



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Luana Lopes Cordeiro

AVALIAÇÃO COMPARATIVA FINANCEIRA DO MÉTODO CONSTRUTIVO LIGHT
STEEL FRAMING EM RELAÇÃO AO MÉTODO CONVENCIONAL: Estudo de caso de
uma Residência Unifamiliar em Palmas-TO

Palmas - TO

2017

Luana Lopes Cordeiro

AVALIAÇÃO COMPARATIVA FINANCEIRA DO MÉTODO CONSTRUTIVO LIGHT
STEEL FRAMING EM RELAÇÃO AO MÉTODO CONVENCIONAL: Estudo de Caso de
uma Residência Unifamiliar em Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Murilo de Pádua Marcolini

Palmas – TO

2017

Luana Lopes Cordeiro

AVALIAÇÃO COMPARATIVA FINANCEIRA DO MÉTODO CONSTRUTIVO LIGHT
STEEL FRAMING EM RELAÇÃO AO MÉTODO CONVENCIONAL: Estudo de Caso de
uma Residência Unifamiliar em Palmas-TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Murilo de Pádua Marcolini

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Murilo de Pádua Marcolini

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Me. Hider Cordeiro de Moraes

Avaliador Externo

Prof. Esp. Paulo Sergio Carvalho

Avaliador Externo

SEBRAE

Palmas - TO

2017

Ao meu pai Moisés Rodrigues Cordeiro, que por uma fatalidade da vida não pode presenciar toda a minha caminhada até aqui, mas que certamente teria sido meu grande suporte se tivesse tido a oportunidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e pela possibilidade de aprendizagem diária. Agradeço também a toda a minha família, em especial a minha mãe que acreditou em meu potencial e me oportunizou, sem medir esforços, estudar o curso que eu desejava. Obrigada mãe sem você eu não seria nada. A minha tia Dinélia que sempre esteve ao meu lado, principalmente nos momentos difíceis me dando todo o apoio e me aconselhando para seguir em frente.

Agradeço ao professor orientador Murilo de Pádua Marcolini pela competência, empenho, sabedoria e dedicação.

Agradeço aos meus professores de primário e ensino fundamental em especial as professoras Dinelia, Helena, Elmira, Goiaci, Jalmina, Núbia, Cleomar, Ilza, Aedes que são responsáveis por boa parte de tudo que eu sei e a estudante que sou.

A todos os meus amigos e amigas que sempre estiveram presentes me aconselhando e incentivando, em especial a minha melhor amiga Nharlla que mesmo distante sempre me deu forças e me disse palavras de incentivo e carinho.

Agradeço ao meu namorado Lucas Apolinário que esteve ao meu lado e me acompanhou durante um longo período nesta trajetória do curso. A minha sogra Marcilene que sempre me acolheu e me tratou como uma filha.

Aos demais professores da faculdade, destino minha confiança e respeito pelo conhecimento que eles me transmitiram.

Floresça onde Deus te plantar
(Felipe Guga)

RESUMO

CORDEIRO, Luana Lopes. **Avaliação comparativa financeira do método construtivo light steel framing em relação ao método convencional: estudo de caso de uma residência unifamiliar em Palmas-TO.** 2017.65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2017.

O presente trabalho aborda a análise comparativa de custos entre a utilização do sistema construtivo *Light Steel Framing* e da alvenaria convencional, por meio do desenvolvimento de projetos e levantamento de custo de insumos baseada em uma residência unifamiliar construída pelo sistema *steel framing* em Palmas-TO. Tendo em vista que o *steel framing* é um sistema construtivo inovador e ainda pouco difundido no Brasil, verificou-se a necessidade de definir se este sistema é viável para a cidade de Palmas-TO. Diante disso, inicialmente utilizou-se a pesquisa bibliográfica a fim de obter um acervo teórico sobre o sistema *light steel framing*. Seguida de uma pesquisa quantitativa, realizada através da composição de planilhas orçamentárias que compararam o custo final dos dois métodos construtivos. A análise da pesquisa obteve um resultado satisfatório, de acordo com o exposto, o custo do sistema mais baixo para as principais etapas construtivas analisadas nesse estudo foi o do *steel framing*, apesar da maioria dos materiais utilizados nesse sistema virem de outros estados o que acarreta custo com frete. Em Palmas-TO, por se tratar de um método de construção em desenvolvimento, o *steel framing* tem a possibilidade de ver seu custo ainda mais reduzido à medida que houver ampliação da concorrência e um incentivo a produção e fornecimento de materiais, frente o aumento da demanda por esta tecnologia.

