

CARLOS ALBERTO SILVA SENA JÚNIOR

LAILA ROBERTA SOUSA DO CARMO

**ESTUDO COMPARATIVO EM HABITAÇÕES SOCIAIS:
ALVENARIA CONVENCIONAL x LIGHT STEEL FRAME**

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DOCTUM – MG

2015

CARLOS ALBERTO SILVA SENA JÚNIOR

LAILA ROBERTA SOUSA DO CARMO

**ESTUDO COMPARATIVO EM HABITAÇÕES SOCIAIS:
ALVENARIA CONVENCIONAL x LIGHT STEEL FRAME**

Monografia apresentada à banca
examinadora da Faculdade de
Engenharia do Instituto DOCTUM de
Educação e Tecnologia, como requisito
parcial de obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil.
Prof. Orientador: Sidinei Silva Araújo

CARATINGA

2015

CARLOS ALBERTO SILVA SENA JÚNIOR

LAILA ROBERTA SOUSA DO CARMO

**ESTUDO COMPARATIVO EM HABITAÇÕES SOCIAIS:
ALVENARIA CONVENCIONAL x LIGHT STEEL FRAME**

Monografia submetida à comissão examinadora designada pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de bacharel.

Prof. Sidinei Silva Araújo (Orientador)

Prof. Cristiano Martins de Oliveira

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Prof. Vagner Aquino

Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

AGRADECIMENTOS

O que seria de mim se não fosse a graça de Deus para me sustentar? A Ele toda Honra e toda Glória por tudo o que Ele tem feito e que ainda vai fazer. Obrigado Senhor por mais esta vitória. A Jesus que dia após dia molda o nosso caráter e nos faz sermos parecidos com Ele, por que Dele por Ele e para Ele são todas as coisas. À minha família que é a minha base e que tanto amo, aos meus pais Carlos Alberto Silva Sena e Maria de Fátima Rodrigues Sena, que nesta terra são a minha maior referência, tudo o que sou eu devo a eles, exemplos vivos de bom caráter, perseverança e fé. Aos meus amados irmãos Kelly Sabrina Rodrigues Sena e Stanley Víctor Rodrigues Sena que sempre me apoiaram, a vocês eu devo a minha gratidão. Aos meus amigos que sempre me incentivaram o meu muito obrigado, à todos que de alguma maneira contribuíram e torceram para o meu sucesso. Aos meus parentes de perto e também aos de longe. Ao nosso orientador Sidinei Silva Araújo, à todos os professores que adentraram pela porta da sala durante esses cinco anos e mesmo em meio a contratemplos não mediram esforços para nos ensinar e nos incentivar a prosseguirmos até o fim. Não foi fácil, mas aqui estamos, com a graça de Deus conseguimos chegar ao nosso objetivo e é apenas o início de muitas outras conquistas que ainda estão por vir.

Como agradecer, por tudo que fizeste a mim?

Não merecedor, mas provaste o Seu amor sem fim,

As vozes de um milhão de anjos não expressam a minha gratidão,

Tudo o que sou e o que almejo ser, eu devo tudo a Ti.

(Meu Tributo – Vitorino Silva)

“Porque Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente. Amém.” **(Rm 11;36)**

Carlos Alberto Silva Sena Júnior

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter traçado meu caminho e optar por Engenharia Civil e também por ter me dado forças para chegar nesse último passo.

A toda minha família pelo incentivo, mais em especial minha mãe Síría Marcia de Sousa, minha heroína pelo seu amor, apoio e dedicação e meu pai Geraldo Magela do Carmo pelo incentivo, obrigada por lutarem e me apoiarem para que eu chegasse até neste momento.

Aos meus amigos que compreenderam minha ausência.

Ao nosso orientador Sidinei Silva Araújo que incentivou nossa ideia desde o começo, nosso muito obrigado. Aos docentes, pelas trocas de conhecimento e experiências que foram tão importantes na minha vida acadêmica/pessoal e contribuíram para o meu novo olhar profissional. A todos os meus colegas do curso de engenharia civil, que de alguma maneira tornam minha vida acadêmica cada dia mais desafiante.

Obrigada a todos que acreditaram em mim

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de concreto armado.....	18
Figura 2: Fluxograma de produção de armaduras utilizadas nas estruturas de concreto armado	20
Figura 3: Bloco cerâmico com dimensões 9x14x19	21
Figura 4: Comparação entre os perfis de estrutura metálica e madeira	22
Figura 5: Fundação em radier	24
Figura 6: Detalhe do radier.....	24
Figura 7:: Ancoragem por expansão tipo <i>parabolt</i>	25
Figura 8: Conector de ancoragem fixando guia e montante com chumbador	25
Figura 9: Etapas de montagens do Sistema Steel Frame	26
Figura 10: Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing.	28
Figura 11: Parafuso ponta de broca e ponta agulha.	29
Figura 12: Painéis Steel frame	30
Figura 13: Chapas de OSB fixadas na face externa da estrutura	31
Figura 14: Aplicação de siding vinílico como revestimento externo	32
Figura 15: Exemplo ilustrativo de Siding Vinílico.....	33
Figura 16: Revestimento externo finalizado em Siding vinílico.....	33
Figura 17: Casas populares com placas cimentícias	34
Figura 18: Aplicação para junta de dilatação de 3mm.....	35
Figura 19: Aplicação de junta de dilatação entre placas cimentícias.	35
Figura 20: Registro fixado em peça auxiliar	36
Figura 21: Passagem de instalações por tesoura de cobertura	37
Figura 22: Instalação hidráulica com tubulações de cobre e de PVC.	37
Figura 23: Caixa de luz fixada em montante	38
Figura 24: Lã de pet	39

Figura 25: Lã de rocha	39
Figura 26: Lã de vidro	40
Figura 27: Caibros e vigas alinhados com montantes de painel estrutural.	42
Figura 28: Telhado estruturado com caibros em um Laboratório na Universidade Federal de Ouro Preto– MG	43
Figura 29: Cobertura estruturada com caibros e vigas.	44
Figura 30: Modelo de tesoura de telhado confeccionada com perfis de aço a frio galvanizados.	45
Figura 31: Tesouras de telhado em arco confeccionadas com perfis de aço formados a frio galvanizados.	45
Figura 32: Planta Baixa Modelo	48
Figura 33: Disposição de Montantes	50
Figura 34: Painéis A1, A2 e B1 e B2.	51
Figura 35: Painéis C1, C2 e D.....	52
Figura 36: Painéis E e F.....	53
Figura 37: Painéis G e H.....	54
Figura 38: Painel com contraventamento em “X”	56
Figura 39: Solicitação das diagonais de contraventamento.	56
Figura 40: Fixação das diagonais nos painéis por placa de Gusset.....	57
Figura 41: Contraventamento em “K”	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Revestimento mínimo das bobinas de aço.....	27
Tabela 2: Dimensões dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing.....	28
Tabela 3: Diâmetros e comprimentos dos parafusos usados no sistema LSF	29
Tabela 4: Comparativo entre as etapas dos sistemas construtivos.....	59
Tabela 5: Comparativo dos sistemas: Convencional x Light Steel Frame.....	64

RESUMO

O estudo proposto faz uma comparação do sistema industrializado alternativo *Light Steel Frame* com o sistema convencional de *Alvenaria de bloco cerâmico* em construção de habitações de interesse social. Segundo a última pesquisa realizada pelo IBGE¹, o déficit habitacional brasileiro chega a 5.792.508 de pessoas de baixa renda. O programa do governo federal “Minha Casa Minha Vida” foi criado no âmbito de diminuir o déficit habitacional, o que impulsionou a busca por novas técnicas construtivas, que mesmo em curto prazo não perdem a qualidade, funcionalidade da habitação e mantém preços acessíveis aos consumidores de baixa renda. A maior parte dos construtores está voltada ao sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos que no qual exige maior mão-de-obra, gera excessivo volume de resíduos da construção civil e necessita de um prazo maior de entrega, sendo assim, buscamos soluções em um sistema industrial com maior competitividade de custo, que necessita de uma mão-de-obra mais qualificada, porém em menor número, uma rápida execução, a racionalização de entulho, redução do uso da água na construção e conseqüentemente mitigação do impacto ambiental. Por se tratar de um método inovador, o sistema *Light Steel Frame* é ainda pouco difundido no país, a mão-de-obra é mais cara o que torna o sistema menos econômico quando comparado ao sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos, porém, notam-se os diversos benefícios que os sistemas industrializados proporcionam.

Palavras-chave: Light Steel Frame. Sistema convencional. Estudo comparativo.

¹ CBIC. **Déficit habitacional no Brasil** – Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>> Acesso em: 04 de jun. 2015.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS.....	13
CAPÍTULO 1. APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS E SISTEMA CONVENCIONAL.....	17
1.1 HISTÓRIA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS.....	17
1.2 ALVENARIA CONVENCIONAL	18
1.2.1 Componentes da Alvenaria Convencional	19
1.2.1.1 Concreto.....	19
1.2.1.2 Armaduras	19
1.2.1.3 Fôrmas	20
1.2.1.4 Blocos cerâmicos.....	21
1.3.1 Light Steel Framing no Brasil	22
1.3.2 Processo construtivo	23
1.3.2.1 Fundações.....	23
1.3.2.2 Estrutura e Materiais.....	26
1.3.2.2.1 Montagem do Sistema	26
1.3.2.2.2 Materiais	27
1.3.2.2.4 Instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas	36
1.3.2.2.5 Isolamento Térmico e Acústico.....	38
1.3.2 Cobertura.....	40
1.3.3.1 Coberturas Inclínadas.....	41
1.3.3.2 Coberturas estruturadas com caibros e vigas	42
1.3.3.3 Coberturas estruturadas com tesouras e treliças	44
1.4 SUSTENTABILIDADE.....	46
CAPITULO 2. ESTUDO COMPARATIVO: SISTEMA CONVENCIONAL X LIGHT STEEL FRAME.....	47
2.1 PROJETOS.....	47
2.1.1 Projeto – Alvenaria Convencional de blocos cerâmicos.....	47
2.1.2 Projeto – Light Steel Frame	49
2.1.2.1 Estabilização da estrutura.....	55
2.1.2.2 Contraventamentos.....	55

2.2 COMPARATIVO DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS: SISTEMA CONVENCIONAL X LIGHT STEEL FRAME.....	59
2.3 VANTAGENS E DESVANTAGEM DO SISTEMA STEEL FRAME	60
2.4 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	62
CAPITULO 3. CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS	72
ANEXO 1. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA: SISTEMA CONVENCIONAL DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICO.....	73
ANEXO 2. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA : SISTEMA EM LIGHT STEEL FRAME	76
.....	Erro! Indicador não definido.
ANEXO 3. PROJETO LIGHT STEEL FRAME	79
ANEXO 4. TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS.....	85

INTRODUÇÃO

Há muito tempo especula-se por profissionais do setor de Engenharia Civil se algum dia o Brasil seria capaz de deixar o método construtivo convencional para seguir o caminho da industrialização nos canteiros de obra.

Agora esse momento parece ter chegado. Com a expansão dos empreendimentos voltados ao segmento econômico aproveitou-se a aceleração de construções de unidades habitacionais. A margem de lucro sobre cada unidade é pequena, com isso o negócio se torna viável economicamente com a produção de unidades habitacionais em grandes volumes. A produção em larga escala se direciona à industrialização, desde os componentes construtivos, estruturais e de vedações, até os elementos construtivos menores como as instalações elétricas e hidráulicas e as coberturas.²

O programa “Minha Casa Minha Vida” acelerou a produção de habitações populares em larga escala, diminuindo o déficit habitacional. E o sistema Light Steel Frame possui a cartilha "Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aços revestidos (Steel Framing)" da Caixa, a cartilha comenta de forma ampla as exigências para financiamento (CEF, 2003).³

Em busca de melhores formas de construção que visam diminuir os desperdícios, neste estudo é proposto o sistema industrializado de baixo custo para o consumidor final onde permitem a racionalização do sistema construtivo, permitindo programar e controlar as etapas sem atrasos com segurança e qualidade de habitação dentro das normas.

O problema de pesquisa será comparar os sistemas construtivos: Light Steel Frame e sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos, no projeto modelo em construção de conjuntos habitacionais para a população de baixa renda no

² Faria Rodrigo. **Industrialização econômica**, Revista Técnica, São Paulo, edição 136, julho. 2008 Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-1.aspx>> Acesso em: 28 fev. 2015.

³ Caixa Econômica Federal. **Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio em Construções Habitacionais. Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aços revestidos (Steel Framing)**. Requisitos e condições mínimos para financiamento pela caixa. 2003.

Brasil. Utilizando da inovação tecnológica aliada a construção civil gerando diversos benefícios, tais como: eficiência, economia e rapidez no prazo de entrega da obra.

Objetivo geral será apresentar um estudo comparativo entre os sistemas construtivos convencionais e industrializados, visando a rápida execução, produtividade e baixo custo em larga escala.

Objetivos específicos serão:

- Estudar o método construtivo Light Steel Frame comparando com o sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos;
- Elaborar projeto modulado do sistema Light Steel Frame;
- Apresentar vantagens e desvantagens do sistema industrializado sobre o sistema de alvenaria convencional;
- Verificar a viabilidade econômica do sistema industrializado, através de cálculos e planilhas de custos;
- Apontar o método mais viável e vantajoso que se adéqua na construção de uma casa popular.

Através de referências, estudo de planilhas orçamentárias e o levantamento quantitativo irá constatar-se a viabilidade econômica de sistemas industrializados em relação à alvenaria tradicional de blocos cerâmicos, avaliando suas vantagens e desvantagens. Chega-se então, a uma definição da melhor opção de método construtivo, que se encaixa dentro das exigências que as construtoras buscam em questão de produtividade e custos, atendendo significativamente a demanda por moradia no país.

A análise dos projetos afins será feita no sentido de permitir sintetizar novos fundamentos para analisar os métodos construtivos tendo como padrão o estudo hipotético da construção de uma casa padrão popular no perímetro na cidade de Caratinga e as observações permitirão a apresentação da seguinte pauta de interesses: racionalização na construção civil e soluções para o déficit habitacional no Brasil.

Contemplando todo o exposto acima a monografia será composta por três capítulos, no primeiro abordaremos revisão bibliográfica e o processo construtivo do método construtivo convencional e do método racionalizado: Light Steel Frame. Já no segundo capítulo nossa atenção estará voltada à comparação de projetos, custos dos dois sistemas, método construtivo de paredes Steel Frame, vantagens e

desvantagens entre os sistemas. No terceiro se dedica às considerações finais e conclusões do sistema mais viável dentro dos parâmetros prescritos, juntamente com propostas de pesquisas futuras sobre o sistema Light Steel Frame.

CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

O déficit habitacional atrelado ao percentual de resíduos resultantes da construção civil motivou a busca por novos meios de construção, dentre os métodos alternativos existentes está o sistema Light Steel Frame. O sistema Light Steel Frame é algo inovador para o Brasil e uma área promissora no setor da construção civil. O método funciona a seco, seu principal material é o aço galvanizado, sendo a galvanização o processo mais ecológico de prevenção contra a corrosão e um material facilmente reciclado. Dentre os diversos benefícios estão o tempo de execução, a produtividade e a sustentabilidade. Uma das dificuldades, principalmente para o Brasil é a falta de mão-de-obra qualificada.

O programa Minha Casa Minha vida foi lançado em 2009 com o intuito de reverter os números do déficit habitacional no país, financiando habitações para população de baixa renda. Ainda que tenha entregado pouco mais de 2 milhões de unidades desde que foi criado, e com 1,5 milhão em fase de construção segundo o Ministério das Cidades, o programa não consegue acompanhar a demanda da sociedade. Com isto, as empresas prestadoras de serviço, se inspiram na busca por novos meios construtivos que permitem entregar mais casas em menos tempo, satisfazendo o consumidor sem comprometer a qualidade da edificação. Os sistemas visam, também, aperfeiçoar o uso de materiais e qualificar a mão-de-obra, tendo em vista a economia, a produtividade e o tempo de execução das obras.⁴

Construções rápidas passaram a ser o objetivo de construtoras que importam sistemas alternativos para a Engenharia Civil. O investimento na área traz, dependendo da solução escolhida, o prazo para a construção de uma casa que varia de quatro dias (com sistemas inteligentes), há três meses e meio (alvenaria

⁴ Massa cinzenta. **Minha casa minha vida não contém déficit habitacional.** Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/minha-casa-minha-vida-deficit-habitacional/> Acesso em: 19 mai. 2015.

tradicional), trazendo ainda benefícios como a rapidez e baixo custo da obra. As construções populares alternativas são representadas por empresas como a Cosipa/Usiminas, com kits construtivos de estrutura metálica.

A tecnologia industrial Steel Framing, é uma das mais aplicadas do mundo na construção civil. No Brasil, o seu uso ainda é restrito, porém a aplicação em países como: Estados Unidos, Japão, Canadá, Chile, Argentina, continente Europeu, é mais intensa pela escassez de recursos naturais como a madeira, e a rejeição de blocos cerâmicos pelo clima, se destacando a construção com perfis de aço leve.⁵

No Brasil, o Light Steel Framing vem crescendo aos poucos, pois a dificuldade de aquisição de matéria prima, a cultura do país que visa especialmente o método artesanal onde utiliza tijolos nas vedações, a falta de mão-de-obra especializada e a falta de interesse das empresas por inovações, não cooperam para a ampliação do sistema construtivo industrial no Brasil. Porém, pela grande demanda de construção de habitações populares e o investimento pesado de construtoras nesse ramo, a situação desse sistema vem sendo mudada. De acordo com Sabbatini: “Um sistema construtivo é inovador quando incorpora uma nova ideia que produza um sensível avanço na tecnologia existente no momento de sua aplicação.”⁶

Para a produção do bloco é necessária sua queima, desta pode advir uma série de gases poluentes, que é dada a sua natureza artesanal de produção, no qual gera uma gama de desperdícios de materiais. O uso de estruturas de aço em edificação pode reduzir o consumo de recursos naturais não renováveis, como aqueles provenientes da mineração de rochas, areia e outros materiais primários.⁷

O LSF tem uma estrutura leve, com excelente resistência nos painéis de vedação, uma grande versatilidade de uso e peculiaridade de ser uma construção seca, está chamando a atenção dos construtores para diversas áreas da construção

⁵FLASAN. **Light Steel Frame**. Disponível em: <http://www.flasan.com.br/steelframe.html>. Acesso em: 20 mar. 2015.

⁶SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese de doutorado. USP, São Paulo, 1989.

