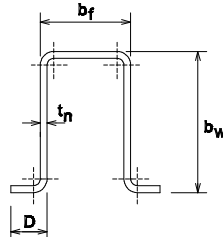
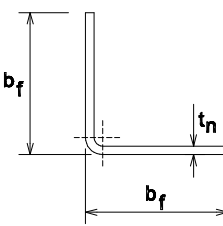
[...], com o uso de fundações simplificadas e infraestrutura pré fabricada pode ser executada de duas maneiras diferentes. A primeira e mais encontrada é a montagem dos painéis estruturais no próprio canteiro de obras a partir de perfis encontrados comercialmente. A segunda opção é a montagem dos painéis no galpão da construtora. Os painéis seguem prontos para o canteiro, acontecendo apenas a montagem do sistema, garantido agilidade e barateando o custo com a mão de obra. (CAMPOS, 2014, s/p).

A utilização de perfis de aço “na composição de painéis estruturais de paredes, vigas de piso, vigas secundarias, treliças, tesouras de telhado, entre outros componentes”, (SANTIAGO, RODRIGUES E OLIVEIRA, 2010, s/p), caracterizam a agilidade e padronização na obra. Encontra-se uma diversidade de fornecedores e montadores do sistema no Brasil, porém, para a montagem, é necessário um

treinamento básico e isso ainda é um obstáculo, por existir a falta de mão de obra especializada, para a eficiência do sistema construtivo.

2.2.1 Tipos de perfis utilizados

Para Crasto (2005), a construção civil utiliza seções com o formato em “C”, “U” simples ou “Ue” enrijecido (Ue), a tabela 1 – “apresenta as seções transversais dos perfis utilizados e suas aplicações.” A seção “U” é usada como guia na base e no topo dos painéis por possuir uma alma (b_w) e a mesa (b_f), não possui a borda (D) presente no montante. “As guias geralmente não transmitem nem absorvem os esforços, sendo isto feito pelos montantes, vigas e eventualmente pilares presentes na estrutura.” (CRASTO, 2005, s/p).

Seção transversal	Série designação NBR 6355	Utilização
	<p>U simples</p> <p>$U\ b_w \times b_f \times t_n$</p>	<p>Guia</p> <p>Ripa</p> <p>Bloqueador</p> <p>Sanefa</p>
	<p>U enrijecido</p> <p>$Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Bloqueador</p> <p>Enrijecedor de alma</p> <p>Montante</p> <p>Verga</p> <p>Viga</p>
	<p>Cartola</p> <p>$Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Ripa</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais</p> <p>$L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$</p>	<p>Cantoneira</p>

Quadro 1 – Designações dos perfis de aço formados a frio para o uso em Steel Framing e suas respectivas aplicações

Fonte: NBR 15253: 2003

De acordo com Crasto (2005):

As dimensões da alma dos perfis Ue variam geralmente de 90 a 300 mm (medidas externas), apesar de ser possível utilizar outras dimensões. No Brasil, as dimensões comercializadas são 90, 140 e 200 mm. E as mesas

podem variar de 35 a 40 mm, dependendo do fabricante e do tipo de perfil (Tabela 1). Ou outros perfis que podem ser necessários para estruturas de Steel Framing são tiras planas, cantoneiras e cartolas. (CRASTO, 2005, s/p).

Tabela 1 - Dimensões Nominais Usuais dos Perfis de Aço para Steel Framing, conforme NBR 6355.

DIMENSÕES (mm)	DESIGNAÇÃO	LARGURA DA ALMA b_w (mm)	LARGURA DA MESA b_f (mm)	LARGURA DO ENRIJECEDOR DE BORDA – D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue140x40	Montante	140	40	12
Ue 200x40	Montante	200	40	12
Ue 250x40	Montante	250	40	12
Ue 300x40	Montante	300	40	12
U 90x40	Guia	92	38	-
U 140x40	Guia	142	38	-
U 200x40	Guia	202	38	-
U 250x40	Guia	252	38	-
U 300x40	Guia	302	38	-
L 150x40	Cantoneira de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneira de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneira de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2004 apud. Crasto, 2005

Conforme afirma Crasto (2005), as tiras e fitas possuem variedade nas larguras. São usadas para a estabilização dos painéis e a formação de ligações. Já as cantoneiras são usadas em conexões onde o perfil Ue não é adequado e o cartola é empregado como ripas de telhados.

2.3 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

Há essencialmente três métodos de construção utilizando o Light Steel Framing: o método “stick”, método por painéis e método de construção modular. (CRASTO e FREITAS, 2006; SANTIAGO, 2008; LIMA, 2013; PRUDÊNCIO, 2013; BRASILIT, 2014).

2.3.1 Método “stick”

Indicado para obras onde a pré-fabricação não é viável. A montagem dos painéis, lajes, colunas, e treliças de telhados ocorrem no local (Figura 2), facilitando o transporte até o local de instalação. (CRASTO e FREITAS, 2006; SANTIAGO, 2008; LIMA, 2013; PRUDÊNCIO, 2013; BRASILIT, 2014).



Figura 2 - Montagem de painel em Light Steel Framing no canteiro de obras.

Fonte: Santiago, 2008.

Os perfis podem vir pré-vazados para a passagem de subsistemas como hidráulico e elétrico, os quais são instalados posteriormente à montagem da estrutura, com a facilidade de execução das ligações entre os elementos, apesar de um aumento de atividades na obra. (CRASTO e FREITAS, 2006; SANTIAGO, 2008; LIMA, 2013; PRUDÊNCIO, 2013; BRASILIT, 2014).

2.3.2 Método por painéis

Nesse método, os elementos como painéis, treliças de telhado, contraventamentos e lajes, podem ser pré-fabricados fora do canteiro de obra, transportados e montados no local (Figura 3). Os materiais de acabamento também podem ser aplicados na fábrica, reduzindo o tempo de trabalho na obra (Figura 4) e contando com um rigoroso controle de qualidade. (CRASTO e FREITAS, 2006; SANTIAGO, 2008; LIMA, 2013; PRUDÊNCIO, 2013; BRASILIT, 2014).



Figura 3 - Painéis em Light Steel Framing produzidos em fábrica e transportados para obra.

Fonte: AEGIS METAL FRAMING, 2007, apud Santiago, 2008, s/p.



Figura 4 - Montagem de painéis pré-fabricados em Light Steel Framing com acabamento executado previamente.
Fonte: AEGIS METAL FRAMING, 2007, apud Santiago, 2008, s/p.

2.3.3 Construção Modular

É constituído por unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no canteiro de obra com todos os acabamentos internos, inclusive o mobiliário fixo e instalações dos subsistemas. Os módulos podem ser montados lado a lado, ou uma sobre as outras, na forma da construção final (Figura 5). (CRASTO e FREITAS, 2006; SANTIAGO, 2008; LIMA, 2013; PRUDÊNCIO, 2013; BRASILIT, 2014).



Figura 5 - Construção de edifício em módulos.
Fonte: Santiago, 2008, s/p.

2.4 TIPOS DE FUNDAÇÕES USADOS NO SISTEMA CONSTRUTIVO

Segundo Brasilit (2014), o Light Steel Framing é um sistema leve e autoportante, ou seja, possui a capacidade de suportar o seu próprio peso, exigindo bem menos da fundação em relação a outros sistemas construtivos. Entretanto, é necessário que a fundação seja nivelada e em esquadro, devido à estrutura distribuir a carga de maneira uniformemente em toda a sua extensão.

Ainda segundo Brasilit (2014), a fundação é executada conforme o sistema construtivo convencional e deverá ser em concreto armado ou protendido. Deve-se observar a impermeabilização a fim de evitar infiltrações e umidade. Também requer um projeto detalhado para possibilitar a precisão na montagem da estrutura. As fundações mais empregadas nas construções em light steel framing é o radier, sapatas corridas ou vigas baldrame.

2.4.1 Fundação tipo laje Radier

Segundo Brasilit (2014), a fundação do tipo laje radier é o principal tipo de fundação para o sistema construtivo Light Steel Framing. Utilizada quando o solo tem baixa capacidade de carga e deseja-se uniformizar os recalques. É uma fundação rasa e direta que transmite ações e as distribui para o solo (Figura 6). As

instalações elétricas e hidráulicas da edificação devem ser executadas previamente na fundação e ser precisas em relação às posições dos furos, para não causar transtornos na montagem dos painéis e nas instalações das tubulações e dos acessórios.



Figura 6 – Fundação tipo laje radier com instalações hidrossanitárias e elétricas aparentes.

Fonte: Disponível em: www.globalwoodbrasil.com.br

Antes da execução, o nível e o seu prumo devem ser observados. Também deve ser construída uma manta de impermeabilização. Existem as vigas que ficam sobre as paredes estruturais em todo o seu perímetro, fazendo com que a estrutura da fundação seja mais rígida em seu plano (Figura 7). BRASILIT (2014).