Palavras-chave: Sistemas construtivos. Custo; *Steel framing*.

ABSTRACT

CORDEIRO, Luana Lopes. **Comparative financial evaluation of the light steel framing method in relation to the conventional method: case study of a single-family residence in Palmas-TO.** 2017. 65 f. Course Completion Work (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2017.

The present work deals with the comparative cost analysis between the use of the Light Steel Framing construction system and conventional masonry, through the development of projects and costing of inputs based on a single-family residence built by the steel frame system in Palmas-TO. Considering that steel framing is an innovative and still undeveloped construction system in Brazil, it was necessary to define if this system is feasible for the city of Palmas-TO. In the light of this, the bibliographical research was initially used in order to obtain a theoretical collection on the light steel framing system. This was followed by a quantitative research carried out through the composition of budget worksheets that compared the final cost of the two construction methods. The analysis of the research obtained a satisfactory result, according to the above, the cost of the lowest system for the main constructive steps analyzed in this study was that of steel framing, although most of the materials used in this system come from other states, which entails cost with freight. In Palmas-TO, as it is a construction method under development, steel framing has the possibility of seeing its cost reduced even further as competition increases and an incentive to produce and supply materials, as the demand for this technology.

Keywords: Construction systems; Cost; Steel framing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema construtivo convencional.....	18
Figura 2 - Colocação das tesouras do Hospital Life Center Palmas.....	20
Figura 3 - Finalização da montagem estrutural do Auto posto Campeão.....	21
Figura 4 - Radier com instalações hidrossanitárias aparentes.....	24
Figura 5 - Fundação do tipo Sapata corrida.....	24
Figura 6 - Esquema da ancoragem química com barra roscada.....	26
Figura 7 - Detalhe da peça de esforço na ancoragem da estrutura à fundação por meio de uma barra roscada.....	26
Figura 8 - Ancoragem Provisória.....	27
Figura 9 - Painéis e parafusos utilizados para fixação.....	28
Figura 10 - Instalação de painéis.....	29
Figura 11 - Fôrma de aço para contrapiso úmido.....	30
Figura 12 - Placas de OSB utilizadas para laje seca.....	30
Figura 13 - Detalhes de treliça plana.....	31
Figura 14- Fechamento com placas cimentícias.....	31
Figura 15- Fechamento com placas OSB.....	33
Figura 16 - Fechamento interno com gesso acartonado.....	34
Figura 17 - Colocação de mantas isolantes no interior das paredes.....	35
Figura 18 - Dimensões da furação de perfis de LSF.....	36
Figura 19 - Detalhes de instalação elétrica.....	37
Figura 20 - Área de estudo.....	40
Figura 21 - Pórticos 3D.....	41
Figura 22 - Pórticos 3D.....	42
Figura 23 - Pórticos 3D.....	42
Figura 24 - Figura 4 - Pórticos 3D.....	43
Figura 25 - Gráfico custos da alvenaria convencional.....	57
Figura 26 - Gráfico custos do LSF.....	58
Quadro 1 - PFF usados em LSF e suas aplicações.....	22
Quadro 2 - Dimensões Nominiais dos Perfis de Aço mais usados em LSF.....	23
Quadro 3 - Espessuras e aplicações das placas cimentícias.....	32
Quadro 4 - Estudo comparativo de etapas entre o sistema de construção entre a alvenaria convencional e o de Light Steel Frame.....	53

Quadro 5 - Cálculo do BDI para utilização no custo final de cada sistema construtivo em estudo.	55
Quadro 6 - Custo final de cada sistema construtivo com e sem BDI.	56
Quadro 7 - Custos de construção totais e por m ² para cada sistema.	56
Quadro 8 - Custos de mão de obra, material e BDI para o sistema de alvenaria convencional.	57
Quadro 9- Custos de mão de obra, material e BDI para o sistema LSF.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Materiais - Moldados in Loco (a).....	43
Tabela 2 - Materiais - Moldados in Loco- (b)	44
Tabela 3 - Materiais - Moldados in Loco- (c)	44
Tabela 4 - Materiais (Pré-Moldados) - (a)	44
Tabela 5 - Materiais (Pré-Moldados) - (b)	45
Tabela 6 - Materiais (Pré-Moldados) - (c)	45
Tabela 7 - Blocos de enchimento.....	45
Tabela 8 – Orçamento de construção em LSF (A) ; Orçamento de construção em Alvenaria convencional (B).....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEULP - Centro Universitário Luterano de Palmas