⁷HASS D.C.G. MARTIS L.F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. Universidade Tecnologia Federal do Paraná 2011. Pág. 9.

civil. Os processos racionalizados que geralmente era usado somente na indústria automobilística estão sendo cada vez mais empregados nas edificações.⁸

A construção tradicional vem perdendo espaço nos canteiros de obras por não atender à demanda do mercado. "A racionalização construtiva deixou de ser uma estratégia competitiva e tornou-se uma necessidade para a própria sobrevivência da empresa." (Casado, 2010).⁹

Como marco teórico:

A racionalização é o processo mental que governa a ação contra os desperdícios temporais e materiais dos processos produtivos, aplicando o raciocínio sistemático, lógico e resolutivo isento do influxo emocional. Em outras palavras pode-se entender por racionalização de um processo de produção um conjunto de ações reformadoras que se propõe em substituir as práticas rotineiras convencionais por recursos e métodos baseados em raciocínio sistemático, visando eliminar a casualidade nas decisões. (ROSSO, 1980)¹⁰

A racionalização de um processo construtivo é uma forma inteligente de se construir, onde há um projeto específico e bem definido para que tudo seja executado da maneira prevista, tendo uma melhor utilização dos recursos existentes em todas as etapas da obra. Minimizar os gastos com a otimização e qualificação da mão-de-obra e diminuir os desperdícios eliminando gastos excessivos, é um fator de extrema importância em um setor que se encontra em evidente crescimento no Brasil e onde há o maior número de descarte de resíduos. Sabbatini conceitua: "Racionalizar é eliminar desperdícios".¹¹

A construção civil é uma das maiores responsáveis pelo crescimento econômico do Brasil na última década. O programa habitacional do governo federal Minha Casa Minha Vida (MCMV), indicam que o crescimento se manterá, porém,

⁸ CAMPOS A. S. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

⁹ CASADO A. Massa cinzenta. **A importância da racionalização construtiva**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/a-importancia-da-racionalizacao-construtiva>. Acesso em: 23 mar. 2015.

¹⁰ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: FAU- SP, 1980.

¹¹ SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. Tese (Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1989.

para continuar em ritmo sustentável de crescimento é necessário que a indústria da construção se modernize e se racionalize.¹²

Segundo Doniak: “A racionalização trata da implementação de novos métodos executivos para acelerar a produção, mas mantendo a base tradicional de construir”.

¹³

O desperdício de materiais e a estagnação dos métodos construtivos é algo que deve ser combatido. O incentivo a novas alternativas construtivas deve ser divulgado a todos os profissionais da área de engenharia civil. É um leque que se abre para a propagação de novas ideias em benefício não somente de clientes e fornecedores, mas para a sociedade como um todo, pois se torna uma contribuição econômica e sustentável.

¹² MELLO, Michel. **Inovação na construção civil.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

¹³ DONIAK, Íria Lícia Oliva. **A industrialização da construção.** Jornal Informativo de 6ª Edição do Concrete Show South América: Concrete Show New, Jun. 2012.

CAPÍTULO 1. APRESENTAÇÃO DOS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS E SISTEMA CONVENCIONAL

1.1 HISTÓRIA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS

O sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos é um dos mais antigos da humanidade. As primeiras alvenarias apresentavam grandes espessuras, feitas em pedra ou tijolo cerâmico. Isto, pelo desconhecimento das características resistentes dos materiais e por seguirem o método empírico de execução. Sendo o principal método utilizado, as construções em alvenaria de pedra ou tijolo cerâmico queimado predominaram até o início de nosso século.¹⁴

Diante à evolução dos métodos de cálculo e da tecnologia do metal, as estruturas em aço começam a assumir o domínio no final do século 19, resultando em aproveitamento de espaços perdidos no então reinante empirismo da alvenaria convencional e se adaptando cada vez mais às necessidades dos projetos arquitetônicos. Alguns processos que antes eram desenvolvidos nos canteiros de obras foram transferidos para as indústrias, podendo assim controlar melhor sua qualidade, sem interferência das condições climáticas.¹⁵ Os sistemas se tornaram flexíveis, com isso a praticidade na execução possibilita uma entrega em curto prazo.¹⁶

¹⁴ Pauluzzi Blocos Cerâmicos. **Alvenaria estrutural.** Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 22 set. 2015

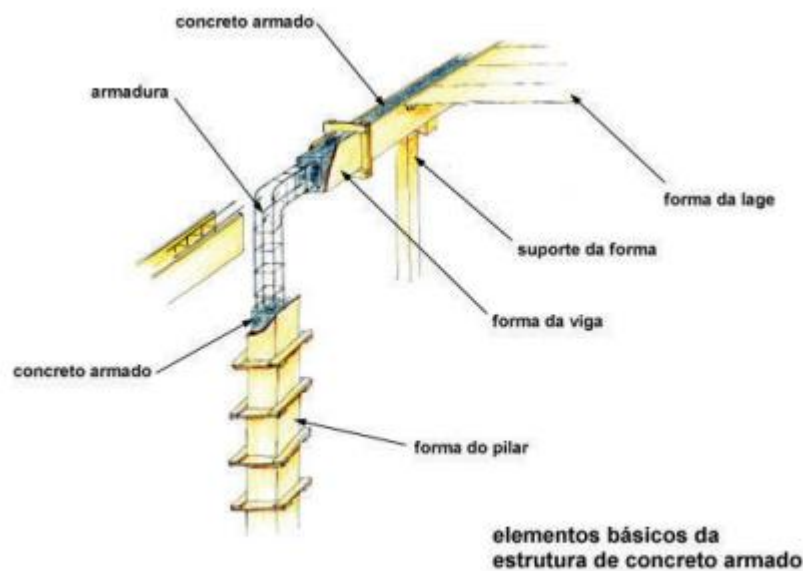
¹⁵ Pauluzzi Blocos Cerâmicos. **Alvenaria estrutural.** Disponível em: <http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>. Acesso em: 22 set. 2015

¹⁶ HABITAÇÃO popular em steel frame. Guia da Construção, São Paulo, ano 63, n. 103, p. 6-11, fev. 2010.. Acesso em: 22 set. 2015.

1.2 ALVENARIA CONVENCIONAL

O termo alvenaria convencional neste trabalho refere-se às construções onde a estrutura é em concreto armado, formada por pilares, vigas e lajes e com vedação em tijolos de blocos cerâmicos, mais utilizado no Brasil.

Figura 1: Estrutura de concreto armado



Fonte: <http://www.edifique.arq.br/images/estconc.gif> Acesso em: 22 Out. 2015

Fernandes e Filho (2010 apud KLEIN e MARONEZI, 2013) ressaltam a elevada durabilidade, boa resistência aos choques, vibrações e altas temperaturas e a facilidade de obter materiais próximos às obras como principais benefícios de uma edificação em concreto armado comparado a outros sistemas construtivos.¹⁷

¹⁷ KLEIN B. G.; MARONEZI V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame para construção de conjuntos habitacionais.** Universidade Tecnológica do Paraná. Pato Branco. 2013. Pág. 22

1.2.1 Componentes da Alvenaria Convencional

1.2.1.1 Concreto

O concreto é uma mistura homogênea constituído de cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo e ar, sendo possível incluir aditivos químicos com a finalidade de alterar suas propriedades básicas.¹⁸

Segundo Barros e Melhado (1998)¹⁹, o concreto para fins estruturais pode ser produzido, tanto em obra, quanto em usinas. Para construções de médio e grande porte, é mais comum a obtenção de concretos usinados, em razão de: maior precisão na dosagem, maior capacidade de produção, pode ser repassada a responsabilidade para a empresa especializada, canteiro de obra mais limpo.

1.2.1.2 Armaduras

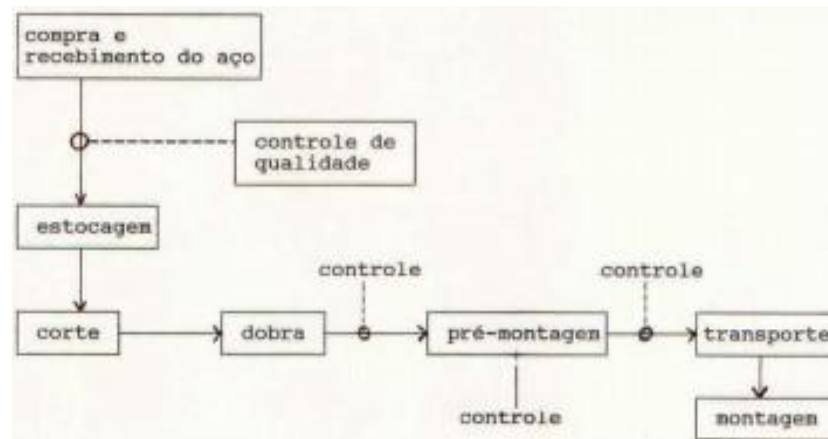
A principal função das armaduras é absorver as tensões de tração e cisalhamento e elevar a capacidade resistente das peças comprimidas.²⁰

¹⁸ BASTOS, Paulo S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil. Campus Bauru UNESP, 2006. Pág. 3-6.

¹⁹ BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Departamento de Engenharia Civil, São Paulo, 1998. Pág 3.

²⁰ BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Departamento de Engenharia Civil, São Paulo, 1998. Pág 23.

Figura 2: Fluxograma de produção de armaduras utilizadas nas estruturas de concreto armado



Fonte: Barros e Melhado. (1998)

O concreto não possui resistência à tração suficiente para absorver os esforços solicitantes de uma edificação. O trabalho do concreto juntamente com o aço é possível graças às compatibilidades física e química que ocorrem entre os dois materiais.²¹

1.2.1.3 Fôrmas

Segundo Barros e Melhado (1998)²², são atribuídas três funções básicas ao sistema de formas, são eles:

- Moldar o concreto;
- Conter o concreto e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para se sustentar por si só;
- Proporcionar à superfície do concreto a textura requerida.

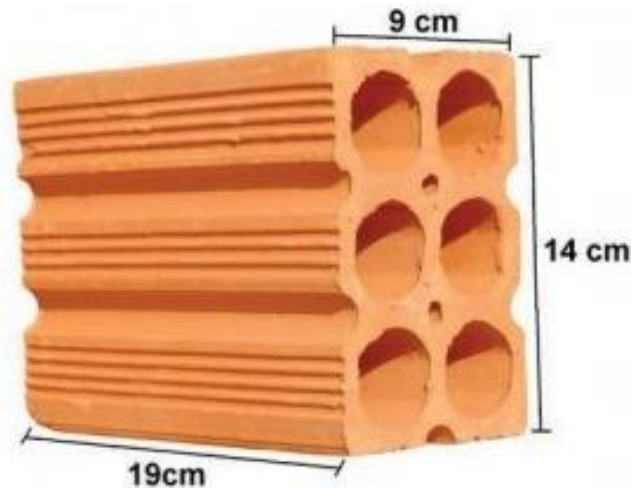
²¹ Comunidade da construção – Sistemas à base de cimento. **Estrutura de concreto – Armação-decisões.** Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/3/armacao-decisoes/execucao/54/armacao-decisoes.html>. Acesso em: 22 nov. 2015.

²² BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios.** Departamento de engenharia civil. São Paulo, 1998. Pág. 6.

1.2.1.4 Blocos cerâmicos

Bloco é um componente da alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm.²³

Figura 3: Bloco cerâmico com dimensões 9x14x19



Fonte: Klein e Maronezi, 2013.

Os blocos são encontrados em vários tamanhos, sendo o utilizado para este trabalho o bloco de dimensões 9x14x19 cm.

1.3 Light Steel Frame

O método Light Steel Frame tem origem a partir de outro sistema construtivo nominado Wood Framing (Estrutura em Madeira), desenvolvido pelos colonizadores do território norte americano a fim de atender o crescimento da população.²⁴

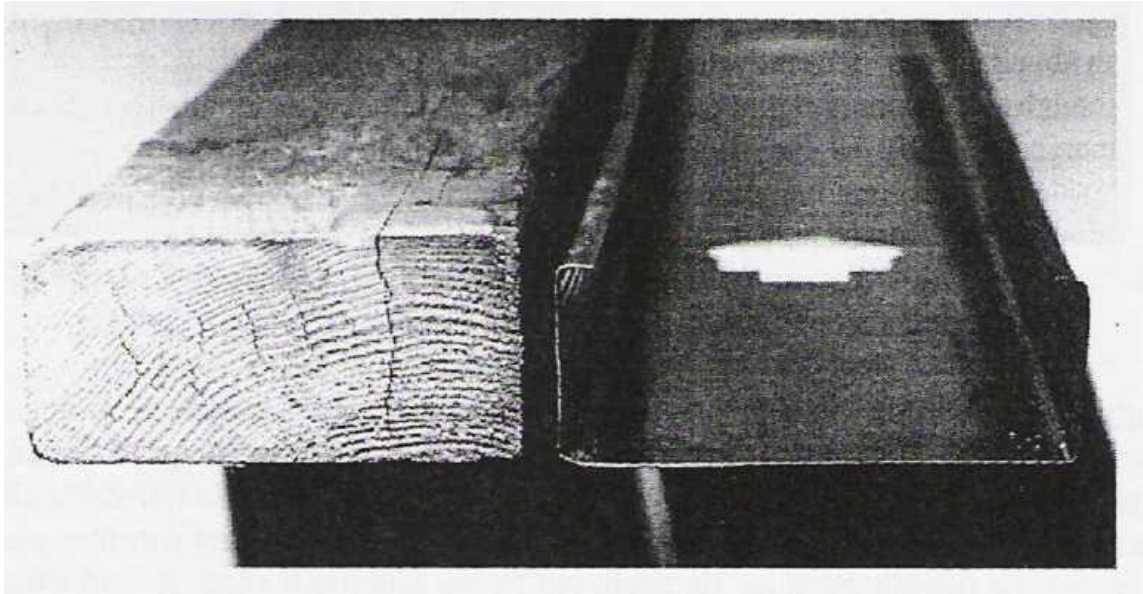
Entre 1810 e 1860, a população dos Estados Unidos se multiplicou por dez, ocasionando demanda por habitações. Então, foi necessário pesquisar uma solução construtiva incluindo conceitos de praticidade, velocidade e produtividade. Desta

²³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8042: **Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e Dimensões**. Rio de Janeiro, 1992.

²⁴ 360 Graus Estruturas e Construções. **O sistema Light Steel Frame**. Disponível em: <http://www.360construtora.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 22 set. 2015.

maneira o sistema Wood Framing se tornou a tipologia residencial mais comum nos Estados Unidos naquela época.²⁵

Figura 4: Comparação entre os perfis de estrutura metálica e madeira



Fonte: FREITAS; CRASTO. Steel Framing, 2006.

O Light Steel Frame é um sistema construtivo inovador que utiliza o aço galvanizado como principal elemento estrutural. Sendo o mais moderno, utiliza produtos industrializados e seguem normas que garantem maior segurança e qualidade.²⁶

1.3.1 Light Steel Framing no Brasil

A construção civil no Brasil é predominantemente artesanal que é um processo caracterizado pela baixa produtividade e pelo grande desperdício. No entanto, um estímulo dado pelo governo federal na construção de residências populares faz o cenário da construção civil brasileira mudar, transformando as

²⁵ 360 Graus Estruturas e Construções. **O sistema Light Steel Frame.** Disponível em: <http://www.360construtora.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 22 set. 2015.

²⁶ 360 Graus Estruturas e Construções. **O sistema Light Steel Frame.** Disponível em: <http://www.360construtora.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 22 set. 2015.

construções industrializadas uma solução na procura por residências de qualidade e com rápida execução.

O *Light Steel Framing*, que existe há mais de 50 anos, chegou ao Brasil no final da década de 1990, constituído por estruturas de aço galvanizado e painéis portantes, também conhecido no Brasil como construção a seco. Com o conhecimento de sua aplicação pelo mercado, detalhes e vantagens diante dos processos convencionais, este processo pode constituir-se em um dos principais sistemas para habitação do país. Essa tecnologia apresenta-se como solução para execução de residências em larga escala com as vantagens de uma obra industrializada, como mão de obra qualificada, otimização de custos e prazos, contenção de desperdícios, padronização, racionalização, produção em série, entre outros. (Castro 2007 apud Pettersen ,2012).²⁷

Impulsionada, a construção civil está inovando a tecnologia para obras industrializadas, possibilitando a execução de construções com rapidez e qualidade devido à exigência do mercado consumidor. Um dos sistemas incorporado à engenharia brasileira é o “*Light Steel Framing*”.

1.3.2 Processo construtivo

1.3.2.1 Fundações

Quanto à tipologia de fundação utilizada, consideram-se os seguintes aspectos iniciais:

O *Light Steel Framing* geralmente é montado sobre uma fundação tipo radier, executada sobre isolamento hidrófugo e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas. O sistema de fundação tipo radier é o mais utilizado. Os painéis de aço, são fixados à fundação através de chumbadores. Instalações provisórias de painéis, através da utilização pinos fixados provisórios, entretanto, esta fixação não fornece ancoragem suficiente, sendo indispensável o uso dos chumbadores

²⁷ PETERSEN R. L. **Sistema “Light Steel Framing”**: comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços. Departamento de Ciência Exatas e Engenharias, Ijuí, 2012. Pág. 14.

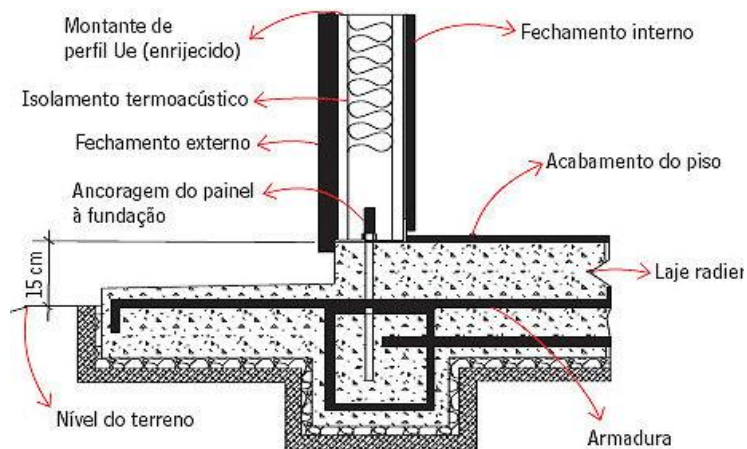
parabolts para garantir a transferência das cargas da edificação para a fundação e dessa para o terreno.²⁸

Figura 5: Fundação em radier



Fonte: Fases da construção. Maysteel. Acesso 15 set. 2015

Figura 6: Detalhe do radier



Fonte: FREITAS; CRASTO. Steel Framing. 2006

²⁸ IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **O que é o Light Steel Frame.** Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>. Acesso em: 22 set. 2015.