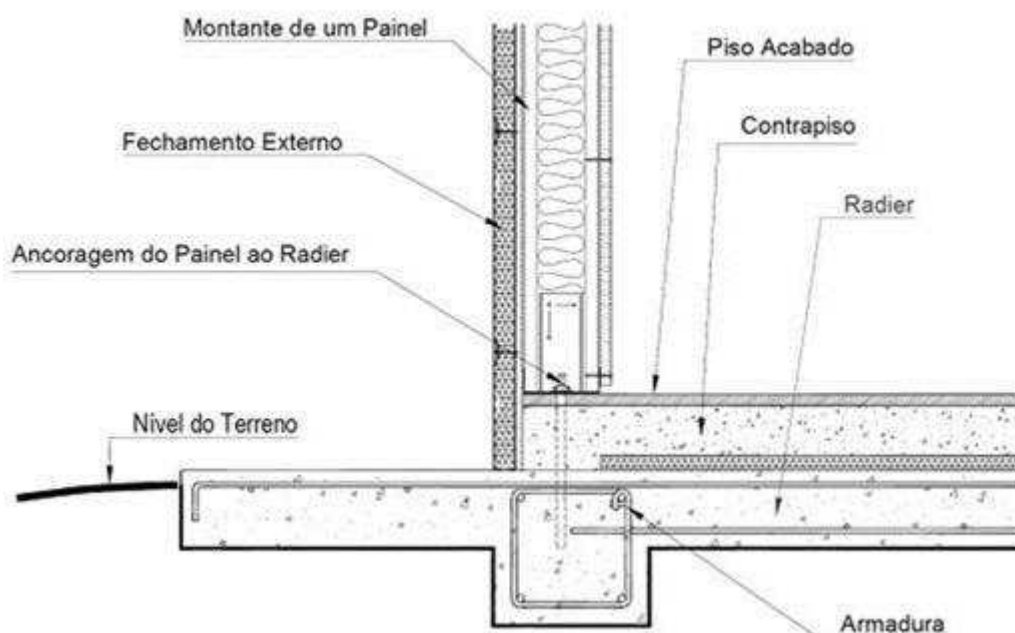


Figura 7 - Detalhe esquemático de ancoragem de um painel estrutural a uma laje de radier.

Fonte: Adaptado de Consul Steel, 2002, apud Brasilit 2014, s/p, apud.

2.4.2 Sapata corrida ou viga baldrame

Sapata corrida ou viga baldrame é uma estrutura prismática (Figura 8) que pode ser de concreto armado, de blocos de concreto, de alvenaria de pedra rachão ou até mesmo de alvenaria de tijolos cerâmicos, responsável por melhorar a distribuição das cargas no solo, devido o contato com o mesmo. (SOUZA; MARTINS, 2009).

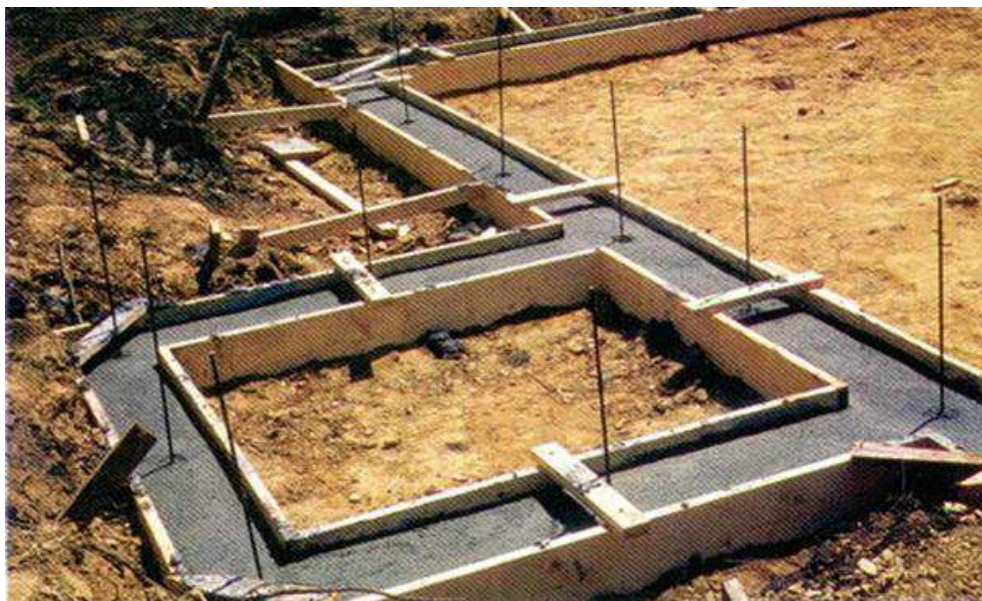


Figura 8 - Aplicação de fundação em sapata corrida.

Fonte: Disponível em: www.lojadorevestimento.wordpress.com

Ainda de acordo com Souza e Martins (2009), para esse tipo de fundação, o contrapiso do térreo pode ser executado em concreto ou em perfis formados a frio, apoiados na fundação que funciona como uma laje. Na Figura 9 podemos ver um esquema básico de uma sapata corrida sustentando os painéis do sistema Light Steel Framing e o contrapiso seco formado por perfis de aço.

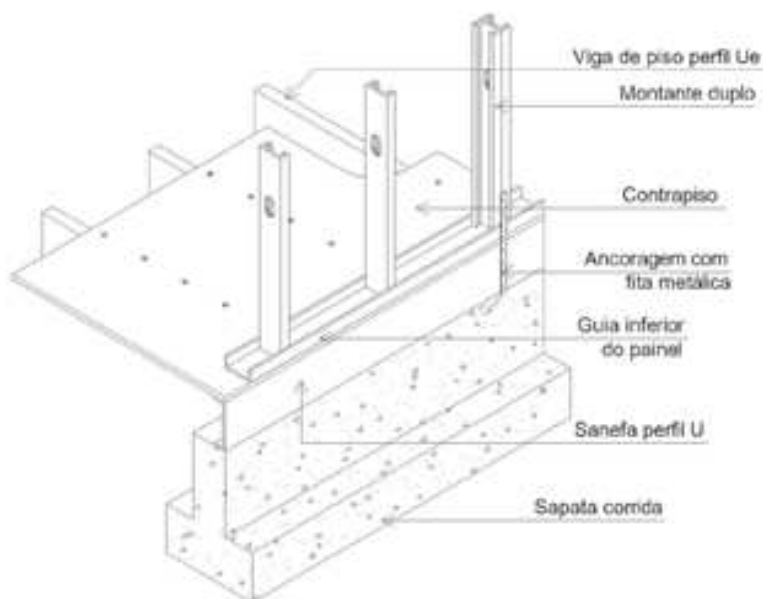


Figura 9 - Corte detalhado de fundação tipo sapata corrida.
Fonte: Crasto, Freitas, 2006, s/p.

2.5 FIXAÇÃO DE PAINÉIS NA FUNDAÇÃO

Segundo Vivan (2011), para fundação radier ou sapata corrida, é feita a fixação dos painéis para evitar a movimentação da estrutura devido à pressão do vento, que causa efeitos como translação e rotação. A translação é o deslocamento lateral da parte superior da estrutura (Figura 10.a) e a rotação é o deslocamento que tende a rotacionar a estrutura a partir do desprendimento da base (Figura 10.b).

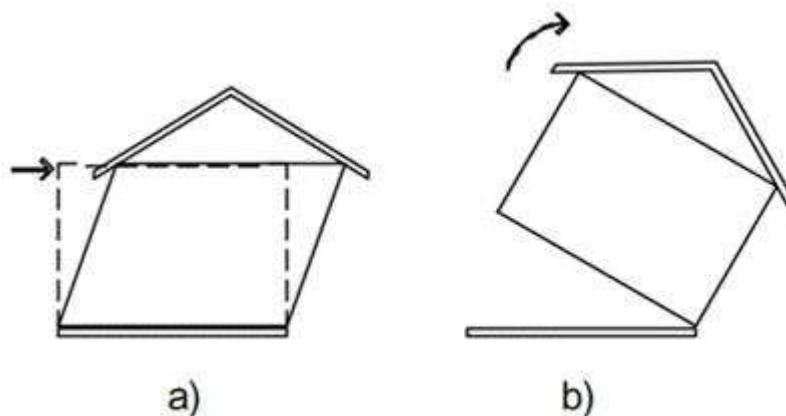


Figura 10 - Efeitos da carga do vento na estrutura a) Translação; b) Rotação.
Fonte: Castro, 2006, s/p.

Para a estrutura resistir a esses esforços, é necessário que haja ancoragem dos painéis, cuja escolha deve ser feita mediante as solicitações estruturais das edificações. “Todos os tipos de ancoragem necessitam de uma guia formada por um perfil estrutural posicionada na posição horizontal onde estão fixados os montantes dos painéis.” (VIVAN, 2011, s/p).

As ancoragens mais utilizadas para fixação de painéis em Light Steel Framing são: ancoragem química com barra rosca, ancoragem com fita metálica, ancoragem com chumbadores e ancoragem provisória. (CRASTO, 2005; FREITAS; CRASTO, 2006; VIVAN, 2011.)

2.5.1 Ancoragem química com barra rosca

A ancoragem química é feita após a concretagem da fundação, por meio da fixação da barra rosca com arruela e porca (Figura 11) no concreto após a perfuração. (CRASTO, 2005; FREITAS; CRASTO, 2006; VIVAN, 2011).



Figura 11 - Barra roscada.
Fonte: FISCHER, 2010; apud Vivan, 2011, s/p.

Coloca-se um adesivo químico a base de epóxi, para que a estrutura da edificação fique devidamente engastada pelo produto químico, por meio do conector de ancoragem que se ajusta no montante da estrutura (Figura 12 e 13). (CRASTO, 2005; FREITAS; CRASTO, 2006; VIVAN, 2011).