ULBRA - Universidade Luterana do Brasil

LSF - *Light Steel Framing* – Estrutura de Aço Leve

OSB - *Oriented Strand Board* - Painel de Tiras de Madeira Orientadas

PFF - Perfis Formados a Frio

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

SINAPI - O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PFF - Perfis Formados a Frio

% - Porcentagem ou Percentual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL.....	18
2.2 DEFINIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LSF	19
2.3 HISTÓRICO DO SISTEMA LSF.....	19
2.3.1 LSF no Brasil	19
2.4 CARACTERÍSTICAS E ETAPAS CONSTRUTIVAS DO LSF	21
2.4.1 Fundações	23
2.4.2 Ancoragem	25
2.4.3 Painéis	27
2.4.4 Lajes e Cobertura	29
2.4.5 Revestimento externo e interno	31
2.4.6 Isolamento térmico e acústico	34
2.4.8 Instalações	35
2.5 ORÇAMENTO	37
3. METODOLOGIA	39
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	39
3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	39
3.2.1 Descrição do objeto de estudo	39
3.2.2 Critérios de orçamento e levantamento de dados	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
4.1 CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAMING X CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL.....	53
4.1.1 Custo	53
4.1.1.1 BDI.....	54
4.1.1.2 Custo por m ²	56
4.1.2 Mão de obra	57
5. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

APÊNDICE A	63
ANEXO A - PLANTAS DE FORMAS E PLANTAS DE LOCAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO.....	64
ANEXO B.....	65

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores mais importantes para a economia. O desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão ligados diretamente com o crescimento desse setor (FIRJAN, 2014). Por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ao meio ambiente, em função do elevado consumo de recursos naturais, e a geração de resíduos (NETO; SEGATO, 2009).

No Brasil é predominante o uso de sistemas construtivos de produção artesanal, que não possuem uma aplicação correta de gestão com bases científicas. Este fato associado à negligência dos profissionais na fase de concepção podem gerar diversas manifestações patológicas, improdutividade e desperdício (VIVAN; PELIARI; NOVAES, 2010).

Segundo Mateus (2004), novos sistemas construtivos surgiram para estimular a competitividade no setor da construção civil, com o propósito de aumentar o nível de qualidade dos projetos, otimizar a produtividade e reduzir o período de construção, permitindo, assim, maior rapidez no retorno dos investimentos sem alterar o custo da edificação. Aliados à aplicação de modernas tecnologias, esses sistemas construtivos seguem o conceito de baixo custo e impacto ambiental nas diversas fases do ciclo de vida da construção, tendendo à redução do tempo e otimizando o uso das matérias-primas.

Dentre esses sistemas temos o sistema construtivo industrializado *Light Steel Framing* (LSF), considerado como um sistema autoportante de construção a seco em aço, viabilizado por princípios, como os da construção enxuta, que almejam o alcance das metas da racionalização construtiva (CAPELETI, 2016).

O LSF se destaca em relação ao sistema convencional, pois apresenta possibilidades e soluções eficientes para diferentes projetos. O *steel frame* é um sistema aberto e flexível. Isto significa que ele pode trabalhar em conjunto com outros materiais e possibilita a adoção de partidos arquitetônicos variados; é racionalizado, permitindo o controle da obra, desde a fase de projeto até a construção; e é sustentável: o uso de perfis metálicos galvanizados garante a durabilidade desses importantes elementos estruturais e o sistema gera muito poucos resíduos, ao contrário da construção convencional. É também resistente a incêndios, por ser revestido por placas de gesso acartonado, que possui elevada resistência ao fogo (GUIZELINI, 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise comparativa de custos e apontar as vantagens da utilização do sistema *Light Steel Framing* como alternativa a alvenaria convencional, por meio do desenvolvimento de projetos e levantamento de custo de insumos para uma residência unifamiliar em Palmas-TO.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Santiago, Freitas e Crasto (2012) citam o *Light Steel Framing* como sistema construtivo que faz uso de produtos padronizados com tecnologia avançada, possibilitando velocidade na construção, menor desperdício e um acabamento superior à alvenaria. Os elementos construtivos possuem um elevado grau de industrialização, na qual a matéria prima empregada, os procedimentos de fabricação, acabamento e características técnicas passam por exigentes controles de qualidade. O uso de materiais padronizados reduz significativamente o custo, mão de obra e erros na construção, resultando em uma obra limpa e rápida. Diante da evidente eficiência desse sistema, os valores cobrados para mão de obra e os custos com materiais para implementação de uma obra em *Steel Framing* em Palmas-TO se apresentaria competitivo com o sistema construtivo convencional?