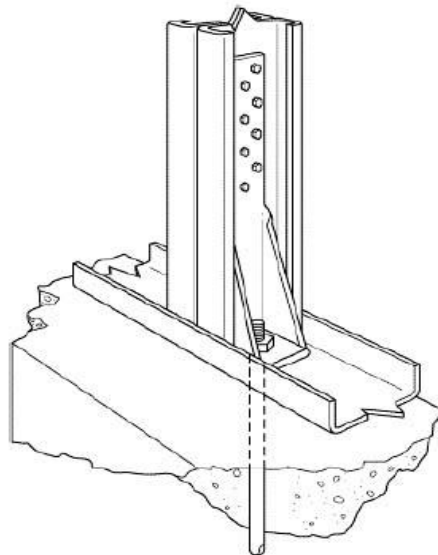
Figura 7: Ancoragem por expansão tipo *parabolt*



Fonte: FREITAS; CRASTO. Steel Framing. 2006

O tipo de ancoragem mais utilizado no sistema Light Steel Frame para a fixação dos painéis à estrutura de fundação é o *parabolt* expansível que é executado após a concretagem da fundação, fazendo um furo nos lugares definidos em projeto e após o mesmo se expande à medida que se rosqueia o parafuso, se fixando à estrutura de fundação.²⁹

Figura 8: Conector de ancoragem fixando guia e montante com chumbador



Fonte: Souza A. C. O que Light Steel Frame? Fórum da construção

Este tipo de ancoragem funciona com conectores de ancoragem que unem as guias e montantes na fundação, resultando uma alta resistência de arranque.³⁰

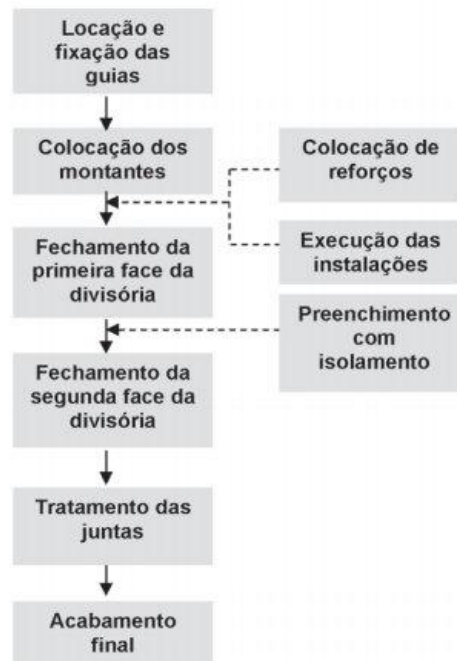
²⁹ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 27-29.

³⁰ CRASTO, R. C M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Pág. 34-39.

1.3.2.2 Estrutura e Materiais

1.3.2.2.1 Montagem do Sistema

Figura 9: Etapas de montagens do Sistema Steel Frame



Fonte: FREITAS; CRASTO. Steel Framing. 2006

Segundo Freitas e Crasto, 2006³¹, componentes para montagem do sistema Steel Frame são:

- Perfis U e Ue galvanizados para estruturação da divisória (guias e montantes);
- Componentes de fechamento externo e interno (placa de gesso cartonado e placa cimentícia);
- Parafuso para fixação dos perfis e placas da estrutura;
- Material para isolamento termo-acústico (lã de vidro);
- Materiais para tratamento das juntas (massa e fitas).

³¹ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 88.

1.3.2.2.2 Materiais

Para o sistema Light Steel Frame, os PFF (Perfis formados a frio), devem ser fabricados a partir de bobinas de aço Zincado de Alta Resistência (ZAR) com resistência ao escoamento, f_y , não inferior a 230 Mpa e revestidas com zinco ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente ou por eletrodeposição, com massas mínimas de revestimento.

Tabela 1: Revestimento mínimo das bobinas de aço

Tipo de Revestimento	Perfis estruturais		Perfis não estruturais	
	Massa mínima do revestimento (*) (g/m ²)	Designação do revestimento conforme normas	Massa mínima do revestimento (*) (g/m ²)	Designação do revestimento conforme normas
Zincado por imersão a quente	180	Z180 (NBR: 7008:2003)	100	Z100 (NBR 7008: 2003)
Zincado por eletrodeposição	180	90/90 (NBR: 14964-2003)	100	50/50 (NBR14964:2003)
Alumínio-zinco por imersão a quente	150	AZ150 (NM: 86-1996)	100	AZ100 (NM 86:1996)

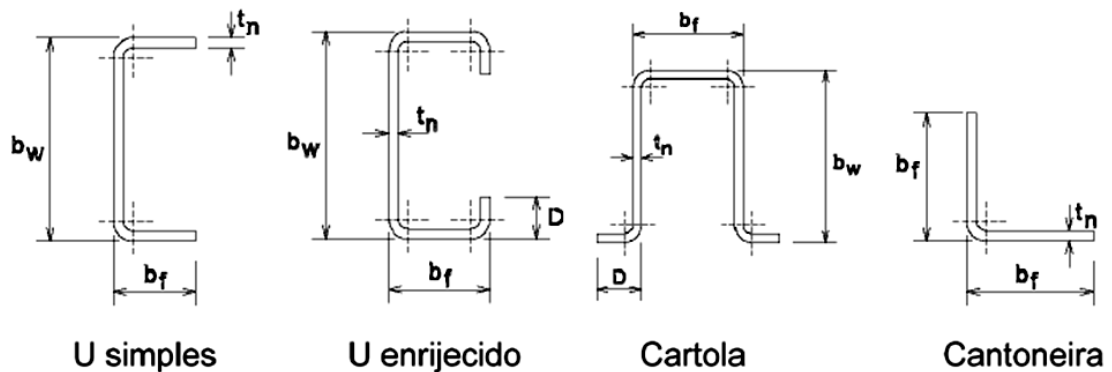
Fonte: RODRIGUES. Steel Framing: Engenharia, 2006

As bobinas que devem ter a espessura nominal mínima de 0,80mm, menos para elementos sem função estrutural e terças e a espessura nominal máxima é de 3,00 mm.³²

Segundo Crasto (2005), as seções mais comuns usadas de perfis de LSF são o perfil “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas, o “U” usado como guia na base e no topo dos painéis, o “Cartola” (Cr) empregado em ripas e as cantoneiras (L).³³

³² RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Centro Brasileiro da construção em aço. Rio de Janeiro, 2006. Pág. 11.

Figura 10: Designações dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing.



Fonte: NBR 15253:2005

Tabela 2: Dimensões dos perfis de aço formados a frio para uso em Light Steel Framing

DIMENSÕES (mm)	DESIGNAÇÃO (mm)	LARGURA DA ALMA bw (mm)	LARGURA DA MESA bf (mm)	LARGURA DO ENRIECEDOR DE BORDA – D (mm)
Ue 90x40	Montante	90	40	12
Ue 140x40	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	Cantoneiras de abas desiguais	150	40	-
L 200x40	Cantoneiras de abas desiguais	200	40	-
L 250x40	Cantoneiras de abas desiguais	250	40	-
Cr 20x30	Cartola	30	20	12

Fonte: NBR 15253:2005

³³ CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light Steel Framing.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Pág. 23.

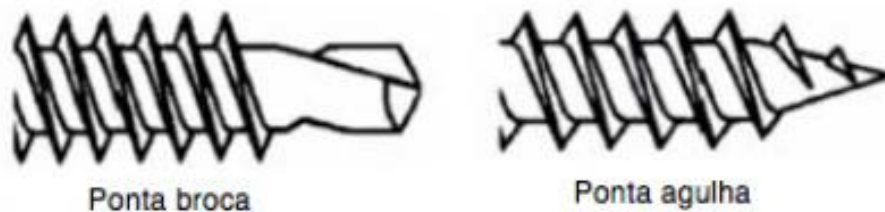
Rodrigues, 2006 explica que os parafusos utilizados em Light Steel Frame são em aço carbono e recobertos com uma proteção zinco eletrolítica para evitar corrosão e manter características semelhantes aos perfis metálicos. Os parafusos estão disponíveis numa série de tamanhos e comprimentos.³⁴

Tabela 3: Diâmetros e comprimentos dos parafusos usados no sistema LSF

Bitola (#)	Diâmetro (mm)	Comprimento	
		(in)	(mm)
6	3,5	½" a 1"	12,7 a 25,4
8	4,2	½" a 1"	12,7 a 25,4
10	4,8	½" a 1 ½"	12,7 a 38,1
12	5,3	½" a 1 ½"	12,7 a 38,1
14	6,3	½" a 1 ½"	12,7 a 38,1

Fonte: Estruturas de Edifícios em Light Steel Framing

Figura 11: Parafuso ponta de broca e ponta agulha.



Fonte: FREITAS; CRASTO. Steel Framing. 2006.

Os parafusos utilizados são os parafusos autoatarraxantes (agulha) e auto perfurantes (broca), representados na figura 11, para a montagem de painéis, pisos, tesouras constituídos por perfis de aço. Estes parafusos possuem cabeça larga e chata do tipo lentilha e ponta broca.³⁵

Por suas extremidades superiores e inferiores os montantes em Ue e as Guias em U são unidos, tendo a função de construir um quadro estrutural. Esses painéis estruturais devem descarregar as cargas diretamente sobre as fundações.

³⁴ Rodrigues, F.C. **Steel Framing: Engenharia**. Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA), Rio de Janeiro, 2006. Pág. 59-63.

³⁵ SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural** – Outro Preto, 2008. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Outro Preto, 2008. Pág. 14-16.

Figura 12: Painéis Steel frame



Fonte: www.multiperfil.com.br

As modulações, que são as distâncias entre os montantes, geralmente são de 40cm e 60cm ou até 20cm nos ambientes em que os perfis terão que suportar a grandes cargas como por exemplo uma caixa d'água. Quanto maior a separação entre os montantes, maior carga que cada montante irá absorver.³⁶

1.3.2.2.3 Fechamento e revestimento

O fechamento externo pode ser realizado com o uso de diferentes materiais como OSB (Oriented Strand Board – painel estrutural de tiras de madeira orientadas perpendicularmente, em diversas camadas, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez), placa cimentícia, siding e eventualmente alvenaria.³⁷

Ao utilizar fechamento com placas OSB deve-se tomar cuidado e não expor esse material as intempéries, sendo necessária a realização de um acabamento impermeável através de uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade, que reveste toda a área externa das paredes. Essa membrana permite a passagem

³⁶ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 32.

³⁷ Montadge. **O que é OSB?** Disponível em: <<http://www.montadge.com.br/osb.htm>>. Acesso em: 26 set. 2015.

da umidade da parte interna para externa, evitando a condensação dentro dos painéis.³⁸

Figura 13: Chapas de OSB fixadas na face externa da estrutura



Fonte: Light Steel Frame e fechamento em OSB revestido com siding vinílico. Revista Techine Pini. Edição 196, 2013.

As placas de gesso acartonado pode ser utilizada quanto como painéis estruturais e não estruturais, permitem um bom nível de acabamento e pode ser utilizada tanto em painéis estruturais quanto em divisórias não estruturais internas.³⁹

A vedação de gesso acartonado é um tipo de vedação utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações leves, estruturadas, fixa, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituída usualmente por estrutura de perfis metálicos e fechamentos de chapas de gesso acartonado. (Sabbatini,1998)⁴⁰.

Existem três tipos de placas de gesso acartonado: a standard (ST), destinadas para áreas secas; a resistente a umidade (RU), que podem ser utilizadas em ambientes que tem algum contato com umidade, como em banheiros; e placa resistente ao fogo (RF), que são utilizadas em ambientes que demandam resistência

³⁸ 360 Graus Estruturas e Construções. **Fechamento externo no Light Steel Frame**. Disponível em: <http://www.360construtora.com.br/steel-frame/fechamento-externo-no-steel-framing>. Acesso em: 01 set. 2015.

³⁹ VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing**. Dissertação (Pós-graduação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011. Pág. 46-49.

⁴⁰ SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações verticais leves de gesso acartonado**. Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Vedações Verticais. São Paulo, 1998. Pág.

ao fogo, como em cozinhas.⁴¹ As dimensões das placas de gesso acartonado são comercializadas com largura de 1,20 e o comprimento varia de 1,80m a 3,60 m e espessura de 9,5 mm, 12,5 mm e 15 mm.⁴²

O siding é um revestimento de fachada composto de placas paralelas, instalado sobre o substrato OSB, muito comum nas casas norte americanas e podem ser fabricados a partir do PVC, madeira, placas cimentícias.⁴³

Figura 14: Aplicação de siding vinílico como revestimento externo



Fonte: Fechamento externo para steel frame. Revista Construção Mercado Pini . Edição 82, 2008.

⁴¹ CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados. Light steel framing.** Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. Pág 120.

⁴² FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág.86-87.

⁴³ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág 81-82.

Figura 15: Exemplo ilustrativo de Siding Vinílico



Fonte: Santiago. A. K. 2008.

Figura 16: Revestimento externo finalizado em Siding vinílico



Fonte: Quinalia E. Fechamento externo para Steel frame. Pini. Edição 82, 2008.

Sua principal vantagem é oferecer uma alternativa de revestimento externo mais rápida e limpa que os revestimentos tradicionais, permitindo também a remoção e reinstalação rápida se ocorrer alguma manutenção nas instalações.⁴⁴

⁴⁴ SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural** – Outro Preto, 2008.

Essas placas podem ser utilizadas como fechamento tanto externo como interno dos painéis, principalmente em áreas molháveis, substituindo o gesso acartonado em áreas expostas ao tempo. Para o uso em piso é necessário um substrato de apoio, que pode ser de chapas de madeira transformada para proporcionar as placas à resistência a flexão⁴⁵.

Figura 17: Casas populares com placas cimentícias



Fonte: Santos A. Versáteis, placas cimentícias ganham mercado. Massa cinzenta.

Placas cimentícias são compostas de uma mistura de cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Suas dimensões variam de acordo com o fabricante, porém, as que são utilizadas para o sistema Steel frame comercializadas nas dimensões: com largura de 1,20 e comprimentos que variam de 2,0, 2,4 e 3,0 metros e as espessuras também variam de 6mm, 8mm e 10 mm, dependendo da função e aplicação da placa.

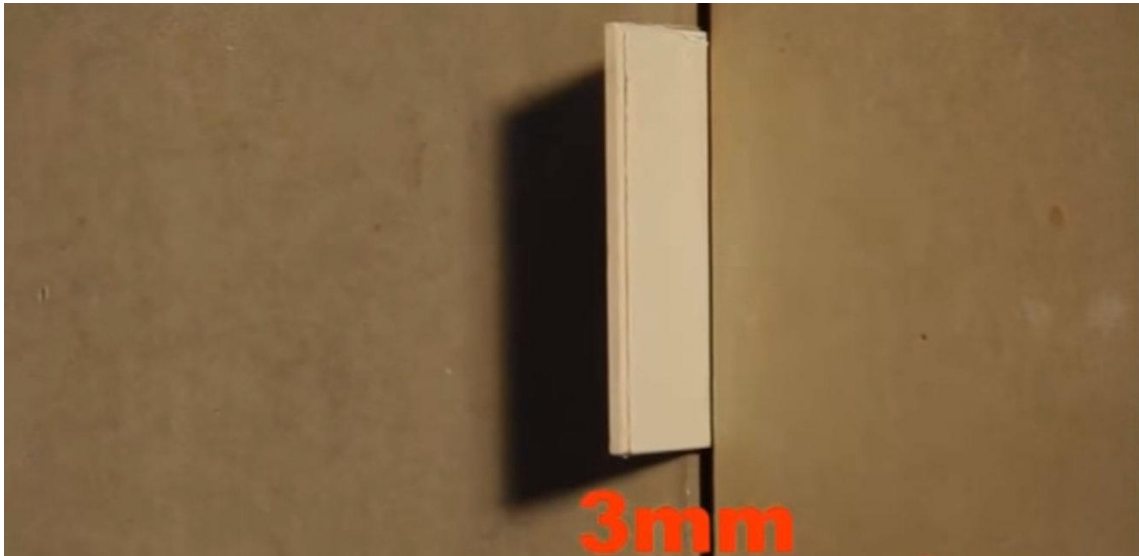
O uso de placa cimentícia no fechamento externo possuem algumas características, tais como: elevada resistência a impactos, grande resistência à umidade, podem ser curvadas, compatível com a maioria dos revestimentos, são cortadas com facilidade e possuem grande rapidez na execução, são incombustíveis.⁴⁶

⁴⁵ SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural – Outro Preto, 2008.** Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) –Universidade Federal de Outro Preto, 2008. Pág. 100-107

⁴⁶ 360 Graus Estruturas e Construções. **Fechamento externo no Steel Frame.** Disponível em: <http://www.360construtora.com.br/steel-frame/fechamento-externo-no-steel-framing/>. Acesso em: 22 set. 2015.

A montagem é semelhante a do gesso acartonado, divergindo-se no material utilizado para corte, acabamento de juntas e nos parafusos galvanizados tipo auto-atarraxantes que devem ser específico para placas cimentícias. As juntas de dilatação devem respeitadas no mínimo de 3 mm entre uma placa e outra, incluindo todo seu perímetro e também entre as esquadrias.

Figura 18: Aplicação para junta de dilatação de 3mm



Fonte: <http://www.eternit.com.br/>

Figura 19: Aplicação de junta de dilatação entre placas cimentícias



Fonte: <http://www.eternit.com.br/>

Paredes externas devem ser revestidas em sua face exposta como uma demão de selador de base acrílica. Em locais como banheiro e cozinhas e área de serviço, deve se preparar um sistema de impermeabilização nas junções da parede com piso para proteger de infiltrações revestimento internos (termo acústicos). E nas paredes com revestimento cerâmico pode ser feito com argamassa colante e flexível.⁴⁷

1.3.2.2.4 Instalações sanitárias, hidráulicas e elétricas

As instalações elétricas e hidráulicas no sistema Light Steel Frame são projetadas e executadas seguindo os mesmos princípios e materiais utilizados na construção convencional.

Figura 20: Registro fixado em peça auxiliar



Fonte: Casa de Steel instalações. Edição 141, 2008.

⁴⁷ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura.** Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 36.

Figura 21: Passagem de instalações por tesoura de cobertura



Fonte: Casa de Steel instalações. Edição 141, 2008.

Figura 22: Instalação hidráulica com tubulações de cobre e de PVC



Fonte: Casa de Steel instalações. Edição 141, 2008.

Figura 23: Caixa de luz fixada em montante



Fonte: Casa de Steel instalações. Edição 141, 2008.

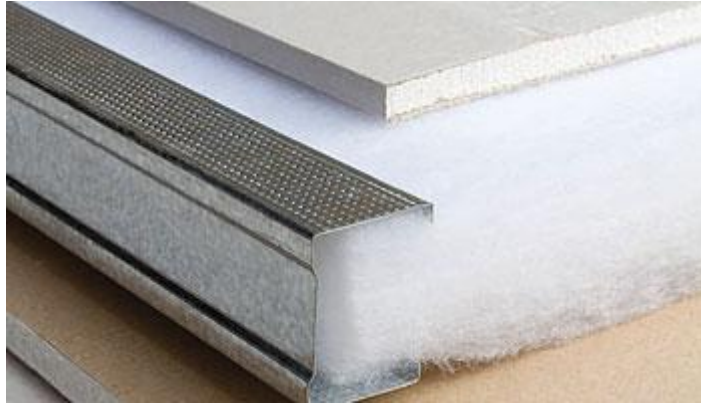
A grande vantagem oferecida pelo sistema é a facilidade de execução dessas instalações, pois, devido ao vazio interno das paredes e a presença dos furos nas montagens permitem uma execução rápida e sem quebra-quebra.⁴⁸

1.3.2.2.5 Isolamento Térmico e Acústico

No sistema Light Steel Frame o isolamento termo-acústico é baseado no conceito de isolamento multicamadas, que combina placas leves de fechamento com o preenchimento dos espaços vazios entre elas com isolante.