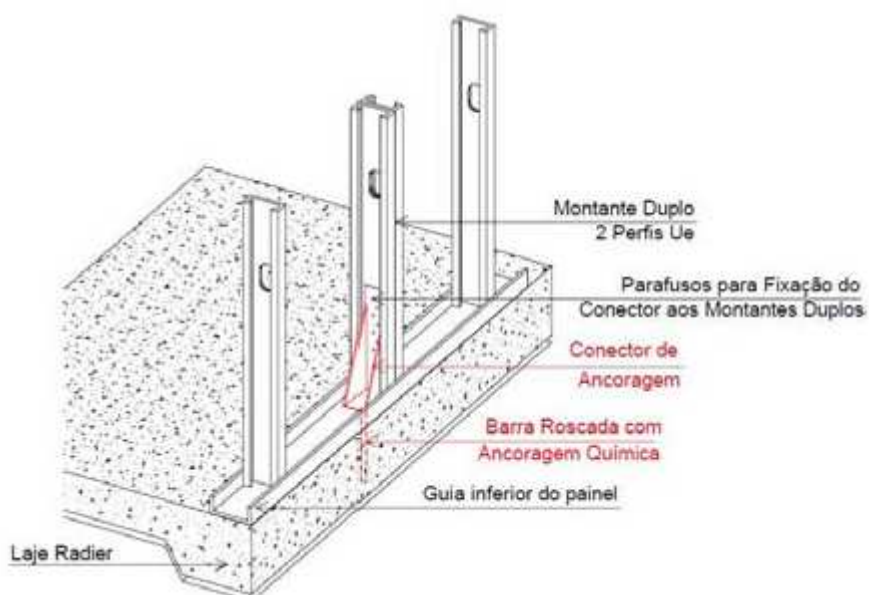


Figura 12 - Detalhe da ancoragem química na fundação.
Fonte: Freitas e Crasto, 2006.

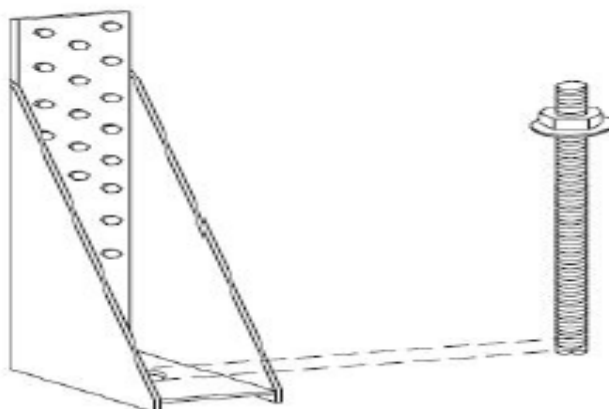


Figura 13 - Detalhe do conector de ancoragem e barra roscada utilizados no sistema Light Steel Framing.

Fonte: Vivan 2011, s/p; apud CONSUL STEEL, 2010.

2.5.2 Ancoragem com fita metálica

São utilizadas tiras ou fitas para estabilidades dos painéis formando ligações. Uma das extremidades é engastada na fundação, portanto deverá ser locada antes da concretagem, e a outra extremidade é parafusada no montante da estrutura para a fixação (Figura 14). (CRASTO, 2005; FREITAS e CRASTO, 2006; VIVAN, 2011).

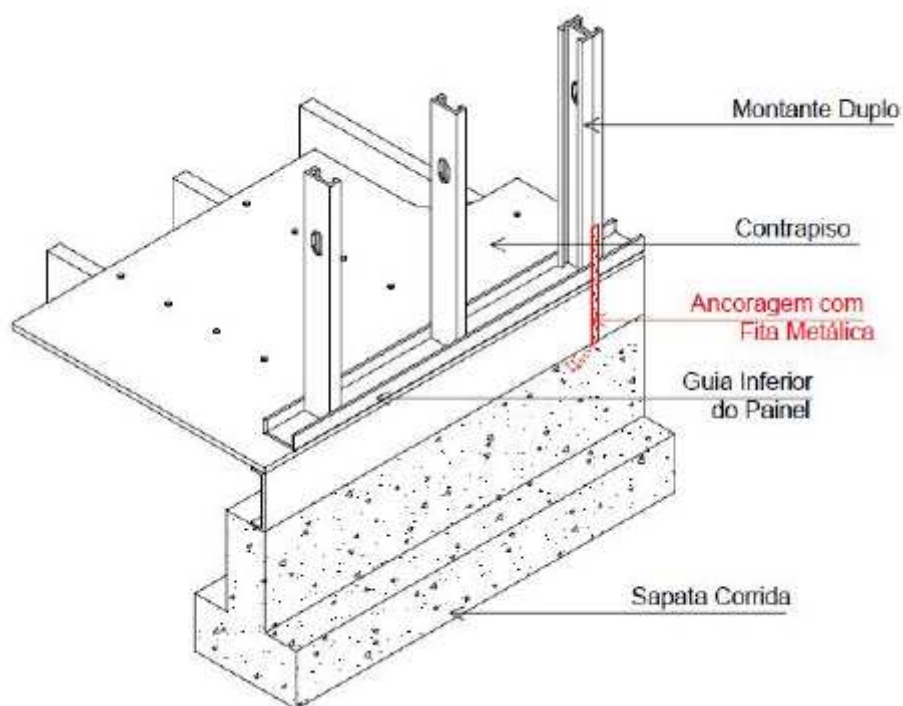


Figura 14 - Fitas metálicas para ancoragem e estabilização de painéis.
Fonte: Freitas e Crasto, 2006, s/p.

2.5.3 Ancoragem com chumbadores de expansão

É um tipo de ancoragem realizado após a concretagem. É semelhante à ancoragem química, onde uma peça metálica roscada (Figura 15) é instalada na fundação de concreto, fixando-a no montante da estrutura. Os chumbadores do tipo expansível (Figura 16), neste caso, sua estrutura roscada é revestida por uma camisa metálica que se expande no concreto para a fixação. (CRASTO, 2005; FREITAS e CRASTO, 2006; VIVAN, 2011).



Figura 15 - Bolt sem camisa de expansão.
Fonte: Vivan, (2011).



Figura 16 - Bolt com camisa de expansão.
Fonte: FISCHER, 2010; apud Vivan, 2011.

2.5.4 Ancoragem provisória

Para ancoragem provisória, a fixação é por um sistema que fixa pinos acionado à pólvora após a concretagem, é utilizado para manter o prumo dos painéis enquanto são montados e conectados, até que as ancoragens definitivas estejam concluídas. É utilizada no sistema uma pistola (Figura 17), que lança pinos de fixação para as bases destinadas ao engastamento. (CRASTO, 2005; FREITAS e CRASTO, 2006; VIVAN, 2011).



Figura 17 - Pistola para fixação a pólvora.
Fonte: FISCHER, 2010; apud Vivan, 2011.

2.6 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

Segundo Santiago (2008) e Crasto (2006), para construções no sistema Light Steel Framing, os princípios de isolamento baseiam-se na isolação por multicamada. Consiste em combinar placas leves de fechamento com o material isolante, formando um espaço entre os painéis. Essa combinação pode ser feita com vários materiais, sendo que cada um proporciona um desempenho no sistema, por meio da quantidade de camadas de placas e a espessura do material isolante.

Os principais materiais isolantes são: a lã de rocha, lã de vidro, espuma acústica, fibra mineral etc. Para Santiago (2008, s/p), “a montagem desse isolamento é feita após a execução de uma das faces do fechamento. O isolamento é fornecido em rolos, que são cortados e instalados entre os painéis” (Figura 18). Após a montagem do isolante instala-se a segunda face do fechamento imediatamente, devido a sensibilidade do material isolante.

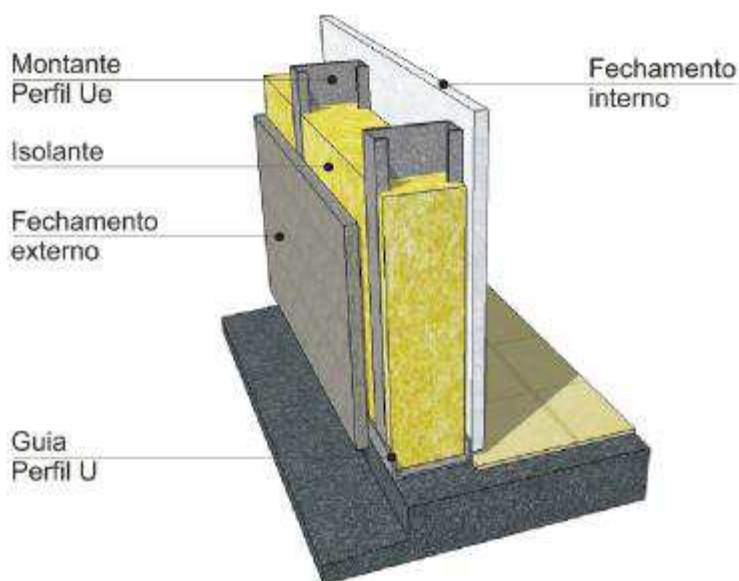


Figura 18 - Esquema de fechamento em Light Steel Framing.
Fonte: Gomes, 2009.

2.6.1 Isolamento Térmico

Isolamento térmico, segundo Kruger (2000), representa um equilíbrio entre perdas e ganhos de calor, que variam conforme o tipo de edificação, as condições de ocupação, as características do clima local e os materiais empregados na construção. O isolante instalado para isolamento acústico é o mesmo para o isolamento térmico e impede a transmissão do calor e do frio.