1.2 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar comparativo construtivo e financeiro de uma residência unifamiliar de padrão médio localizada em Palmas-TO utilizando os métodos, convencional e o *Light Steel Framing*.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar orçamento analítico de planilha eletrônica dos gastos realizados nas etapas de infraestrutura, superestrutura, revestimento de paredes internas e externas, forro e cobertura da construção de uma edificação através do método LSF;
- Realizar orçamento analítico de planilha eletrônica da estimativa do que seria gasto as mesmas etapas da residência sendo construída pelo método convencional usando-se como referência tabela SINAPI da Caixa Econômica Federal;
- Comparar os orçamentos realizados para os dois métodos construtivos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A construção em aço tem crescido no Brasil. Nos últimos anos, o potencial do sistema construtivo tem sido cada vez mais explorado em projetos de estádios esportivos, aeroportos, pontes e viadutos, nos segmentos comercial, industrial e hoteleiro. Obras como o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro, mostram que os limites do aço podem ser abordados com intensidade, em especial em grandes balanços de cobertura. Esse avanço se deve a um conjunto de fatores que inclui a racionalização do processo construtivo, a redução de mão de obra, a rapidez e precisão da execução, proporcionadas pela solução estrutural (CAPELETI, 2016).

De acordo com Tavares (2016) o Brasil está entre os maiores produtores mundiais de aço, ocupando o 9º lugar no ranking mundial segundo dados da Associação Mundial de Aço, e essa produção pode ser aproveitada de forma positiva, já que o Brasil é sede de grandes siderúrgicas podendo utilizar o aço para a inovação dos processos construtivos no país.

Nesse sentido, o LSF tem se mostrado como uma das melhores opções para a construção civil atual. “Ao contrário do que se imagina, o sistema industrializado em Light Steel Frame pode ser uma excelente alternativa também em momentos de crise econômica, como a que estamos enfrentando no Brasil”, diz Sávio Neiva, diretor da Incorporadora Bonanza Steel Frame- PE (METÁLICA, 2017).

Segundo a Placo Center Palmas (2015) em Palmas-TO o LSF já vem sendo comercializado e o mesmo já foi tema de treinamento. O curso realizado pela empresa Brasilit em parceria com Placo Center Palmas proporcionou aperfeiçoamento com aulas práticas e teóricas a fim de favorecer clareza e conhecimento aos potenciais clientes.

Desta maneira, a avaliação de desempenho do LSF em relação ao método convencional usando como parâmetro uma residência unifamiliar de médio padrão na região de Palmas-TO é pertinente, pois abordará um sistema construtivo ainda pouco difundido no Brasil, sendo importante definir se este sistema é viável para a cidade de Palmas-TO e economicamente competitivo em relação ao método construtivo convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Segundo Prudêncio (2013) no Brasil, o sistema construtivo convencional em concreto armado é amplamente utilizado na construção de residências. Esse sistema é utilizado junto à alvenaria de blocos cerâmicos, responsável pelo fechamento e isolamento da edificação.

O concreto armado é constituído pela associação de concreto e aço, no qual ambos os materiais apresentam características mútuas de boa aderência e coeficiente de dilatação térmica praticamente igual. Essa união advém do fato que o concreto possui baixa resistência a tração, sendo função do aço, absorver os esforços de tração e cisalhamento que atuam nos elementos de concreto (ARAÚJO; RODRIGUES; FREITAS, 2000).

Sendo assim, a estrutura de concreto armado é constituída por elementos estruturais isolados, com função de distribuição e encaminhamento dos esforços advindos dos elementos da edificação. Esses elementos, em conjunto com alvenaria de vedação formam o sistema construtivo convencional mostrado na figura 1 (PRUDÊNCIO, 2013).

Figura 1 – Sistema construtivo convencional



Fonte: Feirão da Caixa (2016).

2.2 DEFINIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO LSF

O sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) possui dois conceitos básicos: *Frame* é o esqueleto estrutural projetado para dar forma e resistir as cargas da edificação sendo constituído por componentes leves, os perfis formados a frio (PFF) e *Framing* é o procedimento pelo qual se unem e vinculam esses elementos para garantir os requisitos de funcionamento da edificação. Segundo Sousa e Martins (2009) o LSF é um sistema construtivo livre podendo fazer uso de diferentes tipos de materiais; racionalizado, pois potencializa a utilização dos recursos e a gestão das perdas; maleável, pois apresenta poucas restrições aos projetos; customizável, por permitir controle total dos gastos já na fase de projeto, além de durável e reciclável.