⁴⁸ Construseco. **Sistemas Light Steel Framing.** Disponível em: <http://www.construseco.com.br/sistemas.html>. Acesso em: 22 set. 2015.

Figura 24: Lã de pet



Fonte: LOURENÇON. A.C. Tratamento acústico. Revista Equipe Pini, 2012.

Figura 25: Lã de rocha



Fonte: LOURENÇON. A.C. Tratamento acústico. Revista Equipe Pini, 2012.

Figura 26: Lã de vidro

Fonte: www.pedreiro.com.br

Os materiais mais utilizados são a lã de vidro e lã rocha e também a lã pet que é um material reciclável. A montagem desse isolamento é feita após a primeira face da do revestimento ser sido instalada. Imediatamente após a execução do isolamento a segunda face dos painéis deve ser colocada, pelo fato de que o isolamento é muito sensível à umidade. ⁴⁹

1.3.2 Cobertura

A cobertura tem como principal objetivo proteger a edificação da ação das intempéries, sendo também uma função estética. Os telhados divergem de simples cobertas planas até projetos mais complexos com grande intersecção de águas ou planos inclinados. Os telhados inclinados além de proteger, também funcionam

⁴⁹ SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural** – Outro Preto, 2008. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) –Universidade Federal de Outro Preto, 2008. Pág. 22.

como um regulador térmico dos ambientes cobertos, já que a camada de ar entre a cobertura e o forro, cria um excelente isolante térmico.⁵⁰

A versatilidade do sistema Light Steel Framing viabiliza a execução dos mais variados tipos de cobertura. Para os telhados inclinados, a estrutura em Light Steel Frame segue o mesmo fundamento estrutural dos telhados tradicionais em madeira.

De acordo com Freitas e Crasto, o telhado compõe-se de duas partes principais:

- Cobertura: podendo ser de diversos materiais desde que impermeáveis às águas pluviais e resistentes a ação do vento e intempéries.
- Armação: corresponde ao conjunto de elementos estruturais e tem como objetivo de sustentar a cobertura, tais como ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamentos.⁵¹

Serão mencionados algumas das soluções mais utilizadas nas construções com sistema em Light Steel Frame, e expostos os processos empregados para coberturas inclinadas através de caibros e tesouras, por ser de maior ocorrência em construções residenciais.⁵²

1.3.3.1 Coberturas Inclinadas

A estrutura de um telhado inclinado em Light Steel Frame é constituída por perfis galvanizados, que propiciam o princípio de uma estrutura alinhada, onde a alma dos perfis que compõem tesouras ou caibros deve estar alinhada a alma dos

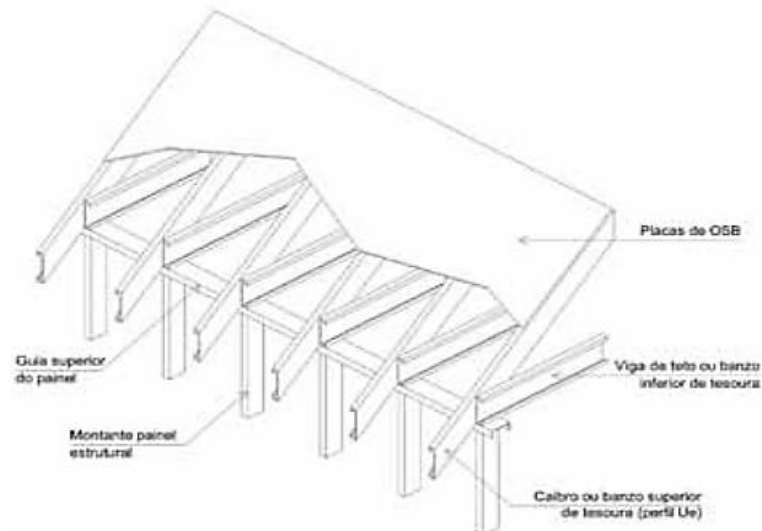
⁵⁰ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 64

⁵¹ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 64

⁵² FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pag. 64.

montantes dos painéis de apoio e suas seções se coincidem para que a transmissão das cargas seja axial.⁵³

Figura 27: Caibros e vigas alinhados com montantes de painel estrutural.



Fonte: Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

Telhados inclinados em Light Steel Frame podem ser construídos a partir de uma estrutura de caibros ou por intermédio de tesouras ou treliças.

1.3.3.2 Coberturas estruturadas com caibros e vigas

A estrutura de um telhado composta por caibros adota-se de uma técnica aplicada para construções do tipo “stick”, onde os elementos estruturais (perfis U e Ue) são cortados e montados no local da obra. Utiliza-se este tipo de cobertura quando o vão entre os apoios possibilita o uso de caibros e pretende-se utilizar

⁵³ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 65.

menor quantia de aço do que o empregado com tesouras. Entretanto, projetos de coberturas mais complexas e de maiores vãos permitem-se utilizar o sistema de caibros dimensionados adequadamente e às vezes utilizando perfis duplos.⁵⁴

Figura 28: Telhado estruturado com caibros em um Laboratório na Universidade Federal de Ouro Preto– MG



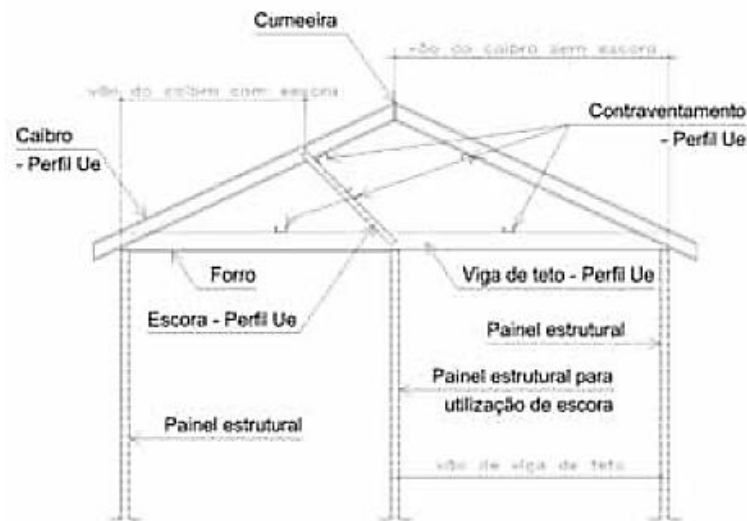
Fonte: Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

Para a fixação de caibros e vigas nos painéis, os enrijecedores de alma trabalham simultaneamente com cantoneiras devidamente aparafusadas às guias superiores dos painéis.⁵⁵

⁵⁴ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura.** Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 67.

⁵⁵ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura.** Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 67.

Figura 29: Cobertura estruturada com caibros e vigas



Fonte: Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

Caso houver necessidade, escoras também são aplicadas para transferir as cargas aos painéis portantes internos e conectadas aos caibros e as vigas de teto e auxiliam a reduzir o vão e as dimensões dos caibros (Waite, 2000 apud Freitas e Crasto, 2006).⁵⁶

1.3.3.3 Coberturas estruturadas com tesouras e treliças

As tesouras ou treliças é uma opção mais freqüente em coberturas residenciais, sua vantagem é que cobrem grandes vãos sem a necessidade de apoios intermediários. No Brasil, tesouras de aço já vem aos poucos substituindo as de madeira, principalmente em reformas, graças a elevada resistência estrutural do aço, leveza das peças, por ser resistente a insetos e incombustível (Scharff, 1996 apud Freitas e Crasto, 2003).⁵⁷

Existem diversos modelos de tesouras, isto, devido a fatores estéticos, funcionais, climáticos, culturais, etc.

⁵⁶ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 67.

⁵⁷ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 68.

Figura 30: Modelo de tesoura de telhado confeccionada com perfis de aço a frio galvanizados



Fonte: Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

Figura 31: Tesouras de telhado em arco confeccionadas com perfis de aço formados a frio galvanizados



Fonte: Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

As tesouras ou treliças podem vir pré-fabricadas ou ser produzidas no próprio canteiro da obra. Em ambos os casos, estas devem ser projetadas e dimensionadas por profissionais qualificados. Contudo, tesouras pré-fabricadas denotam algumas vantagens, tais como: precisão dimensional e menor tempo de trabalho no canteiro. Para a confecção de tesouras no canteiro da obra, geralmente é necessário uma vasta área disponível para a montagem da mesa de trabalho e equipe treinada.⁵⁸

⁵⁸ FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Steel Framing: Arquitetura.** Instituto Brasileiro de siderurgia. Centro brasileiro da construção em aço, Rio de Janeiro 2006. Pág. 70.

1.4 SUSTENTABILIDADE

Sustentabilidade é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, não comprometendo a capacidade das gerações futuras em suas necessidades, ou seja, possibilitar que as pessoas no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural e ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos naturais preservando as espécies e os habitats naturais.⁵⁹

A Construção Civil consome algo entre 15 a 50% dos recursos naturais extraídos, 66% da madeira extraída, 40% da energia consumida e 16% da água potável. A possibilidade de escassez destes recursos e os impactos ambientais são grandes motivos para a substituição dos métodos construtivos convencionais.⁶⁰

A água não é considerada um material de construção, mas nos métodos convencionais ela é um item indispensável e com uma média de consumo muito alto. Um sistema construtivo que consuma menos água, ameniza os impactos causados pela construção civil ao meio ambiente.⁶¹

Segundo Abrelpe, os municípios brasileiros coletaram cerca de 45 milhões de resíduos de construção e demolição no Brasil no ano de 2014, o que seria 4,1% a mais do que em 2013. Nos países mais desenvolvidos, com outras culturas essas realidades não existem na construção civil.⁶²

O *Steel Frame* vem para melhorar esse quadro. Com a sua estrutura feita inteiramente em aço galvanizado, diminui drasticamente o uso de concreto, usado apenas na fundação, conseqüentemente reduzindo também o consumo de água e a geração de resíduos são mínimos, tornando-se um sistema totalmente benéfico ao meio ambiente.

⁵⁹ Instituto Brasileiro de Sustentabilidade. **Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum”, definição e princípios.** Pág. 1.

⁶⁰ DRYWORK (S/D). **Construção civil é o setor que mais consome recursos naturais no mundo.** Disponível online em: <www.drywork.com.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=46> . Acesso em: 13 nov. 2015.

⁶¹ DRYWORK (S/D). **Construção civil é o setor que mais consome recursos naturais no mundo.** Disponível online em: <www.drywork.com.br/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=46> . Acesso em: 13 nov. 2015.

⁶² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil.** 2014. Pág. 33.

CAPITULO 2. ESTUDO COMPARATIVO: SISTEMA CONVENCIONAL X LIGHT STEEL FRAME

Neste capítulo abordaremos o estudo comparativo entre o sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos e o sistema Light Steel Frame, através de planilhas orçamentárias e tabela comparativa. Serão apresentados projetos em plantas baixas e cortes com os respectivos sistemas.

2.1 PROJETOS

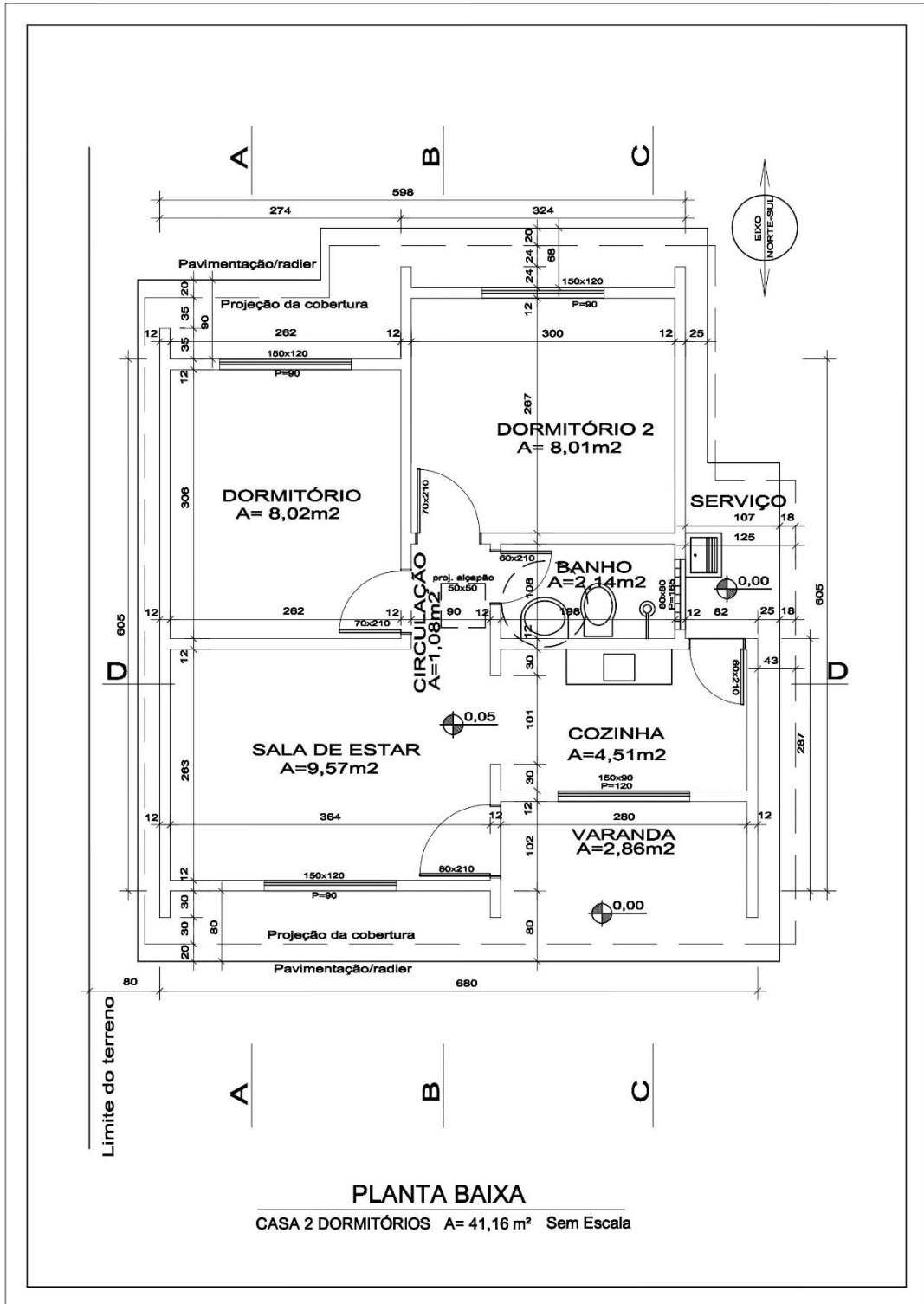
Os projetos em alvenaria convencional não são resultados de pesquisa, pois foram adquiridos prontos, entretanto o projeto em Light Steel Frame é resultado de uma vasta pesquisa do processo construtivo.

O primeiro passo no momento de projetar um modelo de residência foi aderir aos padrões populares da construção brasileira e em como seria possível a adaptação do projeto para os dois sistemas construtivos estudados: alvenaria convencional e Light Steel Frame. Para isto, foi definido o projeto arquitetônico modelo.

2.1.1 Projeto – Alvenaria Convencional de blocos cerâmicos

A planta baixa é composta por dois quartos, um banheiro, uma cozinha, uma sala de estar e uma lavanderia localizada na parte externa da residência. São 41,16m² de área construída e 36,99m² de área útil nos parâmetros construtivos de alvenaria convencional. Podemos analisar a planta baixa para esse sistema na figura a seguir:

Figura 32: Planta Baixa Modelo



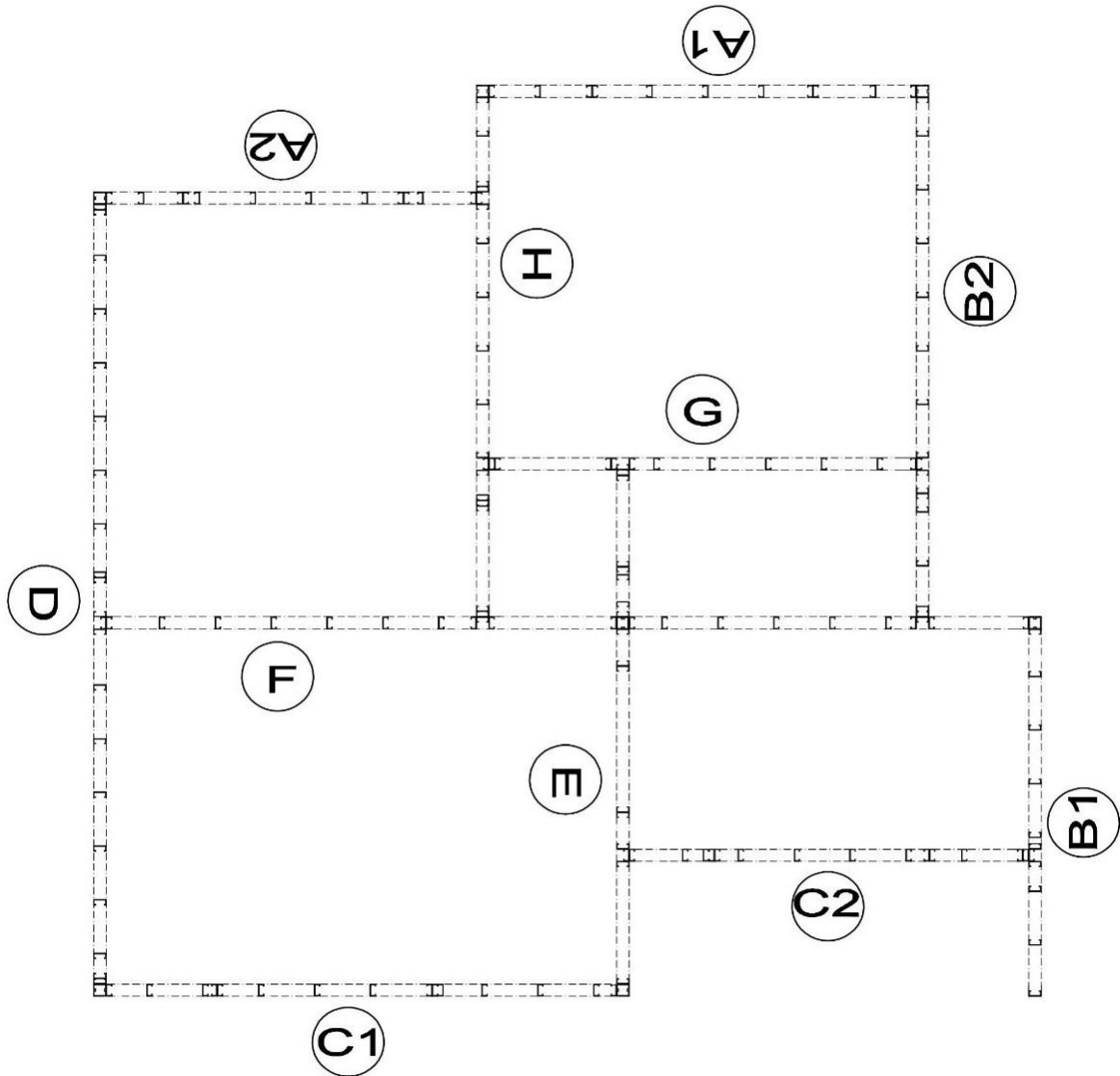
Fonte: Arquitetura e Engenharia da Caixa – GIDUR Manaus