2.6.2 Isolamento Acústico

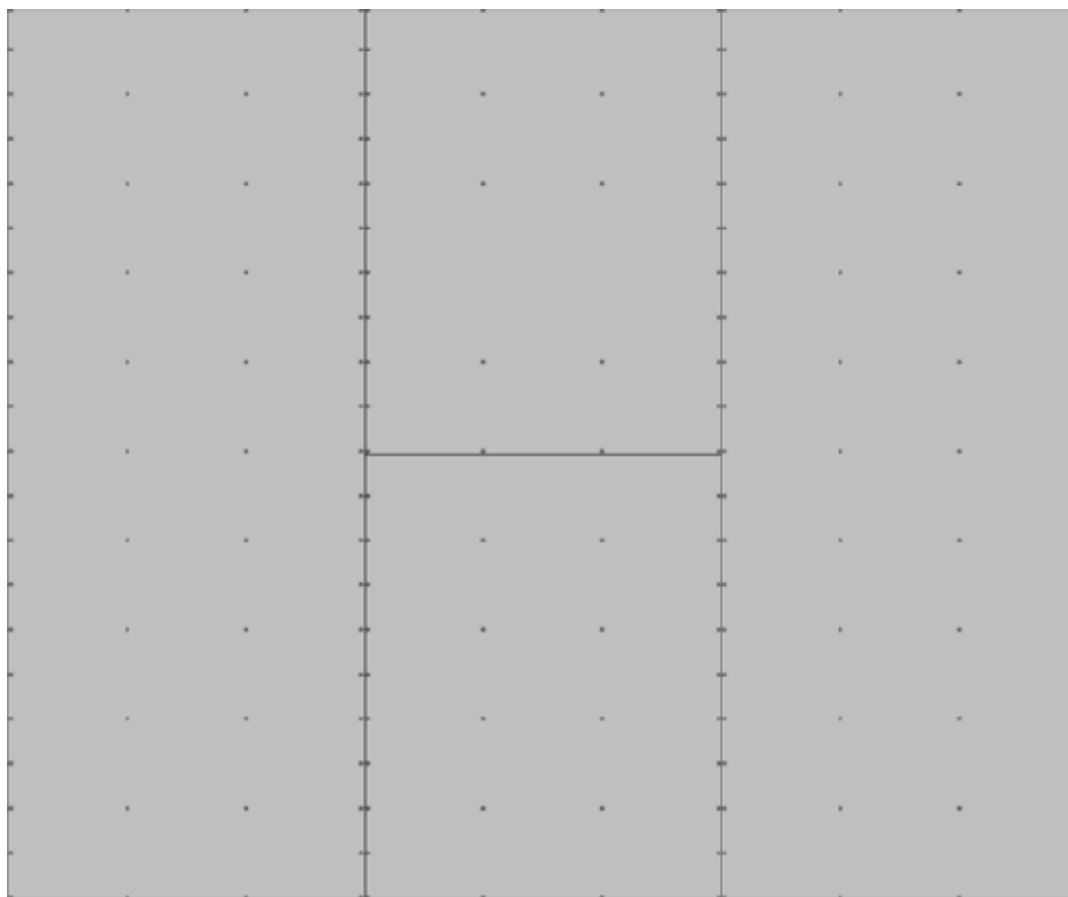
Para Crasto (2006), a escolha da espessura do intermediário, e da quantidade de camadas das placas, tem pretensão de corrigir e/ou reduzir ao máximo a transmissão do som entre as camadas. O isolante mais utilizado é a lã de vidro, podendo ter espessura entre 45 e 50 mm, com uma densidade média de 16kg/m³.

2.7 FECHAMENTO VERTICAL

Segundo Campos (2014), as construções em Light Steel Framing podem ser um sistema autoportante aonde as placas que são usadas como fechamento vertical funciona como contraventamento da estrutura, atendendo “aos critérios de habitabilidade, desempenho estrutural, resistência e reação ao fogo, estanqueidade à água, conforto térmico e acústico, durabilidade e estética” (SANTIAGO, 2008, s/p). O fechamento é executado com alguns tipos de painéis e placas, os materiais mais utilizados para os fechamentos verticais são: os painéis de OSB (Oriented Strand Board) e placas cimentícias ou placas de gesso acartonado.

Para Campos (2014), devem ser seguidos alguns cuidados e orientações para utilização dos painéis e placas como fechamento e contraventamento, para atingir maior durabilidade da construção:

- 1) Para garantir uma maior resistência, as bordas devem ser fixadas nos perfis de aço galvanizado, evitando assim cantos e bordas soltas, destacamentos e pontos frágeis para fissuras.
- 2) Para instalação das placas, as juntas devem estar sempre afastadas, evitando possíveis fissuras, e o transpasse das placas ajuda no contraventamento da construção. A Figura 19 mostra a instalação correta das placas:



**Figura 19 - Figura com esquema para transpasse das placas de fechamento.
Fonte: Campos (2014).**

- 3) A instalação das placas em aberturas como janelas e portas, devem ser feitas com desenhos e recortes diferentes, para evitar que os cantos terminem nas aberturas, o processo dificulta o surgimento de fissuras, principalmente em placas de gesso acartonado (Figura 20).

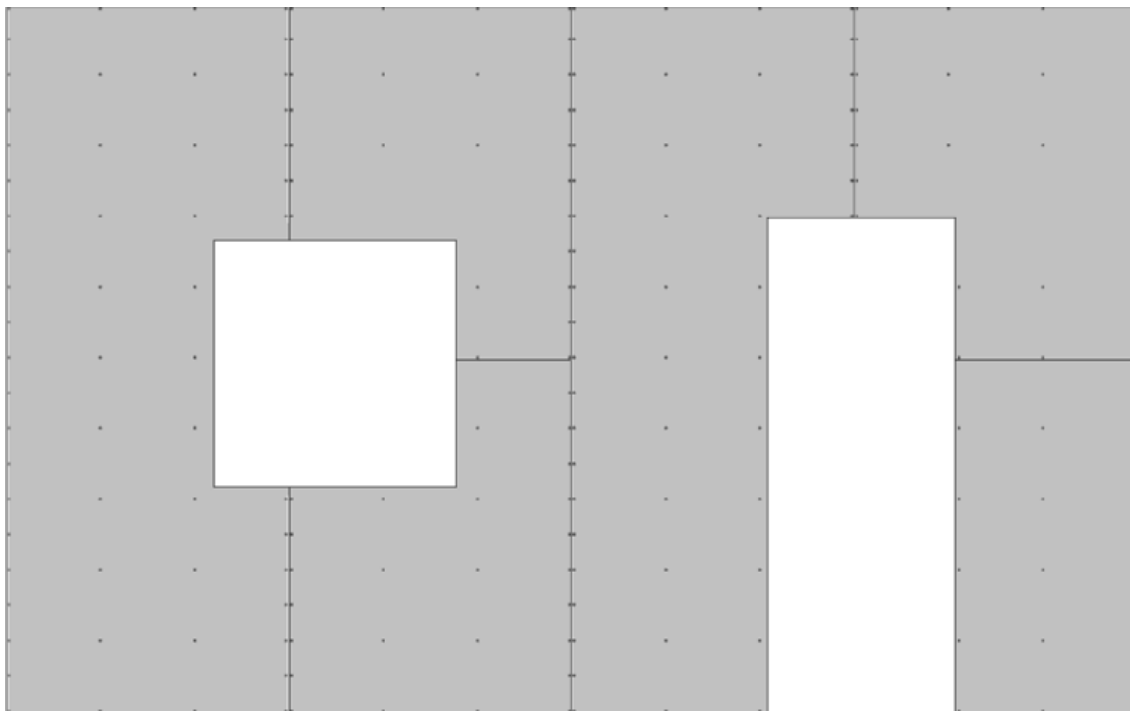


Figura 20 - Figura com esquema de recorte em aberturas.
Fonte: Campos (2014).

- 4) Para os perfis de aço galvanizado, e alguns dos materiais de fechamento vertical, deve ser utilizado uma membrana não tecida impermeável à água e permeável ao vapor na montagem do sistema, para a proteção contra umidade. A instalação da membrana ocorre em diferentes momentos do fechamento vertical.

2.7.1 Painéis de OSB

Para Campos (2014), painéis OSB possuem função estrutural e sua menor espessura deve ser igual a 9,5 mm. Eles podem ser encontrados para comercialização em várias espessuras e características para diversos usos. A especificação depende do espaçamento dos perfis, a carga e o projeto estrutural. Para lajes secas, a OSB tem entre 15 mm e 18,3 mm, melhora a resistência aos esforços verticais. Na Tabela 2 são apresentadas algumas das especificações dos painéis OSB estrutural.

Tabela 2 - Especificações da Placa OSB estrutural.

Espessura (mm)	Dimensão (mm)	Peso por painel (kg)	Aplicação
9,5	1,20 x 2,40	17,5	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 40cm
	1,20 x 3,00	21,9	
11,1	1,20 x 2,40	20,4	Paredes e telhados com perfis espaçados a no máximo 60cm
	1,20 x 3,01	25,6	
15,1	1,20 x 2,40	27,8	Paredes com perfis espaçados a no máximo a 60 cm, telhados a no máximo 80cm Pisos e lajes secas a no máximo 40cm
18,3	1,20 x 2,40	33,7	Pisos e lajes secas com perfis espaçados a no máximo 60cm

Fonte: LP Brasil, 2013; apud Campos, 2014, s/p.

Segundo Campos (2014), a execução da montagem dos painéis de OSB, deve seguir o projeto de montagem dos perfis, pois as placas funcionam como contraventamento da estrutura. Em alguns pontos da estrutura eles podem funcionar como reforço para apoios e esforços de cargas suspensas nas paredes da edificação. O fornecedor executa um acabamento diferente para cada placa, como carimbos em uma das faces, bordas coloridas (Figura 21) para identificação dos tipos de chapas.