2.3 HISTÓRICO DO SISTEMA LSF

O sistema em *Framing* surgiu no Estados Unidos no século XIX entre 1810 e 1860 com a marcha para o Oeste, um movimento que buscava a conquista do território americano. Com o crescimento populacional os americanos buscaram uma solução que fosse rápida, prática, barata e o acesso aos materiais disponíveis no local fosse fácil (RODRIGUES; CALDAS, 2016).

O principal material utilizado na época para a estrutura era a madeira, dando início ao *Wood Framing*. Mas com o aumento da exploração das florestas as indústrias madeireiras tiveram que parar de desmatar, passando a utilizar madeira de baixo custo, o que fez com que caísse a qualidade do sistema. Portanto, em meados de 1980 a madeira foi substituída pelo aço (RODRIGUES; CALDAS, 2016).

Com o fim da Segunda Guerra Mundial o aço era um material em abundância e a sua produção obteve grandes avanços. Surge então a revolucionária metodologia construtiva em *Light Steel Framing* (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

2.3.1 LSF no Brasil

A aplicação do LSF no Brasil teve início somente no final da década de 90 por construtoras no Sul do país, composto por estruturas de aço galvanizado e painéis portantes, ficou conhecido no país como construção a seco e desde então vem conquistando espaço no mercado brasileiro (GUIZELINI, 2010).

O LSF cresce em aplicação em residências unifamiliares, além de galpões, escolas, creches, alojamentos de obras, lojas comerciais, entre outras. Carolina Fonseca, gerente executiva do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) declarou que, de acordo com

pesquisa realizada pelo CBCA, em 2014, 42% da produção de estruturas de aço foi destinada a obras de grande porte, com destaque para shopping centers, centros de distribuição e logística e edificações industriais (CAPELETI, 2016).

Alguns exemplos que provam que o LSF tem avançado no Brasil são a publicação dos manuais do CBCA como: manual “*Steel Framing: Arquitetura*” que possuem detalhes construtivos do sistema visando orientar arquitetos e profissionais da área para concepções de projetos e edificações, e o manual “*Steel Framing: Engenharia*” contendo os principais conceitos relativos aos perfis formados a frio, o seu dimensionamento e às ligações segundo os critérios da ABNT NBR 14762:2010 que trata sobre o dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Além da realização do 2º Congresso Latino Americano Steel Frame realizado em São Paulo nos dias 11 e 12 de maio de 2016.

Em Palmas-TO o LSF começa a ser inserido do mercado da construção civil. A capital já possui algumas construções em LSF como: um anexo do Hospital Cristo Rei, o terceiro pavimento do hospital Life Center Palmas, o posto Ipiranga Campeão como mostram as figuras de 2 e 3 (TOLEDO, 2013).

Figura 2 - Colocação das tesouras do Hospital Life Center Palmas



Fonte: Toledo (2013).

Figura 3 - Finalização da montagem estrutural do Auto posto Campeão.



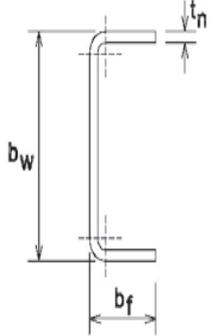
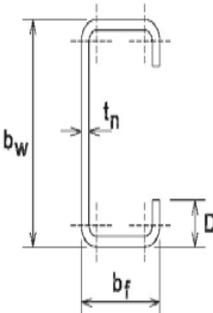
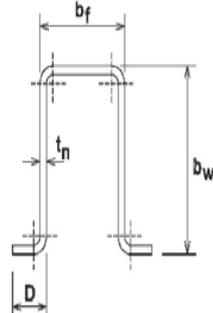
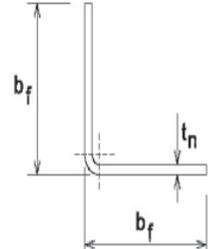
Fonte: Toledo (2013)

2.4 CARACTERÍSTICAS E ETAPAS CONSTRUTIVAS DO LSF

O LSF possui um aspecto particular que o difere dos demais sistemas construtivos. Trata-se da sua composição por elementos ou subsistemas estruturais, em acabamentos exteriores e interiores, de instalações (elétricas, hidráulicas e sanitárias), que trabalham em conjunto. Sua aplicação gera vantagens quanto ao sistema convencional, tais como: obra executada com um menor prazo e menor custo, redução das sobras de materiais, flexibilidade, componentes estruturais mais leves em aço e com maior resistência à corrosão, maior precisão na montagem de paredes e pisos, além de mais durável, reciclável e incombustível. (RODRIGUES; CALDAS, 2016).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) as montagens mais comuns usam combinações de seções transversais U enrijecido (Ue) e/ou U simples, mas há também as do tipo cartola e cantoneiras de abas desiguais como mostra o quadro 1. Para perfil U (guia) a seção possui alma (bw) e mesa (bf) e também pode levar o nome de flange ou aba, porém não há a borda (D) que está presente no montante, permitindo o encaixe deste na guia. As guias não podem fazer a absorção e transmissão dos esforços. Isso fica por conta de pilares presentes na estrutura, montantes e vigas. As dimensões da alma dos perfis Ue podem variar de 90 a 300 mm (quadro 2), porém no Brasil são comercializadas dimensões de 90, 140 e 200 mm. Já as mesas variam de 35 a 40 mm.