2.1.2 Projeto – Light Steel Frame

O projeto em Light Steel Frame foi confeccionado com modulação entre eixos dos montantes de 40 cm, medida necessária devido à dimensão das placas cimentícias (1,20 x 2,40 m), que serão utilizadas como vedação da edificação. A planta baixa em Light Steel Frame onde se encontra a disposição dos montantes e os respectivos painéis são ilustradas nas imagens a seguir:

Figura 33: Disposição de Montantes

DISPOSIÇÃO DOS MONTANTES

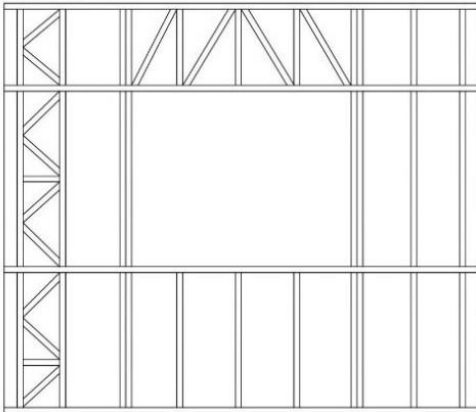
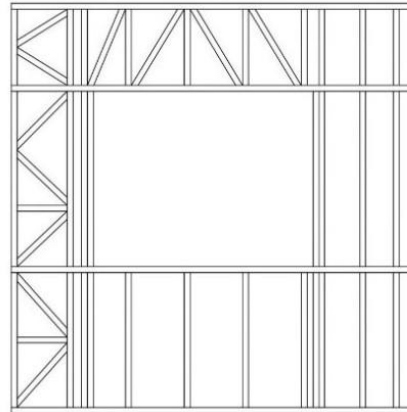
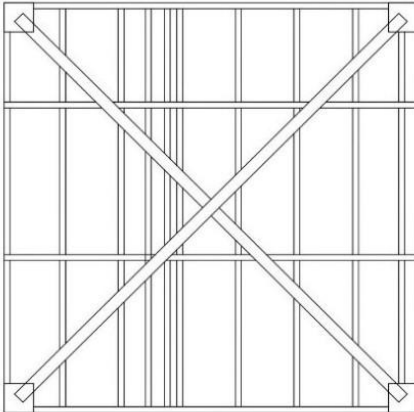
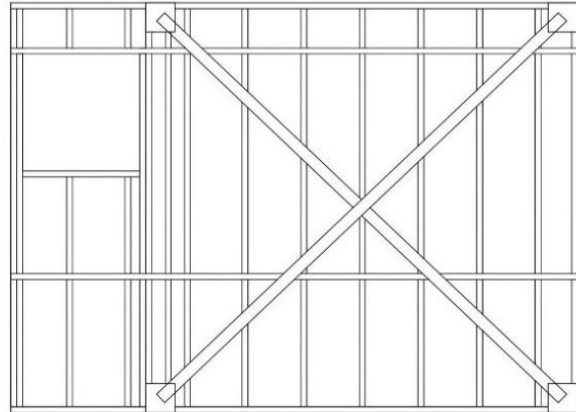


SEM ESCALA

Fonte: Autoria própria

Figura 34: Painéis A1, A2 e B1 e B2

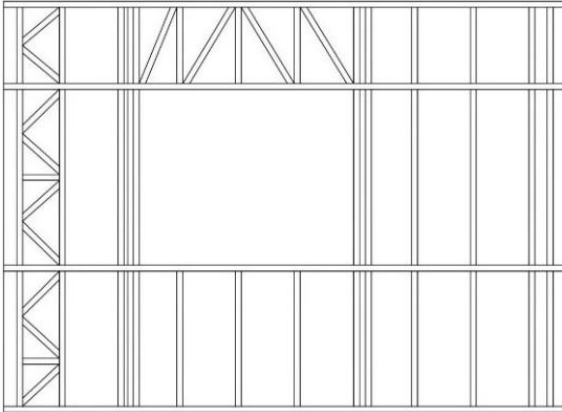
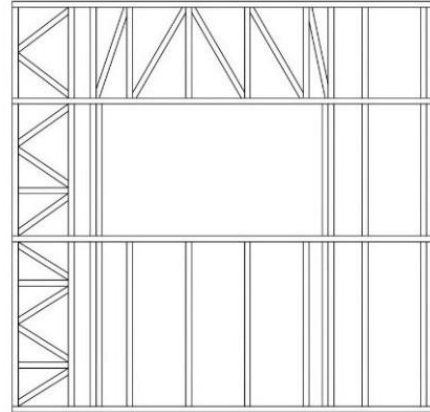
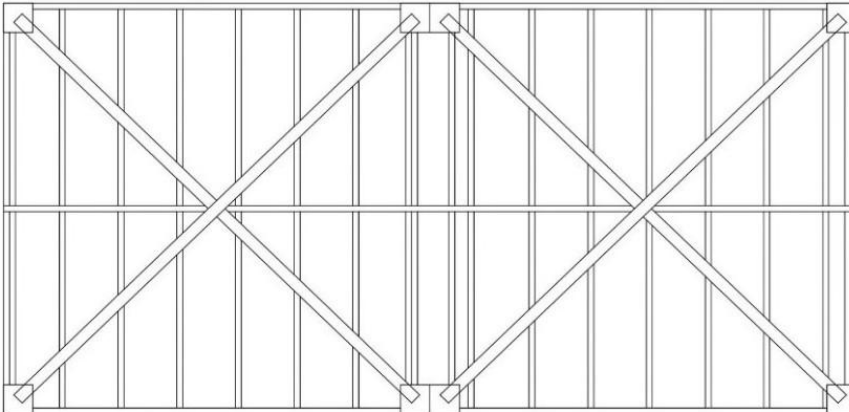
PAINÉIS A1, A2, B1 e B2

A1**A2****B1****B2****SEM ESCALA**

Fonte: Autoria própria

Figura 35: Painéis C1, C2 e D

PAINÉIS C1, C2 e D

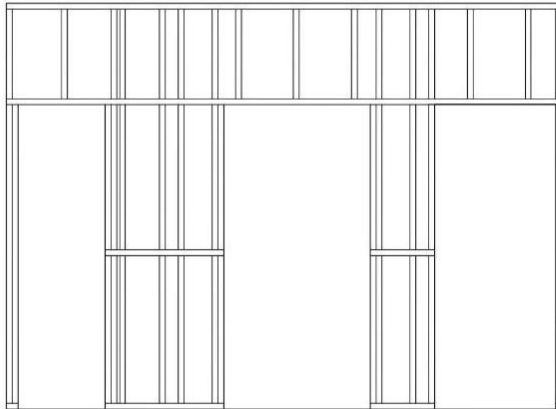
C1**C2****D****SEM ESCALA**

Fonte: Autoria própria

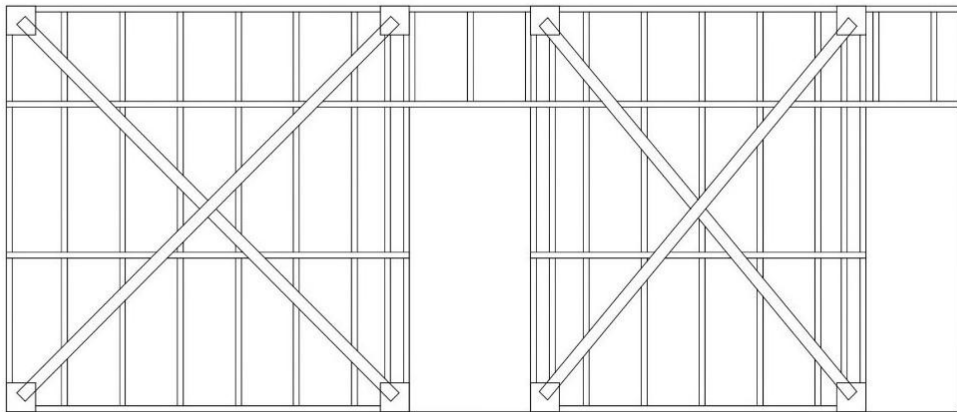
Figura 36: Painéis E e F

PAINÉIS E e F

E



F



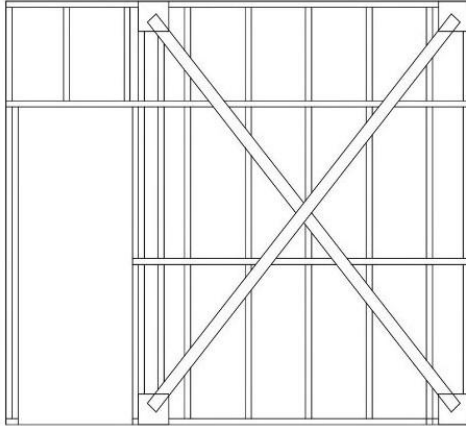
SEM ESCALA

Fonte: Autoria própria

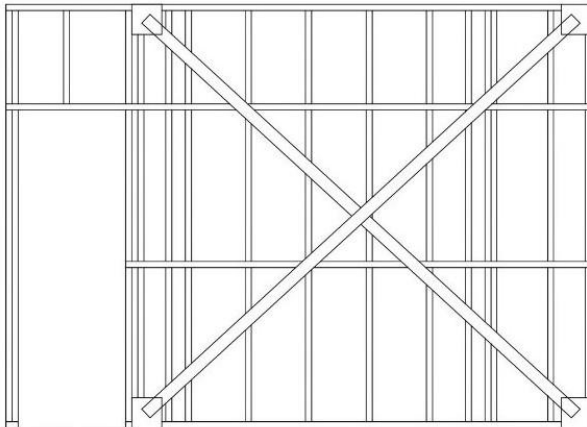
Figura 37: Painéis G e H

PAINÉIS G e H

G



H



SEM ESCALA

Fonte: Autoria própria

2.1.2.1 Estabilização da estrutura

Os montantes isoladamente, não são capazes de resistir aos esforços solicitados horizontalmente, como a força do vento. Esses esforços podem gerar perda de estabilidade da estrutura ocasionando deformações e até mesmo leva-la ao colapso.

Deve-se providenciar elementos capazes de transferir esses esforços para a fundação. Para resistir a esses esforços em sistemas Light Steel Frame, a combinação mais comum é o uso de contraventamentos nos painéis, combinado ao diafragma rígido no plano de piso que atua transferindo as cargas aos pinéis contraventados.⁶³

2.1.2.2 Contraventamentos

O método mais utilizado de estabilização em construções em Light Steel Frame, é o contraventamento em “X”, onde se utiliza fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel, cuja largura, espessura e localização são determinadas pelo projeto estrutural.⁶⁴

⁶³ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 37.

⁶⁴ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 38.

Figura 38: Painel com contraventamento em “X”

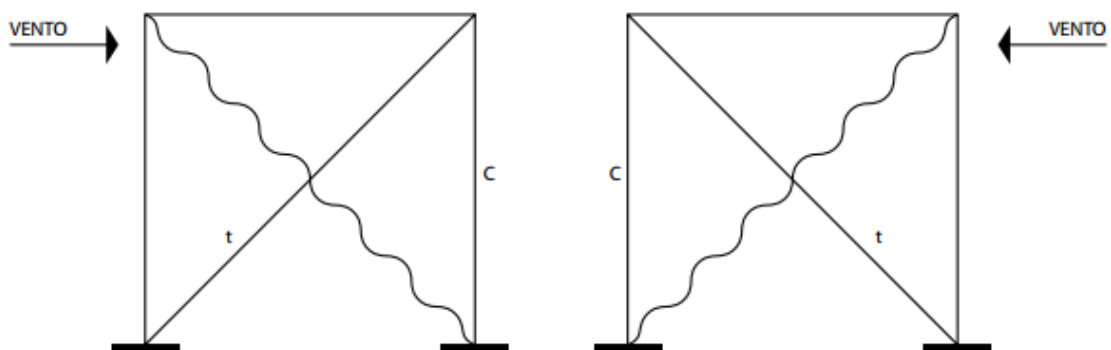


Fonte: CBCA Manual LSF: Arquitetura, 2006.

“A seção da fita deve transmitir o esforço de tração que resulta de decomposição da carga horizontal atuante (V) na direção da diagonal.” (Construstell, 2002 apud Crasto e Freitas, 2006)

“As diagonais serão solicitadas ora à tração, ora à compressão de acordo com o sentido da força do vento.”⁶⁵ (Crasto e Freitas, 2006).

Figura 39: Solicitação das diagonais de contraventamento



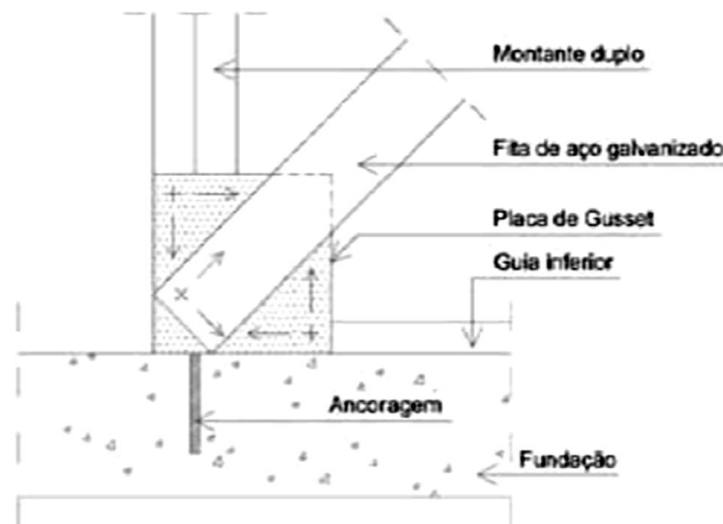
Fonte: CBCA Manual LSF: Arquitetura, 2006.

⁶⁵ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 38.

O ângulo em que a fita é instalada influencia significativamente a capacidade do contraventamento em resistir aos carregamentos horizontais. Quanto menor for o ângulo formado entre a base do painel e a diagonal, menor será a tensão na fita metálica. (Scharff, 1996 apud Freitas e Crasto,2003)

A fixação do elemento de contraventamento é feita através de uma placa de aço galvanizado (placa de Gusset), aparafusada em montantes duplos, e, em coincidência com estes deverá estar a ancoragem do painel a fim de absorver os esforços transmitidos pelo contraventamento.⁶⁶

Figura 40: Fixação das diagonais nos painéis por placa de Gusset



Fonte: CBCA Manual LSF: Arquitetura,2006.

Para ângulos menores que 30° , a diagonal perde sua eficiência em evitar as deformações. Preferencialmente, para o melhor desempenho, a inclinação das diagonais deverá estar compreendida entre 30° e 60° . (ConsulSteel, 2002 apud Freitas e Crasto,2003)

É de fundamental importância que as instalações das fitas de aço-galvanizado estejam firmemente tensionadas, a fim de evitar folgas que possam comprometer a sua eficiência na transmissão de tais esforços.⁶⁷

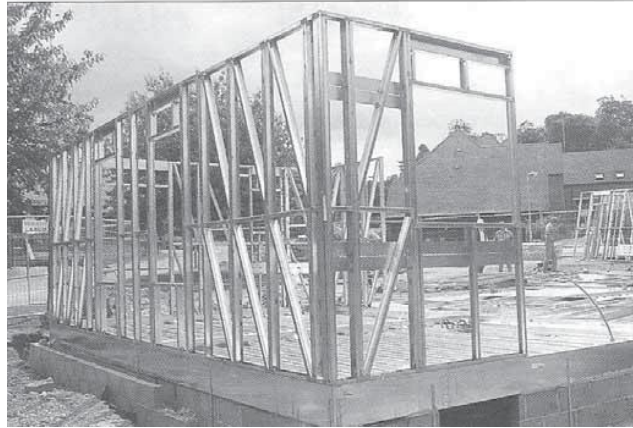
Quando não é possível aderir ao contraventamento em “X”, devido o projeto arquitetônico, como aberturas em uma fachada, por exemplo, é indicado o

⁶⁶ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 38.

⁶⁷ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 38.

contraventamento em “K”. Esse método utiliza perfis Ue fixados entre montantes, como mostrados a seguir:

Figura 41: Contraventamento em “K”



Fonte: Fonte: CBCA Manual LSF: Arquitetura, 2006.

Esses elementos agem à tração e à compressão em conjunto com os montantes adjacentes formando uma treliça vertical. Esse tipo de sistema tem como principais dificuldades as condições de suas conexões, a necessidade de montantes adjacentes mais robustos em painéis a sotavento e significativas excentricidades que podem ser geradas nos painéis. Sendo assim, esse sistema é usado apenas quando não existe a possibilidade de executar o método em “X”.⁶⁸

No projeto proposto neste trabalho, usaremos os dois tipos de contraventamentos: em “X” e em “K”, pelo fato de haver paredes onde é possível adotar o método em “X”, sendo um método mais prático e mais viável economicamente e também havendo paredes com aberturas (janelas e portas) impossibilitando este método, sendo necessário então, a execução do contraventamento em “K” em algumas paredes.

⁶⁸ FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais de. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág. 40.

2.2 COMPARATIVO DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS: SISTEMA CONVENCIONAL X LIGHT STEEL FRAME

Todo sistema construtivo tem suas vantagens e desvantagens, sendo assim, serão expostos a seguir os principais benefícios e desvantagens do sistema convencional de alvenaria comparado com o sistema Light Steel Frame.

Tabela 4: Comparativo entre as etapas dos sistemas construtivos.