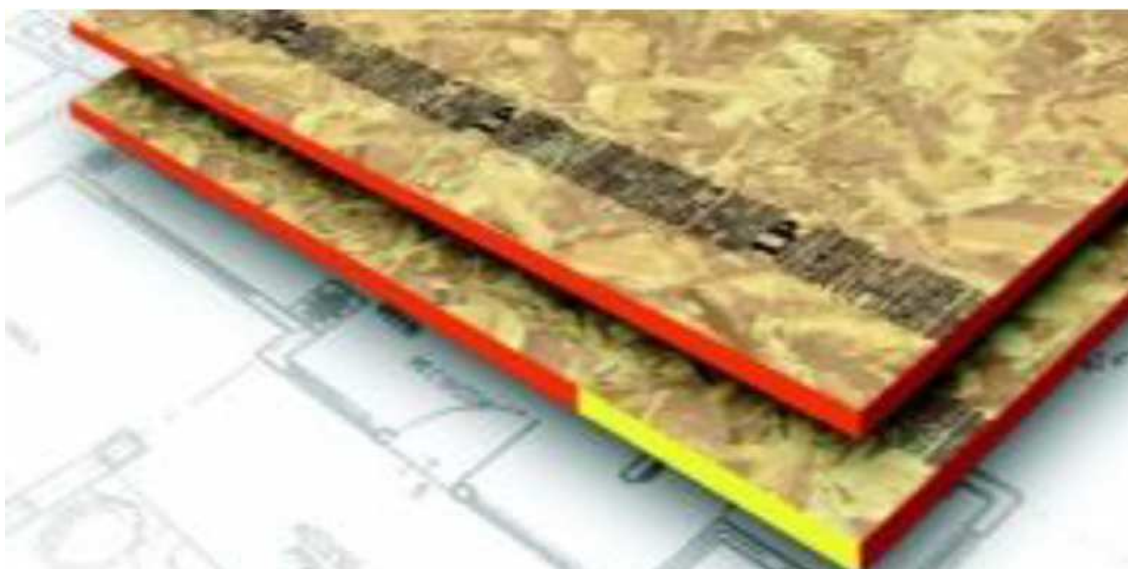


Figura 21 - Fotografia de placa OSB.

Fonte: Campos, 2014, s/p; apud LP Brasil, 2013.

Segundo Santiago, 2008, a montagem dos painéis de OSB nas fachadas externas das construções pode ser instalada na vertical ou horizontal (FIGURA 22). Santiago, 2008, sugere que se coloque a maior dimensão na vertical para que o maior comprimento fique apoiado nos perfis Ue (montantes). A fixação é feita por parafusos expostos à frente, com um espaçamento de 150 mm entre os pontos e as extremidades da placa e 300 mm no interior das placas, nos encontros dos perfis. A instalação ocorre do centro da placa para o exterior, para garantir uma tensão correta evitando deformações (Figura 23).

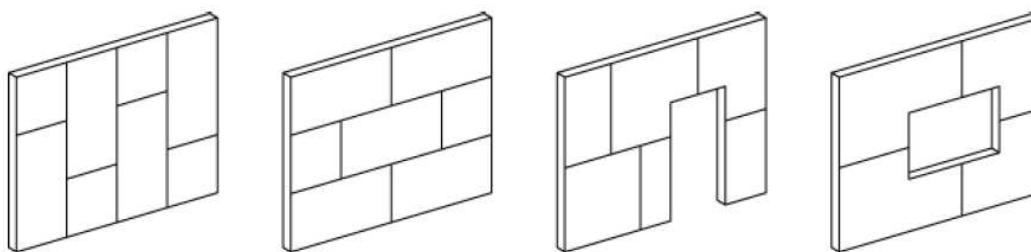


Figura 22 - Placas de acabamento instaladas de forma defasada na horizontal e na vertical e com juntas não alinhadas com portas ou janelas.
Fonte: Santiago, 2008, s/p.

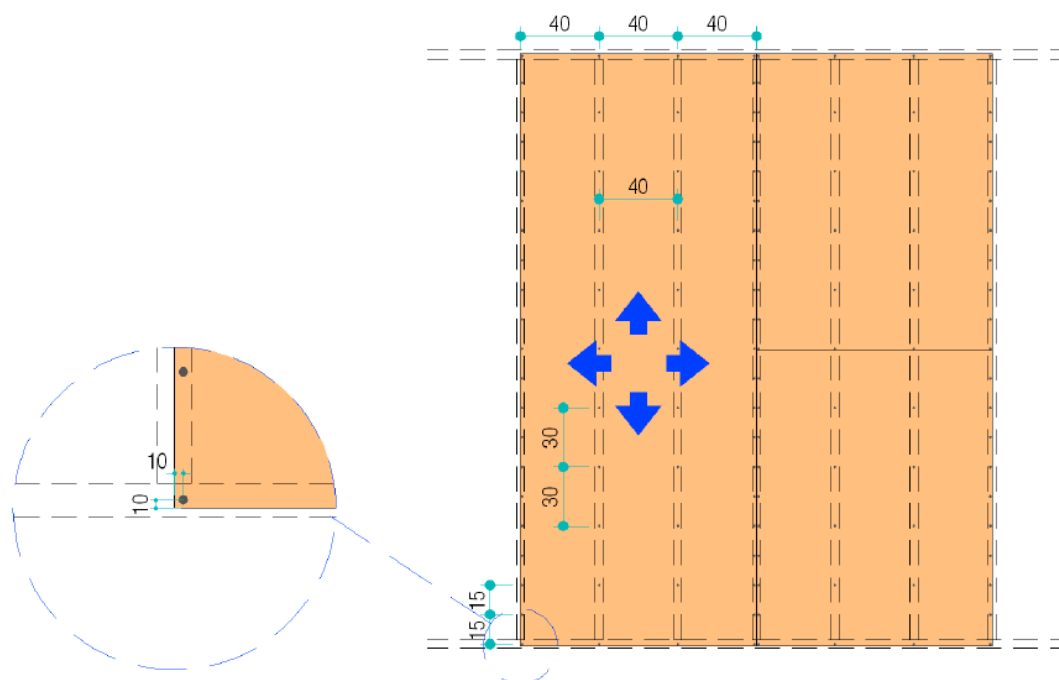


Figura 23 - Esquema de montagem em placa OSB.
Fonte: Campos, 2014, s/p.

2.7.2 Placas Cimentícias

As placas cimentícias, segundo Campos (2014), são fabricadas com tecnologia CRFS - Cimento Reforçado com Fios Sintéticos, garantindo características como alta resistência a impactos, cupins e microrganismos e resistência à umidade. Também possuem resistência a intempéries podendo ser usada como acabamento final da construção, em áreas externas e internas.

A instalação das placas cimentícias externas deve ser com um distanciamento mínimo de 3 mm entre elas e as fixações com os montantes podem ter até um espaçamento de 400 mm (Figura 24). Quando instaladas as placas cimentícias internas, a distância do piso deve ser de 10 cm permitindo a dilatação das placas sem deformá-las.

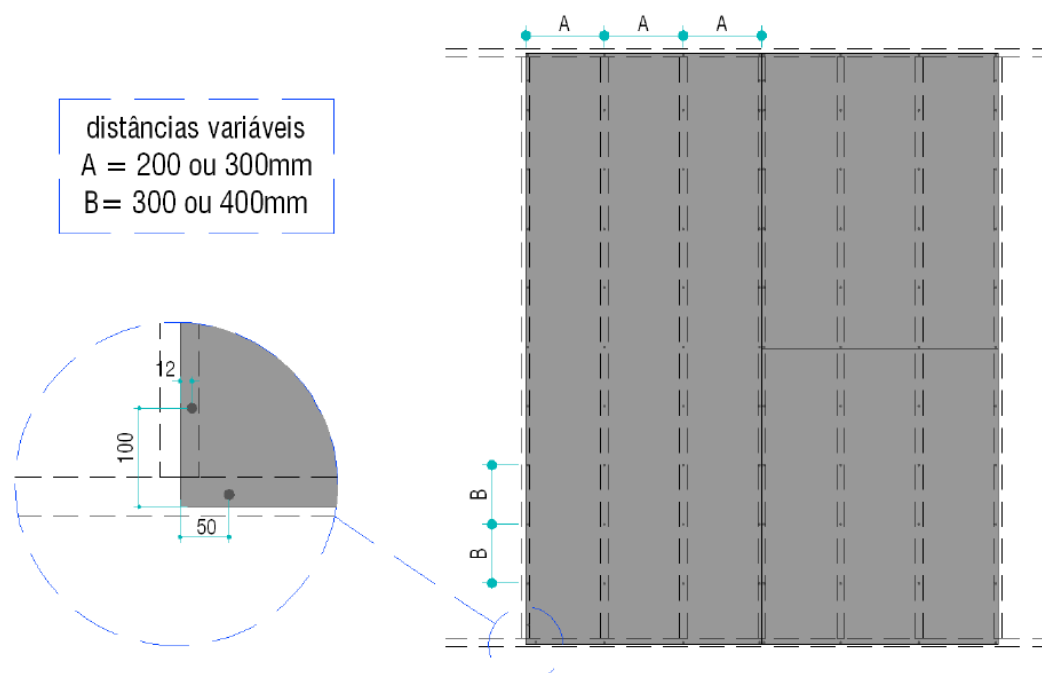


Figura 24 - Fixação de placas cimentícias, nas quais as medidas de A e B são variáveis em função dos fabricantes.
 Fonte: Campos, 2014, s/p.

2.7.3 Placas de Gesso Acartonado

Para Crasto (2005), nas construções em Light Steel Framing, as placas de gesso acartonado são usadas para fechamento vertical da face interna dos painéis estruturais e não – estruturais, e também usado para fechamento das divisórias internas e forros.

Segundo Abragesso (2004), apud Crasto (2005) e Campos (2014), para construções no Brasil encontramos três tipos de placas de gesso acartonado para comercialização (Figura 25):

- 1) Placa Standard (ST): usada em paredes de áreas secas, possuem coloração acinzentada, para facilitar o tratamento de juntas invisíveis as bordas são quadradas ou rebaixadas;

- 2) Placa Resistente à Umidade (RU) ou Placa Verde: usada em paredes de ambientes sujeitos à umidade, por tempo intermitente, possuem coloração verde e o tratamento hidrofugante;
- 3) Placa Resistente ao Fogo (RF) ou Placa Rosa: usado em paredes de áreas secas, com exigências de resistência ao fogo como escadas de emergência.