Quadro 1 - PFF usados em LSF e suas aplicações

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	<p>U simples</p> <p>$U\ b_w \times b_f \times t_n$</p>	<p>Guia Ripa Bloqueador Sanefa</p>
	<p>U enrijecido</p> <p>$Ue\ b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga</p>
	<p>Cartola</p> <p>$Cr\ b_w \times b_f \times D \times t_n$</p>	<p>Ripa</p>
	<p>Cantoneira de abas desiguais</p> <p>$L\ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$</p>	<p>Cantoneira</p>

Fonte: NBR 15253 (2014).

Quadro 2 - Dimensões Nominais dos Perfis de Aço mais usados em LSF

Dimensões (mm)	Designação (mm)	Largura da alma bw (mm)	Largura da mesa bf (mm)	Largura do enrijecedor 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 (2014).

2.4.1 Fundações

De acordo com Flasan (2014), a construção em *Light Steel Framing* em relação a convencional de alvenaria possui uma vantagem devido o seu peso próprio ser muito menor, o que reduz substancialmente as cargas na fundação, economizando cerca de 75% nesta etapa da obra. As fundações mais comuns são as do tipo Radier e Sapata corrida. A primeira é uma laje em concreto armado leve e simples de executar, aplicável na maioria dos solos, sua execução permite locar as furações para instalações hidráulicas, sanitárias, elétricas e de telefonia (figura 4). Já a segunda consiste em uma fundação rasa contínua, ideal para construções onde as cargas são distribuídas linearmente ao longo de sua extensão (figura 5).

Figura 4 - Radier com instalações hidrossanitárias aparentes.



Fonte: Flasan (2014).

Figura 5 - Fundação do tipo Sapata corrida.



Fonte: Blog do LSF (2010).