SISTEMA ALVENARIA CONVENCIONAL	SISTEMA LIGHT STEEL FRAME
Fundação distribuição com cargas pontuais.	Fundação distribuída de cargas lineares.
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 método ecologicamente correto. O aço, principal material usado no sistema é um produto reciclável.
Durabilidade acima de 300 anos.	Durabilidade de 300 anos.
Estrutura que depende de fatores como mão-de-obra não qualificada, umidade, matéria-prima.	Estrutura de aço galvanizado. Produto que obedece a um rigoroso conceito de qualidade na sua fabricação.
Para instalação de tubulação e eletrodutos com quebra de parede e depois refazer, resultando em resíduos.	Instalações hidráulicas e elétricas sem desperdício de tempo e mais rápido.
Canteiro de obra sujo e com dificuldade de limpeza.	Canteiro de obra limpo e organizado.
Isolamento térmico é mínimo. Manutenção tem custo alto.	Potente isolamento térmico em função da lã de vidro.
Prazo de execução longo e sem cronograma exato.	Prazo de execução com cronograma preciso

SISTEMA ALVENARIA CONVENCIONAL	SISTEMA LIGHT STEEL FRAME
Utilização de água em excesso no processo construtivo.	é um sistema construtivo "a seco", utiliza água somente na fundação.
Difícil de manutenção de problemas na alvenaria (infiltrações, problemas elétricos).	Manutenção simples, com a retirada da placa interna a localização do problema é imediata.
Ampliações ou reformas demoradas.	Ampliações e reformas rápidas e limpas.
Pintura em superfície ondulada e imperfeita.	Segurança a fogo, não tem combustão, seu as normas da ABNT.

Fonte: Autoria própria

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA STEEL FRAME

Segundo Freitas e Crasto (2012,⁶⁹ e Rodrigues (2006)⁷⁰ Light Steel Frame trata-se de um processo com alto nível de industrialização frente ao sistema construtivo convencional, apresenta as seguintes vantagens:

1. O fato da montagem da estrutura não ser afetada pela ocorrência de chuvas, resulta na redução para cerca de 30% dos prazos de construção quando comparada com o método convencional. Obras entregues normalmente no prazo máximo de noventa dias;
2. Os perfis que constituem o sistema têm tecnologia avançada, onde a matéria prima utilizada passa por rigorosos controles de qualidade;
3. Melhoria de níveis de desempenho termo-acústico através de materiais de fechamento e da instalação com lã mineral entre os forros e painéis. Cerca de duas vezes e meio superior a parede de alvenaria convencional;

⁶⁹ FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R. C. M. **Steel framing: arquitetura**. In: **Manual de construção em aço**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. Pág 16-17.

⁷⁰ RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia**. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Centro Brasileiro da construção em aço. Rio de Janeiro, 2006. Pág. 6-126.

4. O aço é reciclável e pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem perder suas características de resistência e qualidade;
5. Os perfis de aço galvanizado resistem a propagação do fogo;
6. Resistência à corrosão, os perfis de aço galvanizado exibem maior estabilidade dimensional;
7. O processo de galvanização dos perfis, de acordo com as especificações obtém NBR 15253 (2005) proporciona a durabilidade e a proteção dos perfis de aço, garantindo a proteção e longevidade da estrutura;
8. O sistema garante agilidade de execução, proporcionando a montagem fora do canteiro de obras, o que resulta na diminuição dos prazos de construção.
9. Os perfis formados a frio são extremamente leves, proporcionando maior facilidade no transporte, manuseio e montagem dos mesmos;
10. Os perfis de aço galvanizado perfurados previamente na sua fabricação em conjunto com a utilização de painéis de gesso acartonado, placa cimentícia ou OBS, que facilitam as instalações de água, ar condicionado, eletricidade, esgoto, telefonia, informática, etc.
11. Antecipação do retorno do investimento em função da maior velocidade de execução da obra, havendo um ganho adicional pela ocupação antecipada do imóvel e pela rapidez no retorno do capital investido.
12. Grande flexibilidade do projeto arquitetônico, não limitando a criatividade do arquiteto.
13. Construção a seco, o que minora o uso dos recursos naturais e o desperdício.
14. Facilidade na execução das ligações
15. O “Steel Frame” garante ainda agilidade às obras, especialmente quando há pouco espaço para canteiro.
16. Facilidade e baixo custo na manutenção de instalações de hidráulica, elétrica, ar condicionado, gás, etc. Mesmo no caso de necessidade de intervenções em algum dos sistemas a praticidade com que se executa o serviço é muito grande e não gerando sujeira e barulho, motivos que muitas vezes são responsáveis pelos constantes adiamentos de qualquer reforma em casa.
18. A fabricação em “Steel Frame” ocorre dentro de uma indústria e conta com mão-de-obra altamente qualificada, o que dá ao cliente a garantia de uma obra com

qualidade superior devido ao rígido controle existente durante todo o processo industrial.

19. Precisão construtiva: Em uma estrutura metálica a unidade empregada é o milímetro. Isso garante uma estrutura perfeitamente aprumada e nivelada, facilitando atividades como o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, bem como redução no custo dos materiais de revestimento.

Algumas das desvantagens do Light Steel Frame segundo Moraes (2004) é primeiramente a limitação do número de pavimentos que podem ser construídos no Brasil. Seguindo os requisitos da norma, as construções em LSF não podem ter mais de 4 pavimentos no Brasil e não se deve ultrapassar este limite por causa da distribuição de carga deste tipo de construção e também pela espessura dos perfis de aço galvanizado que é pequena demais para dimensionar prédios tão altos. E outra desvantagem é o fato de que a construção pelo método convencional está muito enraizada na cultura da população brasileira, apesar do sistema já estar presente no Brasil.⁷¹

2.4 LEVANTAMENTO QUANTITATIVO E PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Foi usado como referência das composições de custo a planilha do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) do estado de Minas Gerais, mês de outubro de 2015 para o método convencional, exceto os itens:

- Caixa d'água de polietileno com tampa 250 L (SETOP/JUNHO/2015).

Para a planilha referente ao método em Light Steel Frame, também foram utilizados como base das composições de custo a planilha do SINAPI do estado de Minas Gerais, mês de outubro de 2015, exceto:

⁷¹ MORAIS, André. **Sala de Imprensa.** Disponível em: <http://www.ushome.com.br/imprensa/sf1660m/sf1660m.htm>. Acesso em: 03 set. 2015.

- Estrutura em Light Steel Frame (montantes, guias e demais acessórios especificados na planilha em anexo), (Empresa especializada Stylo e Art Construções e Reformas Ltda)
- Estrutura para cobertura em aço galvanizado; (Empresa especializada Stylo e Art Construções e Reformas Ltda);
- Placas cimentícias, incluindo acessórios, (Empresa especializada Stylo e Art Construções e Reformas Ltda);
- Caixa d'água de polietileno com tampa 250 L (SETOP/JUNHO/2015).
- Mão de obra especializada (Empresa especializada Stylo e Art Construções e Reformas Ltda)

Findadas as observações, seguem as planilhas com o comparativo entre os sistemas:

Tabela 5: Comparativo dos sistemas: Convencional x Light Steel Frame

COMPARATIVO DOS SISTEMAS COM O RESPECTIVO SERVIÇO		Sistema convencional em alvenaria de blocos cerâmicos		Sistema Light Steel Frame	
ÍTEM	SERVIÇO	PREÇO	%	PREÇO	%
1	Serviços preliminares	R\$ 2.542,24	6%	R\$ 2.542,24	5%
2	Radier/Fundação	R\$ 8.366,90	19%	R\$ 8.366,90	16%
3	Paredes e painéis	R\$ 10.493,90	23%	R\$ 25.133,36	47%
4	Revestimento	R\$ 6.649,07	15%	R\$ 2.728,36	5%
5	Cobertura	R\$ 6.294,76	14%	R\$ 3.968,83	7%
6	Esquadrias	R\$ 3.733,08	8%	R\$ 3.733,08	6%
7	Pintura	R\$ 1.308,58	3%	R\$ 1.552,12	3%
8	Aparelhos e metais	R\$ 1.192,89	3%	R\$ 1.192,89	2%
9	Instalações Elétricas	R\$ 1.914,91	4%	R\$ 1.914,91	4%
10	Instalações Hidráulicas	R\$ 404,28	1%	R\$ 404,28	1%
11	Instalações sanitárias	R\$ 2.026,94	4%	R\$ 2.026,94	4%
TOTAL:		R\$ 44.927,54	100%	R\$ 53.563,91	100%

Fonte: Autoria própria

Pelo orçamento, nota-se que o custo total de construção das casas em Light Steel Frame é **16%** maior que o método convencional. Pode-se ter, então, os valores comparativos de: **R\$1.301,36/m²** para a construção em Light Steel Frame e **R\$ 1.091,53/m²** para a construção pelo método convencional.

Os itens mais expressivos da construção em Light Steel Frame são evidentemente as paredes e painéis (incluindo a estrutura em aço galvanizado), sendo aproximadamente **47%** do custo total da construção.

Para o sistema convencional, a parte mais onerosa também é representada pelo serviço paredes e painéis, sendo **23%** do custo total da construção.

CAPITULO 3. CONCLUSÕES

O estudo comparativo nos possibilitou um conhecimento mais aprofundado sobre o sistema Light Steel Frame e suas particularidades, muitas vantagens e algumas desvantagens, quando comparado ao sistema convencional de alvenaria de blocos cerâmicos. Entretanto, podemos concluir também que o sistema Light Steel Frame não é o mais econômico, porém, se destaca com seus diversos benefícios, entre eles a racionalização da construção, gerando resíduos desprezíveis, impossibilitando um canteiro mais limpo, minimizando os desperdícios da construção civil.

O método convencional de alvenaria de blocos cerâmicos ainda se vê como uma alternativa viável economicamente ao consumidor, porém quando se leva em conta todos os benefícios do sistema Light Steel Frame, o sistema racional se vê competitivo.

Com o grande déficit imobiliário no segmento de casas populares, o sistema de aço leve, pode oferecer imóveis com qualidade igual ou superior às técnicas convencionais em um menor intervalo de tempo.

É importante ressaltar que ao consultarmos valores com alguns fornecedores foi possível constatar o abatimento no valor final quando a quantidade de matéria prima comprada for consideravelmente alta para produção em larga escala, sendo possível obter um custo menor de insumos.

O Brasil passa por uma grande escassez de água principalmente na região de Caratinga, sendo assim, seria uma ótima opção para construção de uma casa popular e também em um conjunto habitacional que está sendo proposto há anos pela prefeitura de Caratinga para a população, pelo fato de ser um método construtivo rápido e totalmente a seco. A construção a seco pode ser a saída para que a Construção Civil não seja mais um dos setores que mais consomem de água no Brasil.

A Caixa Econômica Federal aprova financiamento de residências no sistema Light Steel Frame, sendo assim, o governo deveria incentivar a construção de conjuntos habitacionais nesse sistema, que provou ser muito eficiente, rápido e de

custo competitivo. Essa iniciativa traria como recompensa uma redução mais rápida do déficit habitacional brasileiro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8042: **Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e Dimensões**. Rio de Janeiro, 1992.

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

BARROS, Mercia M. S. B. de; MELHADO Silvio B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo: EPUSP, 1998.40p.

BASTOS, Paulo S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. Pág. 3-6 . Campus Bauru UNESP. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil.2006.

Caixa Econômica Federal. **Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio em Construções Habitacionais. Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aços revestidos (Steel Framing)**. Requisitos e condições mínimos para financiamento pela Caixa,2003.

CAMPOS A. S. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura**. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CAMPOS A. S. **O que é Light Steel Frame?** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>>. Acesso em: 02 set. 2015.

CASADO A. **Massa cinzenta. A importância da racionalização construtiva**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/a-importancia-da-razionalizacao-construtiva>. Acesso em: 23 mar. 2015.

CBIC. **Déficit habitacional no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>>. Acesso em: 04 de jun. 2015.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados.** Light Steel Framing. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005.

Construseco. **Sistemas Light Steel Framing.** Disponível em: <<http://www.construseco.com.br/sistemas.html>>. Acesso em: 22 set. 2015.

DONIAK, Íria Lícia Oliva. **A industrialização da construção.** Jornal Informativo de 6ª Edição do Concrete Show South América: Concrete Show New, jun. 2012.

ETERNIT. **Instalação de Placa Cimentícia.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iBXDNg6xCWk>>. Acesso em: 09 set. 2015.

FARIA. Rodrigo, **Industrialização econômica,** Revista Técnica, São Paulo, edição 136, julho. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/136/artigo286523-1.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2015.

FERNANDES, M. J. G.; FILHO, A. F. S. **Estudo comparativo do uso da alvenaria estrutural com bloco de concreto simples em relação ao sistema estrutural em concreto armado.** Salvador, 2010.

FLASAN. **Light Steel Frame.** Disponível em: <<http://www.flasan.com.br/steelframe.html>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. Morais. **Steel Framing: Arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

HABITAÇÃO popular em steel frame. **Guia da Construção,** São Paulo, ano 63, n. 103, p. 6- 11, fev. 2010.. Acesso em: 22 set. 2015.

HASS. D.C.G. MARTIS L.F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais.** Universidade Tecnologia Federal do Paraná 2011.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. **O que é o Light Steel Frame.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=85>>. Acesso em: 22 set. 2015.

KLEIN B. G.; MARONEZI V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame para construção de conjuntos habitacionais.** Universidade Tecnológica do Paraná. Pato Branco. 2013.

LOURENÇON. A.C. **Tratamento acústico.** Revista Equipe Pini. 2012.

Massa cinzenta. **Minha casa minha vida não contém déficit habitacional.** Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/minha-casa-minha-vida-deficit-habitacional>>. Acesso em: 19 mai. 2015.

Maysteel. **Fases da construção.** Disponível em: <<http://www.maysteel.com.br/fases-da-construcao>>. Acesso em: 15 set. 2015

MELLO, Michel. **Inovação na construção civil.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: 21 març. 2015.

Montagge. **O que é OSB?** Disponível em: <<http://www.montagge.com.br/osb.htm>>. Acesso em: 26 set. 2015.

MORAIS, André. **Sala de Imprensa.** Disponível em: <<http://www.ushome.com.br/imprensa/sf1660m/sf1660m.htm>>. Acesso em: 03 set. 2015.

MULTIPERFIL GRASSER. <<http://www.multiperfil.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

Pauluzzi **Blocos Cerâmicos. Alvenaria estrutural.** Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>>. Acesso em: 22 set. 2015.

Rego D. J. M. Estruturas de Edifícios em Light Steel Framing. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, 2012.

PETTERSEN R. L. **Sistema “Light Steel Framing”:** **comparativo de execução e custos com os sistemas convencionais em blocos de concreto, tijolos seis furos e tijolos maciços.** Departamento de Ciência Exatas e Engenharias, Ijuí, 2012

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia.** Instituto Brasileiro de Siderurgia. Centro Brasileiro da construção em aço. Rio de Janeiro, 2006.

ROSSO, T. **Racionalização da construção.** São Paulo: FAU- SP, 1980.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia.** Tese de doutorado. USP, São Paulo, 1989.

SABBATINI, F.H. **O processo de produção das vedações verticais leves de gesso acartonado.** Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios Vedações Verticais. São Paulo, 1998.

SANTIAGO, K. Alexandre – **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural** – Outro Preto, 2008. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) –Universidade Federal de Outro Preto, 2008.

Téchne. **Light Steel Frame e fechamento em OSB revestido com siding vinílico.** Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/196/light-steel-frame-e-fechamento-em-osb-revestido-com-siding-294064-1.aspx> >. Acesso em: 22 de nov. 2015

Téchne. **Casa de steel frame – instalações (parte 4).** Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/141/casa-de-steel-frame-instalacoes-parte-4-286557-1.aspx> >. Acesso em: 22 de nov. 2015

VIVAN, A. L. Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing. Dissertação (Pós-graduação). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011

ANEXOS

ANEXO 1. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA: SISTEMA CONVENCIONAL DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICO

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
SISTEMA CONVENCIONAL DE ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS						
Unidade Habitacional de 41,16m ²						
SINAPI MG OUT/2015						
Item	Código SINAPI	Descrição	Unid.	Qt.	Cust. Unit.	Total (R\$)
SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1	738005/001	Barracão de obra para alojamento/escritório, piso em pinho 3A, paredes em compensado 10mm, cobertura em telha fibrocimento 6mm, incluso instalações elétricas e esquadrias, reaproveitado 5 vezes	m ²	8	274,48	2.195,84
1.2	73859/002	Capina e limpeza manual do terreno	m ²	100	0,89	89,00
1.3	74077/003	Locação convencional de obra, demarcação do terreno, reaprov. 3x	m ²	60	4,29	257,40
Subtotal 1:						2.542,24
RADIÉ / FUNDAÇÃO						
2.1	72917	Escavação mecânica, categoria entre 2,01 m e 4,0 m	m ³	1	10,26	10,26
2.2	73935/002	Alvenaria em tijolo cerâmico furado 9X19X19CM, 1 vez (e=19 cm) assentado em argamassa traço 1:4 (cimento e areia não peneirado), preparo manual, junta 1 cm (contenção)	m ²	9,38	56,29	528,00
2.3	73904/001	Aterro apiloado (manual) em camadas de 20cm com material de empréstimo	m ³	8,62	88,61	763,82
2.4	74138/003	Concreto usinado bombeado Fck=25Mpa, inclusive lançamento e adensamento e=10cm	m ³	6,79	322,41	2.189,16
2.5	73942/002	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm - Fornecimento/Corte/Dobra/Colocação (Para trama de aço CA-60 - 5,0mm)	kg	340	6,74	2.291,60
2.6	73753/001	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, inclusa aplicação de emulsão asfáltica, e=3mm	m ²	41,16	60,60	2.494,30
2.7	5651	Forma tabua para concreto em fundação radier, reaprov. 5x	m ²	3,2	28,05	89,76
Subtotal 2:						8.366,90
PAREDES E PAINÉIS						
3.1	87515	Alvenaria em 1/2 vez em blocos cerâmicos 9x14x19cm com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira	m ²	120,93	78,30	9.468,98
3.2	74138/003	Concreto usinado bombeado Fck=25Mpa, inclusive lançamento e adensamento (cintas)	m ³	0,7	332,41	232,69
3.3	74254/002	Aço CA-50 10mm (fornecimento/corte/dobra e colocação)	kg	56	6,93	388,08
3.4	74007/002	Formas tabuas madeira 3A P/peças concreto armado, reaprov. 2x incluindo montagem/desmontagem (cintas)	m ²	8	50,52	404,16
Subtotal 3:						10.493,90
REVESTIMENTO						
4.1	87878	Chapisco aplicado em alvenaria de paredes internas, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo manual	m ²	127,42	2,67	340,20
4.2	87908	Chapisco aplicado em alvenaria de fachada com presença de vãos, com equipamento de projeção. Argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400L	m ²	84,84	4,54	385,17
4.3	75481	Reboco argamassa traço 1:2 (cal e areia fina peneirada), espessura 0,5cm, preparo manual da argamassa	m ²	166,59	13,56	2.258,91
4.4	87535	Emboço, para recebimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L, aplicado manualmente em faces internas de paredes de ambientes com área maior que 10m ² , espessura de 20mm, com execução de taliscas	m ²	45,67	17,65	806,08
4.5	87265	Revestimento cerâmico para paredes internas tipo grês ou semi-grês, dimensões 20x20cm	m ²	45,67	39,97	1.825,43
4.6	87251	Revestimento cerâmico para piso tipo grês, dimensões 45x45cm	m ²	36,23	28,52	1.033,28
Subtotal 4:						6.649,07
COBERTURA						
5.1	76450/001	Cobertura com telha de fibrocimento ondulada, espessura 6 mm com cumeeira universal, inclusas juntas de dilatação e acessórios de fixação.	m ²	54,97	32,59	1.791,47
5.2	72110	Estrutura de madeira, serrada, não aparelhada para telhas onduladas	m ²	54,97	59,93	3.294,35
5.3	84046	Calha de chapa galvanizada nº 26 desenvolvimento de 10cm	m	14,8	9,62	142,38
5.4	11587	Forro de PVC em régua de 100mm (com colocação, exclusive estrutura de suporte)	m ²	33,33	32,00	1.066,56
Subtotal 5:						6.294,76
ESQUADRIAS						
6.1	90822	Porta de madeira 80x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	1	165,28	165,28
6.2	91010	Porta de madeira 70x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	2	198,01	396,02
6.3	91009	Porta de madeira 60x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	2	186,55	373,10
6.4	73984/002	Janela de correr em ferro tipo veneziana, duas folhas, linha popular (1,50x1,20m)	m ²	5,4	382,30	2.064,42
6.5	6103	Janela basculante de ferro em cantoneira 5/8"x1/8", linha popular (1,50x0,90m)	m ²	1,8	259,50	467,10
6.6	9875	Cobogo cerâmico (elemento vazado), 9x20x20cm, assentado com argamassa traço 1:4 de cimento e areia (vão: 80x80cm)	m ²	2,56	104,36	267,16
Subtotal 6:						3.733,08
PINTURA						
7.1	88487	Aplicação manual de pintura com tinta latex PVA em paredes, duas demãos	m ²	166,59	6,34	1.056,16
7.2	84659	Pintura esmalte fosco em madeira, duas demãos	m ²	21	12,02	252,42
Subtotal 7:						1.308,58
APARELHOS E METAIS						
8.1	86894	Bancada de mármore sintético 120 x 60cm, com cuba integrada. Fornecimento e instalação (Pia paracozinha)	unid	1	170,78	170,78
8.2	86930	Tanque de mármore sintético suspenso, 22L ou equivalente, incluso sifão flexível em PVC, válvula plástica e torneira de plástico. Fornecimento e instalação. (Tanque de lavar roupa)	unid	1	165,88	165,88