Figura 25 - Tipos de gesso acartonado.

Fonte: Campos, 2014, s/p.

As placas são comercializadas com largura de 1,20 e comprimentos entre 1,80 m a 3,60m e espessuras de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm, conforme especificações do fabricante.

São parafusadas as placas de gesso junto aos montantes com espaçamento dos parafusos de 25 cm (Figura 26), e 1 cm da borda no mínimo, para melhorar o desempenho térmico e acústico do ambiente, usasse duas camadas de gesso. A primeira deve-se fixar a 50 cm e a segunda a 25 cm, a cabeça do parafuso deve ficar alinhada à face do cartão e ser tratadas com massa de rejunte e lixadas para o acabamento.

Após a fixação é feito o tratamento das juntas entre as placas de gesso, para que os painéis apresentem aspecto monolítico, devido o nivelamento das juntas às

placas de gesso, não contendo imperfeições. (SANTIAGO apud ABRAGESSO, 2004).

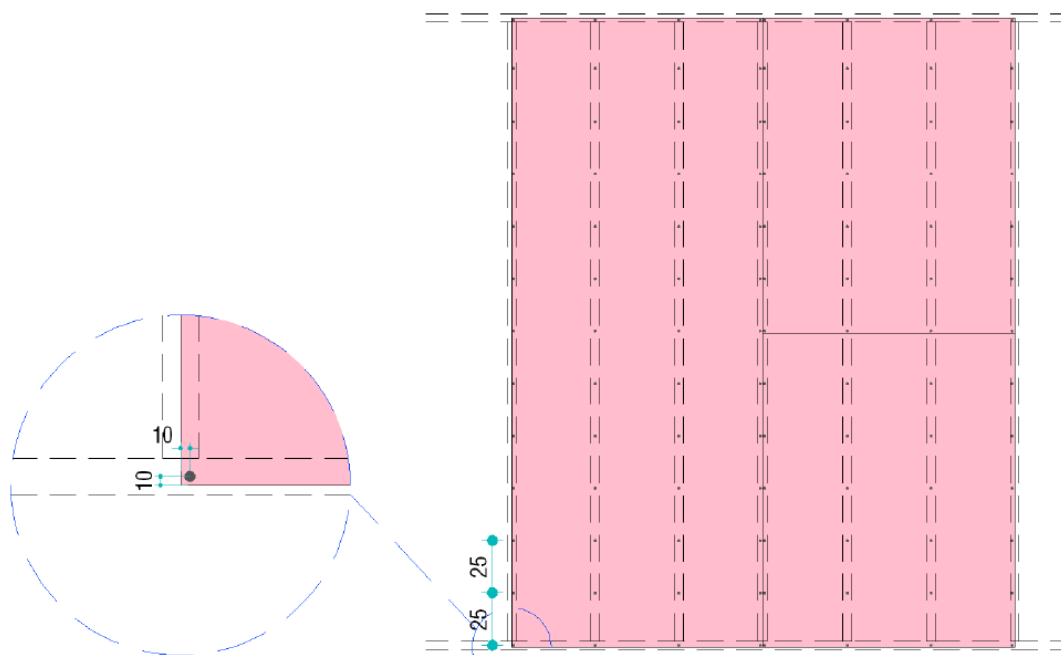


Figura 26 - Esquema de montagem placas em gesso acartonado.
Fonte: Campos, 2014, s/p.

2.8 VANTAGENS NO USO DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

Baseado em Brasilit (2014), a construção industrializada utiliza-se de materiais alternativos e recicláveis, reduz o uso de recursos naturais e os desperdícios, comparado ao sistema construtivo convencional. O sistema construtivo industrializado tem como características perfis padronizados e pré-vazados de acordo com o projeto.

De acordo com os autores supracitados, os perfis são fabricados na indústria, possui facilidade para transporte, por serem extremamente leves comparados a outros perfis, assim, o canteiro de obra se torna um local de fácil execução das ligações e da montagem entre os elementos, proporcionando maior rapidez na construção.

Segundo Castro (2006), as edificações do sistema construtivo Light Steel Framing, apresentam um alto índice de resistência mecânica, térmica, acústica, adaptando-se ao clima local, reduzindo assim os gastos com energia para o sistema de climatização. As construções não apresentam problemas relacionados à umidade, mofos ou infiltrações em razão da impermeabilidade externa.

As patologias de construção que normalmente ocorrem nas edificações com o sistema construtivo convencional como: fissuras, recalque diferencial de fundação, mapeamento do revestimento, entre outros, que na maioria das vezes, acontecem devido ao grande peso ou à má execução da estrutura são pouco observadas no sistema construtivo Light Steel Framing (CASTRO, 2006)

Segundo Santiago (2008), no sistema construtivo Light Steel Framing, há possibilidade do reparo em tubulações hidráulicas e elétricas, de forma simples e rápida, sem gerar resíduos e maiores gastos ao proprietário da obra. Basta remover um pedaço da placa de gesso acartonado na região afetada e realizar o trabalho de reparo na mesma, recolocando-se o pedaço da placa de gesso acartonado e se refazendo o seu acabamento.

É preciso ressaltar que para a obtenção das vantagens descritas para a utilização do sistema Light Steel Framing, os profissionais devem ser preparados, especializados e experientes, os projetos detalhados e integrados, minimizando as perdas e prazos na construção.

2.8.1 Aplicações

Segundo Santiago (2008), o sistema construtivo Light Steel Framing possui uma flexibilidade e agilidade grande e um potencial para possibilitar diversas tipologias de edifícios a ser explorado. Sua versatilidade, que se adapta a qualquer tipo de projeto desde os mais simples até os mais ousados (paredes curvas clarabóias, etc.), admitindo todo o tipo de acabamento tanto externo quanto interno, a redução de custos e ganho em tempo que está relacionada ao padrão de acabamento que já vem industrializado e à mão de obra ser mais rápida e não depender de intempéries como a chuva.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste trabalho, o foco é no método construtivo, com ênfase nos detalhes construtivos para obras térreas. Iniciou-se uma pesquisa bibliográfica, através de consulta de livros, artigos, normas, dissertações e demais materiais com intuito de aprofundar o conhecimento sobre o tema para a formação do conteúdo, que se sucedeu até o termino do trabalho.

A seguir, foram determinados critérios sobre o que especificar do sistema construtivo Light Steel Framing, que serviram de base para iniciar a parte teórica do trabalho, que se deu mediante a elaboração de uma descrição detalhada dos tipos de perfis utilizados, métodos de construção, tipo de fundações utilizada, forma de fixação dos painéis na fundação, o isolamento termo acústico e o fechamento vertical do sistema Light Steel Framing.

Devido ao referencial teórico, foi permitido obter um conhecimento do sistema construtivo e a caracterização dos detalhes construtivos da montagem de uma obra de Light Steel Framing.

O passo seguinte deu início à parte prática do trabalho, por meio de acompanhamento de uma obra de construção na fase de execução na cidade de Corbélia no Paraná, na qual utilizou-se o sistema construtivo Light Steel Framing. Durante as etapas foram coletados todos os dados e informações sobre a montagem, com o auxílio de uma câmera fotográfica, trena e anotações (diário de campo).

Com a posse de informações bibliográficas, e os dados coletados durante o acompanhamento da obra e a descrição detalhada da execução da montagem, foi possível confrontar os resultados, para realizar uma comparação, verificando na prática como são executados os detalhes construtivos, permitindo a confirmação ou contestação das informações obtidas na bibliografia.

Finalmente, foi realizada uma análise dos resultados dessa comparação, a respeito de como foi executado os detalhes construtivos do Light Steel Framing em obras térreas.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DA ESTRUTURA UTILIZADOS

4.1.1 Guias Horizontais

As guias horizontais foram usadas para a montagem de vigas e vergas, conectores de apoio e reforços em geral de elementos de união como base e topo de painéis, ou seja, suporte para os montantes. O perfil utilizado é do tipo U 90x40 mm, com a espessura de 0.95 mm, com 3 ou 6 metros de comprimento.

4.1.2 Montantes Verticais

Os montantes verticais foram usados para a montagem de painéis, vigas e tesouras, e como reforço em conexões no sentido vertical como painéis das paredes e aberturas de portas e janelas. O perfil utilizado para os painéis é do tipo Ue 90x40x12x0.95 mm. Para aberturas de portas e janelas do banheiro utilizou-se o perfil Ue 90x40x0.95mm, por serem menores que 1.00 metro. Para aberturas de portas e janelas dos quartos que são de 1.20 metro, foi utilizado o perfil Ue 90x40x1.25 mm. E para as portas e janelas da sala de abertura de 1.80 metro, utilizaram o perfil Ue 90x40x2.46 mm.

4.1.3 Fitas de Aço Galvanizado

As fitas de aço galvanizado utilizadas possuem espessura de 0.95 mm e largura entre 30 mm a 50 mm, para diminuir os comprimentos de flambagem em

torno do eixo de menor inércia e para flambagem por torção dos montantes dos painéis de parede.

4.1.4 Parafusos

Os parafusos podem ser estruturais ou ter apenas a função de montagem das guias com os montantes. Foram usados os parafusos autobrocantes de 8 mm, com características de resistência à corrosão.

4.1.5 Ferramentas

Para a montagem da estrutura em Light Steel Framing foram usados: um marcador, vários tipos de alicates para segurar perfis e guias enquanto era parafusado e desparafusado, tesoura elétrica e não elétrica para cortar aço, esmeril angular 4^{1/2}, serra circular, parafusadeira elétrica de velocidade de 1500 RPM, com a ponta magnetizada para segurar o parafuso autoperfurante enquanto se parafusa, tirador de parafusos ponta “Phillips”, martelo, trena, nível/ prumo.