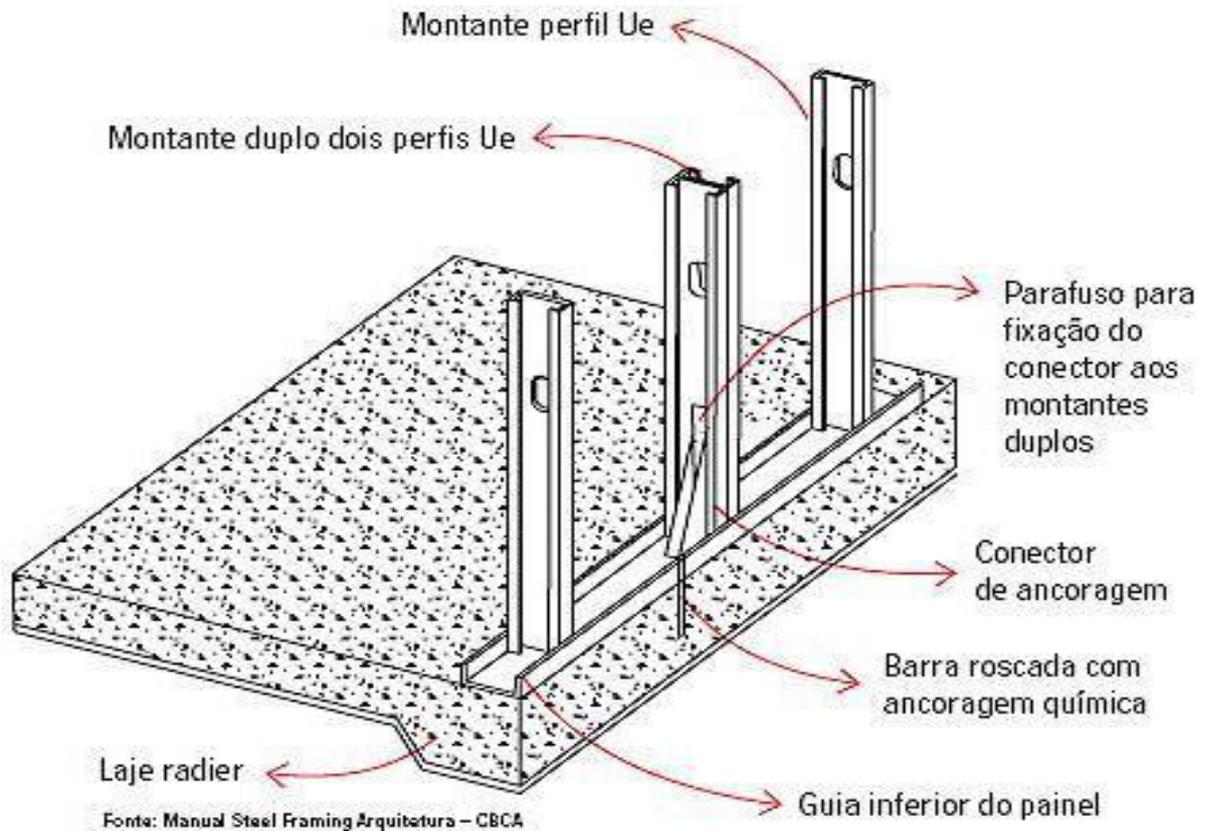
2.4.2 Ancoragem

Souza e Martins (2009) diz que ancoragem é a forma que a estrutura deve ser fixada à fundação e permitir que os esforços transmitidos evite qualquer deslocamento indesejável. É realizada depois que fundação for executada, onde sua escolha depende do tipo de fundação e dos esforços que ocorrem na estrutura por causa das condições climáticas, das cargas e dos parâmetros determinados no cálculo estrutural.

De acordo com a revista Techné 135 (2008) qualquer que seja a opção especificada para a fundação de construções em *steel frame*, deve-se verificar o deslocamento de translação e rotação da estrutura pela ação do vento. Para que esses efeitos sejam impedidos, a fixação da estrutura deve ser executada de maneira que fique coerentemente ancorada à fundação. A translação é uma ação decorrente de um deslocamento lateral da estrutura que, supostamente fixa à base, desloca sua parte superior de maneira excessiva, além dos limites exigidos técnica e construtivamente. O tombamento é um deslocamento semelhante a uma rotação da estrutura que, pela ancoragem imperfeita, sob a ação do vento, pode criar a tendência de rotacionar a estrutura e desprendê-la da base.

Para que o conjunto estrutura- fundação interaja de maneira a não causar esses deslocamentos, a ancoragem da estrutura deve ser bem dimensionada e executada. Pode-se fazer a ancoragem química com uma barra rosca colada à fundação em orifício executado após o concreto da fundação adquirir a resistência especificada. A colagem é feita geralmente com resina epoxídica, que permite uma ponte de aderência entre a barra e a fundação. A estrutura da edificação, então, é fixada à fundação com uma barra rosqueada através de uma peça de aço que se ajusta à guia do montante (um dos perfis verticais do "esqueleto" da estrutura) e aparafusada como mostram as figuras 6 e 7 (REVISTA TECHNÉ, 135, 2008).

Figura 6 - Esquema da ancoragem química com barra rosca.



Fonte: Revista Techné 135 (2008).

Figura 7 - Detalhe da peça de esforço na ancoragem da estrutura à fundação por meio de uma barra rosca.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

Outro tipo de ancoragem é a provisória (figura 8), em seu processo de montagem os painéis são fixados pelo sistema de finca pinos acionados à pólvora para manter o prumo da estrutura enquanto é feita a ancoragem definitiva (FREITAS; CRASTO, 2006).

Figura 8 - Ancoragem Provisória.



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012).