8.3	86902	Lavatório louça branca com coluna, 44 x 35,5cm, padrão popular. Fornecimento e instalação	unid	1	141,61	141,61
8.4	6021	Vaso sanitário sifonado louça branca padrão popular, com conjunto para fixação para vaso sanitário com parafuso, arruela e bucha. Fornecimento e instalação	unid	1	187,07	187,07
8.5	1030	Caixa de descarga de plástico externa, de *9"L, puxador fio de nylon, não incluso cano, bolsa, engate	unid	1	23,23	23,23
8.6	12613	Tubo de descarga PVC, para ligação caixa de descarga - embutir, 40mm x 150cm		1	11,44	11,44
8.7	6140	Bolsa de ligação em PVC flexível para vaso sanitário 1.1/2" (40mm)	unid	1	2,02	2,02
8.8	11681	Engate/Rabicho flexível plástico (PVC ou ABS) branco 1/2" x 40 cm	unid	1	4,91	4,91
8.9	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha. Fornecimento e instalação	unid	1	52,99	52,99
8.10	86906	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular	unid	2	36,89	73,78
8.11	88571	Saboneteira de sobrepor (fixada na parede), tipo concha, em aço inoxidável. Fornecimento e instalação.	unid	1	38,53	38,53
8.12	Hid-dag-005	Caixa d'água de polietileno com tampa 250 litros	unid	1	320,65	320,65
					Subtotal 8:	1.192,89
9	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS					
9.1	9540	Armação com pontalete monofásico 50A, inclusive cabeamento, caixa de proteção para medidor e aterramento	unid	1	787,81	787,81
9.2	74131/001	Quadro de distribuição de energia de embutir, em chapa metálica, para 3 disjuntores termomagnéticos monopolares sem barramento. Fornecimento e instalação	unid	1	41,60	41,60
9.3	74130/001	Disjuntor termomagnético monopolar padrão NEMA (Americano) 10 A 30A 240V. Fornecimento e instalação	unid	3	10,87	32,61
9.4	13404	Caixa p/medicação monofásica 30x33x15cm em chapa 18 c/visor/porta/cx mufa uso interno cor cinza	unid	1	130,90	130,90
9.5	74094/001	Luminária tipo Spot para 1 lâmpada incandescente/fluorescente compacta	unid	5	22,54	112,70
9.6	12227	Arandela com base em chapa de aço pintada e globo de vidro leitoso - Boca 10CM Diam 20cm	unid	1	71,22	71,22
9.7	83469	Lâmpada fluorescente 40W. Fornecimento e instalação	unid	1	4,08	4,08
9.8	83540	Tomada de embutir 2P+T 10A/250V c/placa. Fornecimento e instalação	unid	1	14,83	14,83
9.9	12128	Interruptor sobrepor 1 tecla simples, tipo silenteque pial ou equiv	unid	3	6,42	19,26
9.10	72332	Conjunto embutir 3 interruptores simples 10A/250V c/placa, tp silenteque pial ou equiv	unid	1	23,49	23,49
9.11	83387	Caixa de passagem PVC 4x2". Fornecimento e instalação	unid	11	5,88	64,68
9.12	72933	Eletroduto de PVC flexível corrugado DN 16mm (1/2"). Fornecimento e instalação	m	21	3,72	78,12
9.13	72934	Eletroduto de PVC flexível corrugado DN 20mm (3/4") Fornecimento e instalação	m	27	4,54	122,58
9.14	1886	Curva PVC 135G 1/2" p/eletroduto roscável	unid	7	3,59	25,13
9.15	12034	Curva PVC 180G 3/4" p/eletroduto roscável	unid	9	3,40	30,60
9.16	2636	Luva ferro galv eletrolítico 1/2" p/eletroduto	unid	7	0,49	3,43
9.17	2637	Luva ferro galv eletrolítico 3/4" p/eletroduto	unid	9	0,49	4,41
9.18	73860/008	Cabo de cobre isolado PVC 450/750V 2,5mm ² resistente a chama. Fornecimento e instalação	m	80	2,27	181,60
9.19	73860/009	Cabo de cobre isolado PVC 450/750V 4mm ² resistente a chama. Fornecimento e instalação	m	50	3,23	161,50
9.20	20111	Fita isolante adesiva antichama, uso até 750 V, em rolo de 19 MM x 20 M	rolo	1	4,36	4,36
					Subtotal 9:	1.914,91
10	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS					
10.1	89356	Tubo, PVC, Soldável, DN 25MM, Instalado em ramal ou sub-ramal de água. Fornecimento e instalação	m	4	12,73	50,92
10.2	89355	Tubo, PVC, Soldável, DN 20MM, Instalado em ramal ou sub-ramal de água. Fornecimento e instalação	m	8	10,71	85,68
10.3	3515	Joelho PVC soldável 90° c/bucha de latão 20mm x 1/2"	unid	7	4,13	28,91
10.4	89371	Luva, PVC, soldável, DN 20MM, instalado em ramal ou sub-ramal de água	unid	1	3,22	3,22
10.5	89441	Té com bucha de latão na bolsa central, PVC, soldável, DN 25mm x 1/2, instalado em ramal de distribuição de água, fornecimento e instalação	unid	1	12,18	12,18
10.6	7098	Té PVC, roscável, 90°, 1/2", água fria predial	unid	1	1,79	1,79
10.7	89984	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 1/2" com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água	unid	3	54,27	162,81
10.8	89987	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4" com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água	unid	1	58,77	58,77
					Subtotal 10:	404,28
11	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS					
11.1	89711	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	5	11,29	56,45
11.2	89712	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 50 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	8	16,53	132,24
11.3	89714	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	8	31,33	250,64
11.4	89724	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 MM, junta soldável. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	3	4,69	14,07
11.5	89731	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 50 MM, junta elástica. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	1	6,32	6,32
11.6	89744	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 MM, junta elástica. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	1	14,68	14,68
11.7	89709	Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 400mm, junta soldável. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	unid	1	6,93	6,93
11.8	86883	Sifão PVC (3/4"x1.1/2")	unid	1	17,31	17,31
11.9	72289	Caixa de inspeção 80x80x80 em alvenaria - execução	unid	1	276,13	276,13

11.10	74051/002	Caixa de gordura simples em concreto pré-moldado DN 40mm com tampa. Fornecimento e instalação	unid	1	195,75	195,75
11.12	74197/001	Fossa séptica em alvenaria de tijolo cerâmico macico dimensões externas 1,90 x 1,10 x 1,40 m 1.500 litros, revestida internamente com barra lisa, com tampa em concreto armado com espessura 8 cm	unid	1	1.056,42	1.056,42
					Subtotal 11:	2.026,94
					TOTAL:	44.927,54

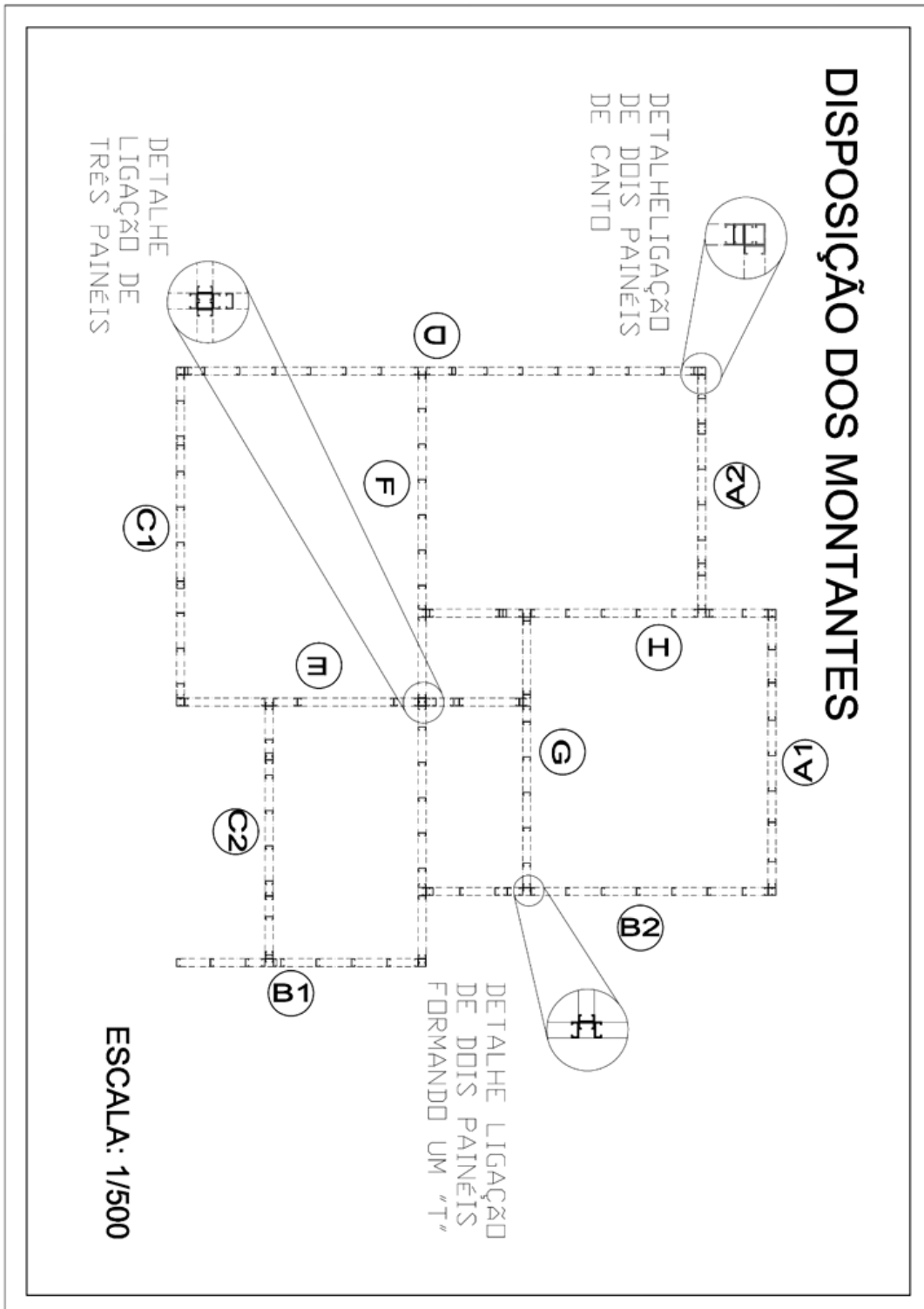
ANEXO 2. PLANILHA ORÇAMENTÁRIA : SISTEMA EM LIGHT STEEL FRAME

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA						
SISTEMA LIGHT STEEL FRAME						
Unidade Habitacional de 41,16m²						
SINAPI MG OUT/2015						
Item	Código SINAPI	Descrição	Unid.	Qt.	Custo. Unit.	Total (R\$)
1 SERVIÇOS PRELIMINARES						
1.1	738005/001	Barracão de obra para alojamento/escritório, piso em pinho 3A, paredes em compensado 10mm, cobertura em telha fibrocimento 6mm, incluso instalações elétricas e esquadrias, reaproveitado 5 vezes	m²	8	274,48	2.195,84
1.2	73859/002	Capina e limpeza manual do terreno	m²	100	0,89	89,00
1.3	74077/003	Locação convencional de obra, demarcação do terreno, reaprov. 3x	m²	60	4,29	257,40
Subtotal 1:						2.542,24
2 RADIER / FUNDAÇÃO						
2.1	72917	Escavação mecânica, mat. 1ª categoria, entre 1,5m e 3m	m³	1	10,26	10,26
2.2	73935/002	Alvenaria em tijolo cerâmico furado 9X19X19CM, 1 vez (e=19 cm) assentado em argamassa traço 1:4 (cimento e areia não peneirado), preparo manual, junta 1 cm (contenção)	m²	9,38	56,29	528,00
2.3	73904/001	Aterro apiloado (manual) em camadas de 20cm com material de empréstimo	m³	8,62	88,61	763,82
2.4	74138/003	Concreto usinado bombeado Fck=25Mpa, inclusive lançamento e adensamento e=10cm	m³	6,79	322,41	2.189,16
2.5	73942/002	Armação de aço CA-60 Diam. 3,4 a 6,0mm - Fornecimento/Corte/Dobra/Colocação Para trama de aço CA-60 - 5,0mm	kg	340	6,74	2.291,60
2.6	73753/001	Impermeabilização de superfície com manta asfáltica, inclusa aplicação de emulsão asfáltica, e=3mm	m²	41,16	60,60	2.494,30
2.7	5651	Forma tabua para concreto em fundação radier, reaprov. 10x (corte/montagem/escoramento/desforma)	m²	3,2	28,05	89,76
Subtotal 2:						8.366,90
3 PAREDES E PAINÉIS						
3.1		Placas cimentícias 1,20 x 2,40 m	m²/placa	90,61/ 35	81,30	2.845,50
3.2		Parede Gesso Cartonado, drywall -1st+1st (divisão de áreas secas)	m²	117,52	15,50	1.821,56
3.3		Membrana House Wrap	unid	9	169,00	1.521,00
3.4	73833/001	Isolamento térmico com manta de lã de vidro, espessura 5,0cm	m²	109,58	8,70	953,35
3.5		Massa de Junta placa cimentícia - 20Kg	unid	8	57,80	462,40
3.6		Massa Junta para gesso acartonado	balde	3	90,00	270,00
3.7		Fita Junta 10cmx50m	rolo	10	19,62	196,20
3.8		Tela de Fibra 1mx50m	rolo	2	173,20	346,40
3.9		Estrutura em aço galvanizado montantes 90x40 Ue	m	528,85	7,22	3.818,30
3.10		Estrutura em aço galvanizadoquias 90x40 U	m	320,96	6,64	2.131,17
3.11		Fitas metálicas #0,95 - rolo de 3mt	rolo	54	2,00	108,00
3.12		Fitas metálicas X - rolo de 3mt	rolo	60	2,00	120,00
3.13		Perfil Conector de ancoragem	unid	12	19,45	233,40
3.14		Parafuso para placa cimentícia sem asa	mile	4	75,37	301,48
3.15		Parafuso fenda philips agulha	mile	8	34,54	276,32
3.16		Placa Gusset	unid	50	1,56	78,00
3.17		Chumbadores Parabol	unid	58	10,26	595,08
3.18		Mão de Obra Especializada (mão de obra estrutura/painel/revestimento/cobertura)	m²	41,16	220,00	9.055,20
Subtotal 3:						25.133,36
4 REVESTIMENTO						
4.1	87535	Emboço, para receimento de cerâmica, em argamassa traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L, aplicado manualmente em faces internas de paredes de ambientes com área maior que 10m², espessura de 20mm, com execução de taliscas	m²	29,84	17,88	533,54
4.2	87265	Revestimento cerâmico para paredes internas tipo grés ou semi-grés, dimensões 20x20cm	m²	29,84	38,95	1.162,27
4.3	87251	Revestimento cerâmico para piso tipo grés, dimensões 45x45cm	m²	36,23	28,50	1.032,56
Subtotal 4:						2.728,36
5 COBERTURA						
5.1	84033	Cobertura com telha de fibrocimento ondulada, espessura 6 mm com cumeeira universal, inclusas juntas de dilatação e acessórios de fixação.	m²	54,97	32,59	1.791,47
5.2		Estrutura para cobertura em aço galvanizado em Ue	ml	89,45	7,22	645,83
5.3		Estrutura para cobertura em aço galvanizado em U	ml	38,18	6,64	253,52
5.4		Parafuso fenda philips agulha	mile	2	34,54	69,08
5.5	84046	Calha de chapa galvanizada nº 26 desenvolvimento de 10cm	m	14,8	9,62	142,38
5.6	11587	Forro de PVC em régua de 100mm (com colocação, exclusive estrutura de suporte)	m²	33,33	32,00	1.066,56
Subtotal 5:						3.968,83
6 ESQUADRIAS						
6.1	90822	Porta de madeira 80x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	1	165,28	165,28
6.2	91010	Porta de madeira 70x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	2	198,01	396,02