4.1.6 Placas OSB

As placas OSB (Oriented Strand Board ou Painel de Tiras Orientadas) um material derivado da madeira, composto por pequenas lascas de madeira orientadas segundo uma determinada direção, estabelecida no processo de fabricação, foram utilizadas com o comprimento de 3 metros e largura de 1,20 metros, com a função de fechamento, e contraventamento de paredes da edificação.

4.1.7 Placas Cimentícias

As placas cimentícias utilizadas são constituídas de CRFS (Cimento Reforçado com Fio Sintético). Foram utilizadas placas cimentícias com o comprimento de 3 metros e largura de 1,20 metros. Elas apresentam desempenho técnico de flexibilidade no manuseio, durabilidade, estabilidade e resistência à umidade. As placas cimentícias foram empregadas em paredes internas, externas, fachadas, tanto em áreas secas, como úmidas, pela impermeabilidade.

4.1.8 Placas de Gesso

As placas de gesso são produzidas em um processo de laminação contínua de uma mistura com água, gesso e aditivos. Foram utilizadas com o comprimento de 3 metros e largura de 1,20 metros, aplicado em ambientes internos como paredes, tetos e revestimentos.

4.1.9 Membrana hidrófuga

A membrana hidrófuga é uma estrutura plana flexível e porosa constituída de uma manta de fibras orientada direcionalmente. Atua como barreira à penetração de umidade externa, impede a entrada do fluxo de ar através das cavidades da vedação vertical, bem como permite deter a entrada de água e o escape de vapor. Serve de isolante, pois evita a passagem de umidade no interior das casas, e é de fácil aplicação, pois a mesma vem confeccionada em rolos e fixada com grampos.

4.1.10 Lã de Vidro

A lã de vidro é um material fabricado em alto forno com sílica e sódio, aglomerada por resinas sintéticas. Foi utilizada entre os painéis para obtenção do conforto térmico e acústico da edificação.

4.2 TIPOS DE PERFIS UTILIZADOS

Para a montagem dos painéis foram utilizados perfis U simples e perfis U enrijecidos. A espessura utilizada para esses perfis foi de 0,95 mm. Os perfis foram entregues na obra em formato de guias e montantes com 3 ou 6 metros (Figura 27), conforme definido em projeto, podendo ser eles pré-vazados para a passagem de subsistemas hidráulica e elétrica (Figura 28).



Figura 27 - Guias e montantes de 3 metros.
Fonte: Arquivo da empresa Montaggio



Figura 28 - Guias e montantes de 6 metros.
Fonte: Arquivo do Autor

4.3 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DA OBRA

A montagem dos painéis, e treliças de telhados ocorreram no local pela empresa responsável pela obra, que implantou uma central de montagem no canteiro de obra, com o objetivo de minimizar custos de transporte. (Figura 29).



**Figura 29 - Central de montagem no canteiro de obra.
Fonte: Arquivo do Autor**

4.3.1 Método Stick

Foi usado o método de construção do tipo “stick”, onde os perfis de aço são cortados e montados no canteiro de obra (Figura 30). Os montantes são os perfis U enrijecidos, que ficam no sentido vertical dos painéis de parede. Esses perfis também foram usados como reforços em conexões e apoios para tesouras. As guias são os perfis U simples, que ficam no sentido horizontal dos painéis de parede, utilizadas como base e topo para os painéis, e também para a montagem de vigas e vergas.



**Figura 30 – Montagem dos perfis de aço.
Fonte: Arquivo da empresa**

4.4 TIPO DE FUNDAÇÃO UTILIZADA

A fundação foi executada conforme o sistema construtivo convencional em concreto armado, utilizando-se a laje radier composta por uma laje e vigas de

bordas. O terreno foi nivelado e compacto anteriormente, com uma base drenante de brita 2 e brita 1, nivelado com brita 0. (Figura 31).



Figura 31 – Terreno nivelado.
Fonte: Arquivo da empresa Montaggio.

Para realização da fundação, utilizaram-se fôrmas no perímetro a ser construída a obra. Para evitar infiltrações e umidade no piso e nas partes de apoio das paredes, foram colocadas lonas de impermeabilização. Em seguida, os furos das instalações elétricas e hidráulicas, foram locados na obra por uma empresa especializada em topografia, para não causar transtornos na montagem dos painéis e nas instalações das tubulações e dos acessórios. (Figura 32).



**Figura 32 – Lona de impermeabilização e instalações elétricas e hidráulicas preliminares, antes da concretagem da fundação.
Fonte: Arquivo da empresa Montaggio.**

Para a armadura da fundação tipo laje radier foi utilizada a malha pop, com os espaçadores plásticos. A concretagem foi realizada sem juntas e de uma vez só, com uma camada de aproximadamente 14 cm de espessura. (Figura 33). A partir do acompanhamento da obra, o passo a passo da fundação radier foi realizado conforme o referencial teórico deste trabalho.



Figura 33 – Laje radier concretada.
Fonte: Arquivo da empresa Montaggio.

4.5 MONTAGEM DOS PAINÉIS

Para a montagem dos painéis foram posicionados os montantes perpendicularmente às guias, com espaçamentos entre 40 cm a 60 cm, com a união entre as duas guias e os montantes formando um quadro fechado têm-se o denominado “frame”, após a fixação das placas têm-se o painel. Essa montagem é feita com a utilização de parafusos auto brocantes de 8 mm, que foram fixados com uma distância mínima da borda e entre eixos de 3 vezes o diâmetro do parafuso usado. Na vista interna do perfil o parafuso apresentar 3 espirais após penetrar o perfil. (Figura 34).

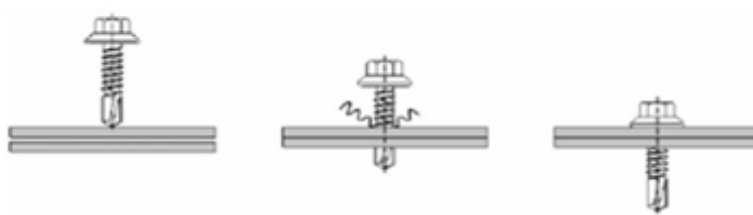


Figura 34 – Fixação de um parafuso autobrocante.
Fonte: Santiago, 2008.

Painéis com abertura para vergas foram construídos considerando a união de dois perfis U enrijecidos formando uma viga-caixa, e dois perfis U enrijecidos pela alma, formando uma viga I (Figura 35). Em aberturas maiores foi utilizada uma viga treliçada. (Figura 36).



Figura 35 – Painéis com viga-caixa.
Fonte: Arquivo do Autor



Figura 36 - Painéis com viga treliçada.
Fonte: Arquivo do Autor

4.6 FIXAÇÃO DE PAINÉIS NA FUNDAÇÃO

Em relação à obra analisada, os painéis foram montados no local conforme o referencial teórico, sendo fixados na laje radier através de parafusos do tipo parabolt. De acordo com o projeto de frame foi feito o posicionamento para fixação dos montantes. Para impermeabilizar a laje com o perfil, foi colocada uma tira de manta asfáltica da largura da guia de 0.95 mm.

Os painéis foram fixados na fundação com auxílio de uma pistola a base de pólvora verificando o esquadro e prumo, após essa verificação foi a feita ancoragem com chumbadores do tipo expansível. A estrutura desses chumbadores é roscada e revestida por uma camisa metálica que se expande no concreto para a fixação do montante no radier. (Figura 37).



Figura 37 – Fixação do painel na laje radier.
Fonte: Arquivo do Autor.

4.6.1 Ancoragem dos painéis com chumbadores

A ancoragem foi feita com um parafuso de fixação com buchas de aço. Na sua instalação, dificilmente ocorre ocasiona erro na execução da ancoragem. Este parafuso foi instalado no centro da guia de 0.95 mm. Foi necessário agregar um reforço do mesmo perfil do montante dentro da guia, devido o contraventamento.

4.7 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDRÁULICAS

Os montantes e guias para as instalações elétricas e hidráulicas foram adquiridos já perfurados, facilitando a atividade dos montadores. As instalações elétricas e hidráulicas foram projetadas similares às das utilizadas em construções convencionais. Porém, as posições dos furos e as instalações preliminares foram feitas antes da concretagem da laje radier. (Figura 38).



Figura 38 – Instalações hidráulicas.
Fonte: Arquivo do Autor.

4.8 ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

Após a instalação das tubulações foi aplicado à manta termo acústica conhecida como lã de vidro, proporcionando ao ambiente o conforto térmico e acústico, comprada em rolos, para facilitar e agilizar a aplicação.

4.9 FECHAMENTO VERTICAL

Para a elaboração do projeto de modulação dos painéis de fechamento e posicionamento dos montantes, foi utilizada a planta baixa do projeto arquitetônico. Foram definidos módulos de 40 cm, por serem múltiplo de 1,20 m, que é a dimensão da largura das placas de fechamento a fim de reduzir ao máximo a quantidade de perdas de material.

Para a montagem, das placas de OSB, placas cimentícias e placas de gesso acartonado, foi utilizada a mesma sequência de montagem: sobre a estrutura do painel foi colocado a placa especificada no projeto, marcando com uma linha de referência conforme a espessura da placa utilizada. Para marcar as medidas nos painéis perpendiculares utilizou-se um nível de acordo com a marcação anterior.

As placas foram colocadas conforme a demarcação do painel, não cobrindo a espessura referente à laje radier, ficou posicionada sobre os painéis. Quando a medida não coincidia com o comprimento do painel, era feito o corte da placa. A fixação das placas era iniciada pela extremidade para o parafuso ficar no eixo do montante do painel, com a primeira placa encostada na face da extremidade do painel e a outra no eixo do montante do painel.

Todas as placas foram fixadas sobre os montantes do painel a 40 cm de distância vertical. As placas foram fixadas com as juntas verticais desencontradas, para não alinhar a junta vertical com o vão. Após a colocação, das placas de fechamento externo, foi instalada a membrana hidrófuga, para a proteção das paredes externas contra intempéries. Para colocação da membrana hidrófuga, as placas foram marcadas com grampo especial e espaçamentos de 40 cm na vertical e horizontal. Fixou-se a membrana hidrófuga em sobreposição, sem que os pontos de fixação da fileira anterior coincidissem com a fileira superior.

4.9.1 Placas de OSB

Para o fechamento e o contraventamento com placas de OSB, foram utilizadas placas com 3 metros de comprimento, 1,20 metro de largura e 10 mm de espessura, conferindo rigidez à estrutura e possibilitando a montagem das instalações elétricas e hidráulicas e da membrana hidrófuga.

4.9.2 Placas Cimentícias

Para o fechamento externo foram utilizadas placas cimentícias com 3 metros de comprimento, 1,20 metros de largura e 10 mm de espessura,

resistentes às intempéries. Após a aplicação das placas cimentícias, foi realizado o tratamento de juntas das mesmas para a preparação da superfície antes de receber a pintura (Figura 39).

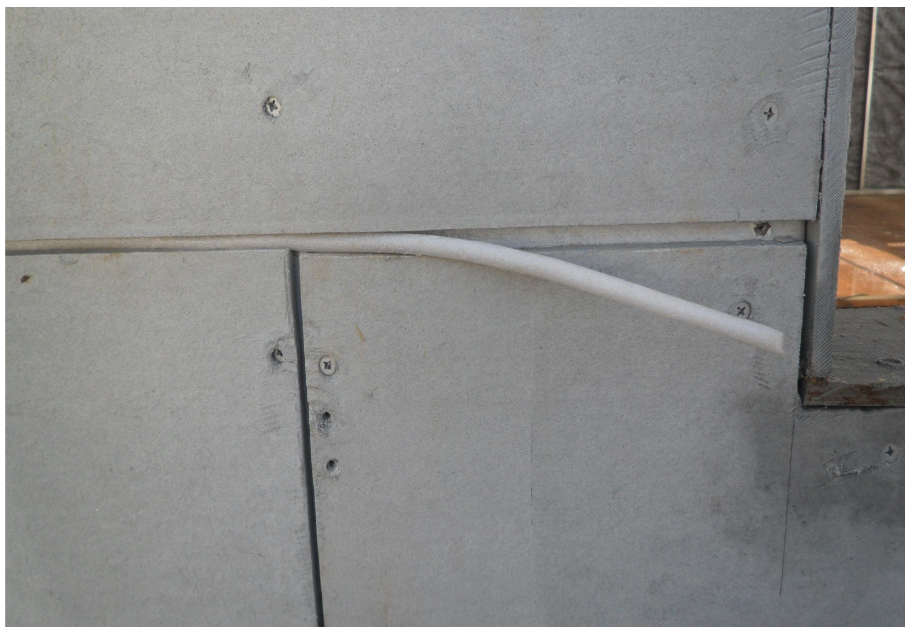


Figura 39 – Placa cimentícia colocada.
Fonte: Arquivo do Autor.

4.9.3 Placas de Gesso Acartonado

Para o fechamento das paredes internas e para as áreas molhadas foram aplicadas placas de gesso acartonado, com espessura de 12,5 mm. As placas de gesso foram aparafusadas em estruturas de perfis de aço galvanizado e logo após a sua fixação foi realizado o tratamento de junta, deixando a superfície uniforme e lisa, pronta para receber o acabamento final.

4.9.4 Membrana hidrófuga

A membrana hidrófuga é utilizada como uma barreira de vapor (Figura 40), instalada entre os painéis e as placas cimentícias, com a função de não permitir a

passagem de vapor. A instalação foi feita desenrolando o material horizontalmente e fixando as placas cimentícias por grampeamento em torno de toda a obra externa.



Figura 40 – Membrana hidrófuga.
Fonte: Arquivo do Autor.

5 CONCLUSÃO

Após a finalização do trabalho, os resultados evidenciam de maneira clara e objetiva, que o sistema construtivo Light Steel Framing, proporciona rápida execução, precisão dimensional e um processo mais limpo ambientalmente e tem um rendimento maior que o sistema construtivo convencional.

A versatilidade do aço na construção civil poderá ser plenamente explorada à medida que os requisitos técnicos se disseminarem entre os responsáveis pelo projeto arquitetônico. O processo industrializado, coordenado e sem perdas, proporcionado pela tecnologia podem reduzir os prazos da construção em até um terço em relação ao sistema construtivo convencional.

Uma construção em Light Steel Framing consome menos energia devido ao isolamento térmico, e a variação da temperatura interna é menor em relação à variação da temperatura externa.

A partir dos detalhes construtivos descritos neste trabalho e da tecnologia envolvida no sistema do Light Steel Framing, tendo em vista o referencial técnico, é possível perceber que esta tecnologia possui plena capacidade de substituir o sistema construtivo convencional.

Por outro lado, percebe-se a carência de normalização e literatura especializada para dar suporte teórico para o desenvolvimento do Light Steel Framing. Contudo, o pouco que temos disponível, já sinaliza um avanço. Além disso, é necessário conhecimento detalhado e completo. Sobre todas as etapas do processo construtivo.

Problemas na fase de execução e o não planejamento da construção podem acarretar aumentos significativos no preço final da obra. Por exemplo, no caso de painéis que se não forem cortados e montados conforme as indicações do projeto, esses devem ser refeitos, tornando-o a obra mais cara, principalmente quando comparado com os demais sistemas construtivos mais tolerantes a erros.

Vale acrescentar que na obra acompanhada, executada pela empresa Montaggio Wood e Steel Frame, todos os passos e cuidados, relatados no trabalho, estavam sendo muito bem aplicados e executados pela mão de obra especializada.

Apesar das condições ainda adversas para disseminação do Light Steel Framing no Brasil, acredita-se que, com o decorrer dos anos, esse sistema terá uma expressão maior no cenário da construção civil, talvez não a ponto de substituir o sistema construtivo convencional, mas a ponto de possuir uma representatividade maior que a atual.

Dessa forma, é de grande importância que o sistema construtivo LSF seja mais, especialmente aos engenheiros e arquitetos em formação, para que sua compreensão seja mais acessível a todos os envolvidos (engenheiros, arquitetos, clientes e demais interessados) na utilização desse sistema.

REFERÊNCIAS

BRASILIT. Brasiplac. **Apostila Construção Industrializada: catálogo**. Brasilit. 2014.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAUUSP. São Paulo, 2014.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. Dissertação- Universidade Federal de Ouro Preto- MG. 2005.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. **Steel Framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Construção em Aço – CBCA, 2006. – Serie Manual de Construção em Aço.

FARIAS, João Lopes. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Framing numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda**. Projeto de graduação- Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ /Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2013.

FUJIMOTO, Aparecido. **Formação e Treinamento de Trabalhadores da Construção Civil: Qualificação Profissional**. Campinas. UNICAMP, 2002

GAMER, Chad J. **Manual “Guia construtor em Steel Frame”**. Centro Brasileiro da Construção em Aço. 2003.

GHOUBAR, Khaled. **Notas sobre a industrialização da construção Civil**. In: Produzir casas ou construir cidades? Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para implementação de projetos habitacionais e urbanos. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

GOMES, Aida Soares. **Construção para a caracterização da mão-de-obra do sistema Light Steel Framing: Um Estudo de caso no município de Criciúma-SC.** 2009. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Santa Catarina.

GRANJA, Ariovaldo Denis; JACOMIT, Ana Mitsuko. **Análise crítica da aplicação do custeio-meta no desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v.10, n. 1, p. 159.

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha; CAMPOS, Alessandro Souza. **Light Steel Framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil.** In: MARTINS, P. et al. Inovação em construção civil: monografias. São Paulo, Instituto UNIEMP, p. 27-45, 2005.

KRUGER, Paulo Gustavo Von. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura metálica.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – UFOP- Ouro Preto, 2000.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e projeto e construção do sistema construtivo Light Steel Frame.** Dissertação (Pós graduação) – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG- Belo Horizonte, 2013.

MUZZI, Thassiana Armond. **Métodos de avaliação da resistência e transmitância térmicas do sistema de fechamento em Light Steel Framing.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP- Ouro Preto, 2014.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **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 – UFPB – João Pessoa, 2012.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnologia Federal do Paraná – UTFPR. Campo Mourão, 2013.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não – estrutural.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Minas Gerais, 2008.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro, Instituto Aço Brasil - CBCA, 2012. p.12. (Série Manual de Construção em Aço).

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves, OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares.** Artigo. In: Construmetal – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica – São Paulo- SP, 2010.

SOUZA, Ana Meires Jorge de; MARTINS, Natália T. B. Soares. **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 do Tocantins – Palmas, 2009.

TEIXEIRA, R. B. **Análise da gestão do processo de projeto estrutural de construções metálicas.** 267 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

VALIM, Vinicius Gadini. **Light Steel Framing: Viabilidade Técnica da utilização de um sistema inovador na construção civil.** Trabalho de Diplomação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2014.

Vivan, André Luiz. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos – UFSCar- São Carlos – SP, 2011.

VIVIAN, André Luiz; PALIARI, José Carlos; NOVAES, Celso Carlos. **Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva.** In: ENTAC- Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010- Canela-RS. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010.