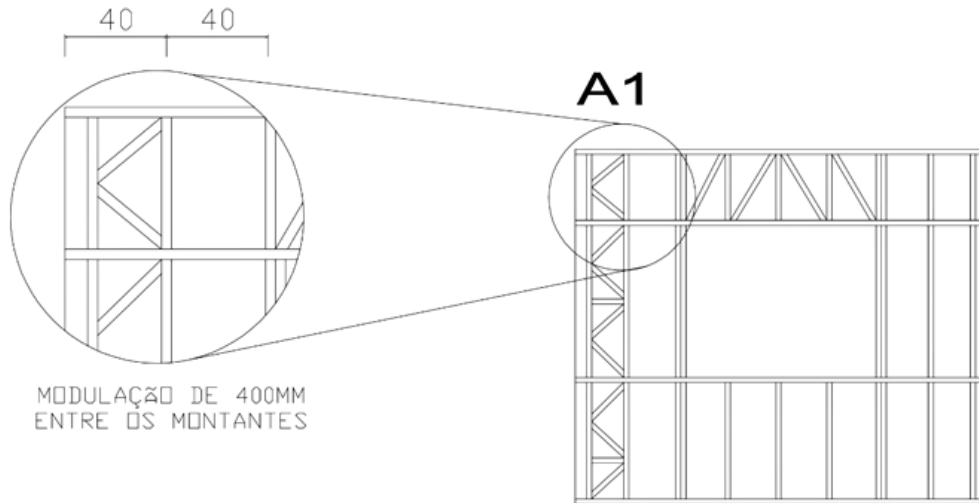
6.3	91009	Porta de madeira 60x210cm, esp. = 3,5cm, incluso dobradiças, fornecimento e instalação	unid	2	186,55	373,10
6.4	73984/002	Janela de correr em ferro tipo veneziana, duas folhas, linha popular (1,50x	m²	5,4	382,30	2.064,42
6.5	6103	Janela basculante de ferro em cantoneira 5/8"x1/8", linha popular (1,50x0,	m²	1,8	259,50	467,10
6.6	9875	Cobogó cerâmico (elemento vazado), 9x20x20cm, assentado com argamassa traço 1:4 de cimento e areia (vão: 80x80cm)	m²	2,56	104,36	267,16
					Subtotal 6:	3.733,08
7		PINTURA				
7.1	88487	Aplicação manual de pintura com tinta látex PVA em paredes, duas demãos	m²	205	6,34	1.299,70
7.2	84659	Pintura esmalte fosco em madeira, duas demãos	m²	21	12,02	252,42
					Subtotal 7:	1.552,12
8		APARELHOS E METAIS				
8.1	86894	Bancada de mármore sintético 120 x 60cm, com cuba integrada. Fornecimento e instalação (Pia paracozinha)	unid	1	170,78	170,78
8.2	86930	Tanque de mármore sintético suspenso, 22L ou equivalente, incluso sifão flexível em PVC, válvula plástica e torneira de plástico. Fornecimento e instalação. (Tanque de lavar roupa)	unid	1	165,88	165,88
8.3	86902	Lavatório louça branca com coluna, 44 x 35,5cm, padrão popular. Fornecimento e instalação	unid	1	141,61	141,61
8.4	6021	Vaso sanitário sifonado louça branca padrão popular, com conjunto para fixação para vaso sanitário com parafuso, arruela e bucha. Fornecimento e instalação	unid	1	187,07	187,07
8.5	1030	Caixa de descarga de plástico externa, de "9"L, puxador fio de nylon, não incluso cano, bolsa, engate	unid	1	23,23	23,23
8.6	12613	Tubo de descarga PVC, para ligação caixa de descarga - embutir, 40mm x 150cm		1	11,44	11,44
8.7	6140	Bolsa de ligação em PVC flexível para vaso sanitário 1.1/2" (40mm)	unid	1	2,02	2,02
8.8	11681	Engate/Rabicho flexível plástico (PVC ou ABS) branco 1/2" x 40 cm	unid	1	4,91	4,91
8.9	9535	Chuveiro elétrico comum corpo plástico tipo ducha. Fornecimento e instalação	unid	1	52,99	52,99
8.10	86906	Torneira cromada de mesa, 1/2" ou 3/4", para lavatório, padrão popular	unid	2	36,89	73,78
8.11	88571	Saboneteira de sobrepor (fixada na parede), tipo concha, em aço inoxidável. Fornecimento e instalação.	unid	1	38,53	38,53
8.12	Hid-daq-005	Caixa d'água de polietileno com tampa 250 litros	unid	1	320,65	320,65
					Subtotal 8:	1.192,89
9		INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				
9.1	9540	Armação com pontalete monofásico 50A, inclusive cabeamento, caixa de proteção para medidor e aterramento	unid	1	787,81	787,81
9.2	74131/001	Quadro de distribuição de energia de embutir, em chapa metálica, para 3 disjuntores termomagnéticos monopolares sem barramento. Fornecimento e instalação	unid	1	41,60	41,60
9.3	74130/001	Disjuntor termomagnético monopolar padrão NEMA (Americano) 10 A 30A 240V. Fornecimento e instalação	unid	3	10,87	32,61
9.4	13404	Caixa p/medição monofásica 30x33x15cm em chapa 18 c/visor/porta/cx mulla uso interno cor cinza	unid	1	130,90	130,90
9.5	74094/001	Luminária tipo Spot para 1 lâmpada incandescente/fluorescente compacta	unid	5	22,54	112,70
9.6	12227	Arandela com base em chapa de aço pintada e globo de vidro leitoso - Boca 10CM Diam 20cm	unid	1	71,22	71,22
9.7	83469	Lâmpada fluorescente 40W. Fornecimento e instalação	unid	1	4,08	4,08
9.8	83540	Tomada de embutir 2P+T 10A/250V c/placa. Fornecimento e instalação	unid	1	14,83	14,83
9.9	12128	Interruptor sobrepor 1 tecla simples, tipo silentoque pial ou equiv	unid	3	6,42	19,26
9.10	72332	Conjunto embutir 3 interruptores simples 10A/250V c/placa, tp silentoque pial ou equiv	unid	1	23,49	23,49
9.11	83387	Caixa de passagem PVC 4x2". Fornecimento e instalação	unid	11	5,88	64,68
9.12	72933	Eletroduto de PVC flexível corrugado DN 16mm (1/2"). Fornecimento e instalação	m	21	3,72	78,12
9.13	72934	Eletroduto de PVC flexível corrugado DN 20mm (3/4"). Fornecimento e instalação	m	27	4,54	122,58
9.14	1886	Curva PVC 135G 1/2" p/eletroduto roscável	unid	7	3,59	25,13
9.15	12034	Curva PVC 180G 3/4" p/eletroduto roscável	unid	9	3,40	30,60
9.16	2636	Luva ferro galv eletrolítico 1/2" p/eletroduto	unid	7	0,49	3,43
9.17	2637	Luva ferro galv eletrolítico 3/4" p/eletroduto	unid	9	0,49	4,41
9.18	73860/008	Cabo de cobre isolado PVC 450/750V 2,5mm² resistente a chama. Fornecimento e instalação	m	80	2,27	181,60
9.19	73860/009	Cabo de cobre isolado PVC 450/750V 4mm² resistente a chama. Fornecimento e instalação	m	50	3,23	161,50
9.20	20111	Fita isolante adesiva antichama, uso até 750 V, em rolo de 19 MM x 20 M	rolo	1	4,36	4,36
					Subtotal 9:	1.914,91
10		INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS				
10.1	89356	Tubo, PVC, Soldável, DN 25MM, Instalado em ramal ou sub-ramal de água. Fornecimento e instalação	m	4	12,73	50,92
10.2	89355	Tubo, PVC, Soldável, DN 20MM, Instalado em ramal ou sub-ramal de água. Fornecimento e instalação	m	8	10,71	85,68
10.3	3515	Joelho PVC soldável 90° c/bucha de latão 20mm x 1/2"	unid	7	4,13	28,91
10.4	89371	Luva, PVC, soldável, DN 20MM, instalado em ramal ou sub-ramal de água	unid	1	3,22	3,22
10.5	89441	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO . AF 12/2014 P	unid	1	12,18	12,18
10.6	7098	Té PVC, roscável, 90°, 1/2", água fria predial	unid	1	1,79	1,79
10.7	89984	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 1/2" com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água	unid	3	54,27	162,81

10.8	89987	Registro de pressão bruto, latão, roscável, 3/4" com acabamento e canopla cromados. Fornecido e instalado em ramal de água	unid	1	58,77	58,77
					Subtotal 10:	404,28
11	INSTALAÇÕES SANITÁRIAS					
11.1	89711	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	5	11,29	56,45
11.2	89712	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 50 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	8	16,53	132,24
11.3	89714	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 MM, Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	m	8	31,33	250,64
11.4	89724	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 40 MM, junta soldável. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	3	4,69	14,07
11.5	89731	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 50 MM, junta elástica. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	1	6,32	6,32
11.6	89744	Joelho 90°, PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 MM, junta elástica. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário	unid	1	14,68	14,68
11.7	89709	Ralo sifonado, PVC, DN 100 x 400mm, junta soldável. Fornecido e instalado em ramal de descarga ou em ramal de esgoto sanitário	unid	1	6,93	6,93
11.8	86883	Sifão PVC 50mm (3/4"X1.1/2")	unid	1	17,31	17,31
11.9	72289	Caixa de inspeção 80x80x80 em alvenaria - execução	unid	1	276,13	276,13
11.10	74051/002	Caixa de gordura simples em concreto pré-moldado DN 40mm com tampa. Fornecimento e instalação	unid	1	195,75	195,75
11.11	74197/001	Fossa séptica em alvenaria de tijolo cerâmico macico dimensões externas 1,90 x 1,10 x 1,40 m 1.500 litros, revestida internamente com barra lisa, com tampa em concreto armado com espessura 8 cm	unid	1	1.056,42	1.056,42
					Subtotal 11:	2.026,94
					TOTAL:	53.563,91

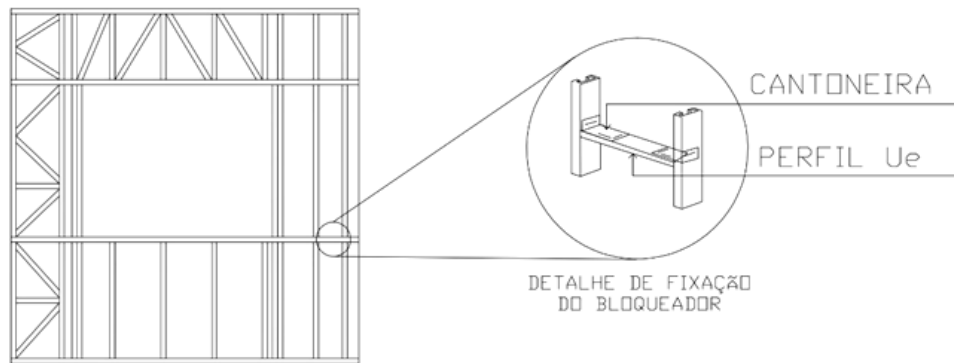
ANEXO 3. PROJETO LIGHT STEEL FRAME



PAINÉIS A1, A2



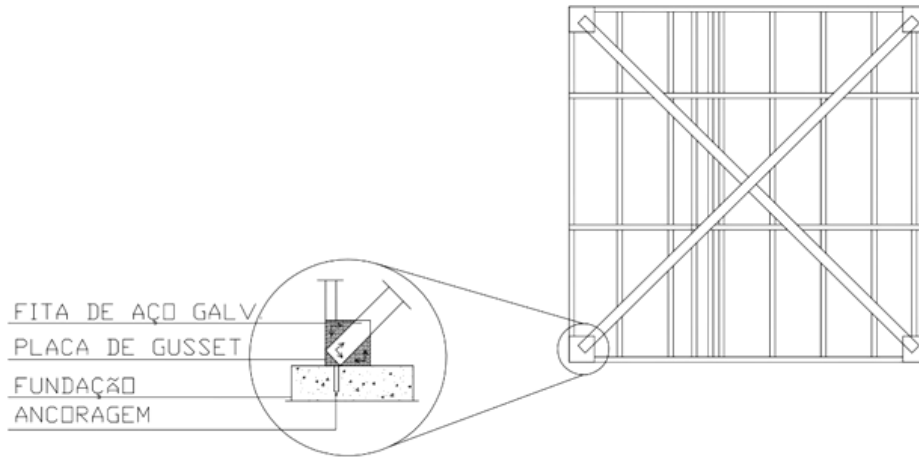
A2



ESCALA: 1/400

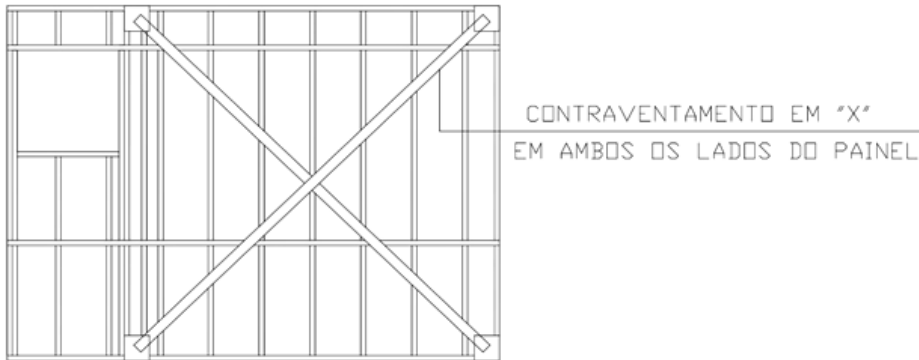
PAINÉIS B1, B2

B1



FIXAÇÃO DAS DIAGONAIS NOS PAINÉIS
POR PLACA DE GUSSET

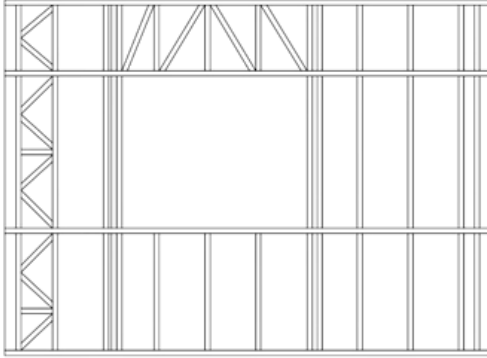
B2



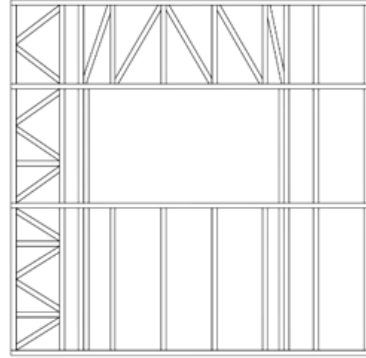
ESCALA: 1/400

PAINÉIS C1, C2 e D

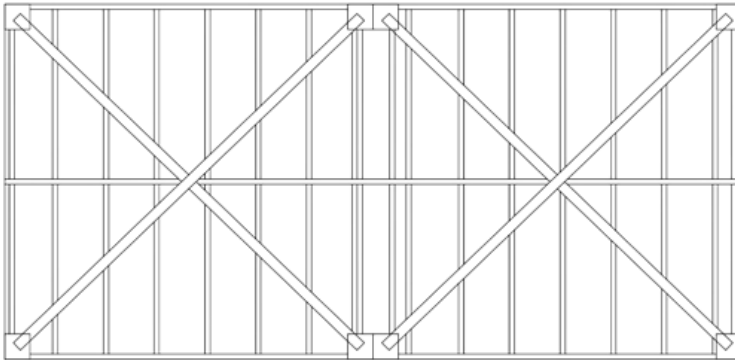
C1



C2



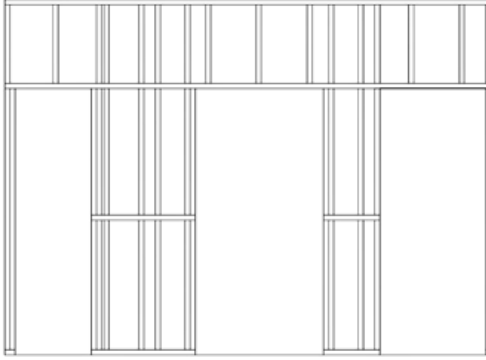
D



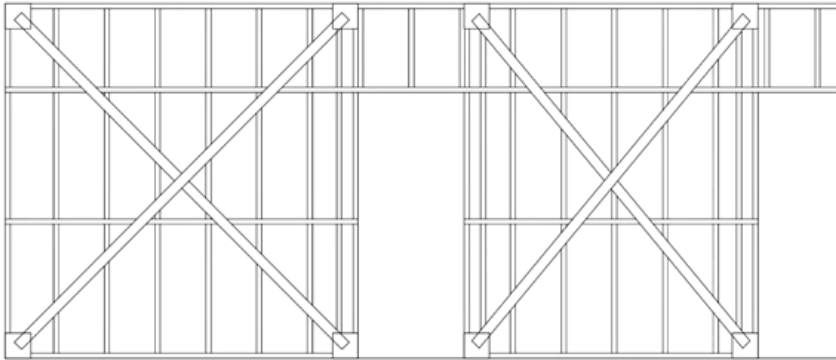
ESCALA: 1/400

PAINÉIS E e F

E



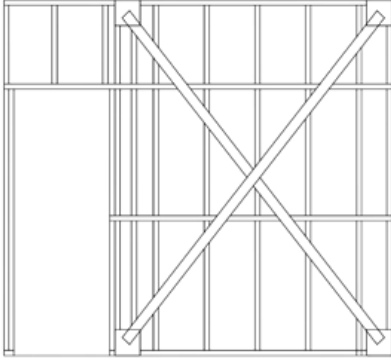
F



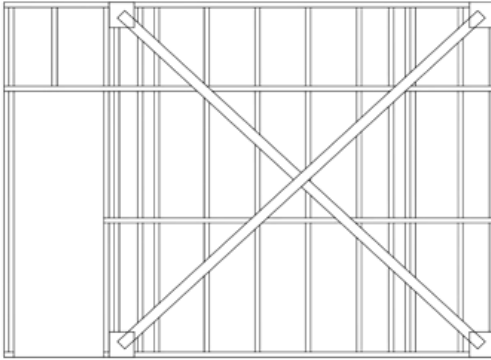
ESCALA: 1/400

PAINÉIS G e H

G



H



ESCALA: 1/400

ANEXO 4. TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

STYLO&ART

Construções e Incorporações

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

Empresa: Stylo e Art Construções e Incorporações

Stylo e Art Construções e Reformas Ltda.

CNPJ: 97.553.977/0001-78

Endereço completo: Praia de Botafogo, 501- Centro Empresarial Mourisco
bloco: II; Sala: 201; Botafogo - CEP 22250-040 - Rio De Janeiro - RJ Brasil

Telefone: (21) 3269-5483

3269-5486

2546-9977


Tipo de produção intelectual: (x) TCC

Título/subtítulo: Estudo Comparativo em Habitações Sociais: Alvenaria
Convencional x Light Steel Frame

Autores: Carlos Alberto Silva Sena Júnior e Laila Roberta Sousa do Carmo

Curso/Programa de Pós-graduação: BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado, podem ser publicados para fins acadêmicos.



Representante da empresa

Mauro S V Colina
eng.civil /sócio diretor

RIO DE JANEIRO, 18/11/15

Local e Data