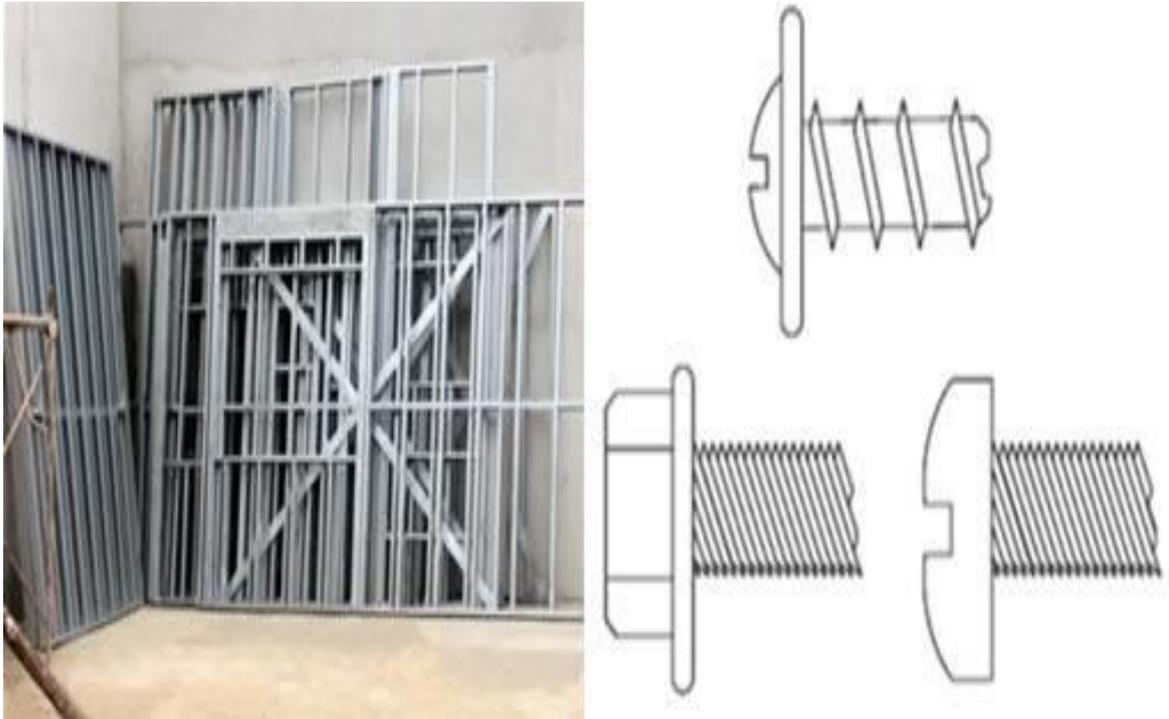
2.4.3 Painéis

Nos Estados Unidos o método mais utilizado para construções de casas unifamiliares era o método “*Stick*” onde os perfis eram cortados no canteiro de obra, porém ele tem sido substituído pelo método por Painéis que possuem maiores vantagens que se apresentam como precisão dos componentes da estrutura e rapidez de construção e nível de qualidade. No Brasil, o método de construção que melhor se adaptou a cultura das empresas construtoras e a mão-de-obra disponível é o método por painéis. A função dos painéis é absorver os esforços e horizontais e verticais e transferir para a fundação. Eles compõem não só as paredes, mas também agem como sistema estrutural de uma edificação. Os painéis são estruturais ou auto-portantes quando compõem a estrutura, e são não estruturais quando agem apenas como divisória interna e fechamento externo (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

A estabilidade dos painéis e da edificação depende de elementos estruturais como o contraventamento e as placas de fechamento estruturais. Um painel utilizado em parede é formado pelos montantes e pelas guias. Os montantes (perfis U enrijecido – Ue) são os elementos paralelos verticais, normalmente modulados a cada 400 mm ou 600 mm.

As guias (perfis U) são elementos que fixam as extremidades dos montantes conformando a estrutura básica do sistema. A união é executada com parafusos (figura 9) fixados de acordo com o local de uso e função (REVISTA TÉCHNE, 137, 2008).

Figura 9 - Painéis e parafusos utilizados para fixação.



Fonte: Revista Técnica, 137 (2008).

Os painéis instalados na vertical (figura 10) são usados como paredes, e geralmente são portantes agindo como a estrutura da edificação, recebendo as cargas e dando estabilidade ao conjunto, ou somente com finalidade de vedação. E na horizontal são utilizados como pisos. A concepção do sistema LSF proporciona o trabalho conjunto dos painéis, gerando uma integridade na estrutura (Figura 10). Nas aberturas de janelas e portas nos painéis portantes é necessária usar elementos estruturais para redistribuir as solicitações dos montantes interrompidos (SOUSA e MARTINS, 2009).

Figura 10 - Instalação de painéis.



Fonte: Flasan (2014).

2.4.4 Lajes e Cobertura

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) na construção em *Steel Frame* a laje domina os mesmos princípios cuja separação equidistante dos elementos estruturais ou modulação é definida pelas cargas a que cada perfil está submetido. São perfis chamados vigas de piso, submetidos ao peso próprio da laje, à pessoas, ao mobiliário, equipamentos e servem de estruturas de apoio do contrapiso. A altura da alma é definida pelos vãos entre apoios, e em diversas vezes trabalhando com treliças planas para vencer vãos maiores. O tipo do contrapiso é que estabelece se a laje é úmida ou seca. Quando se utiliza uma chapa metálica ondulada aparafusada às vigas e preenchida com concreto que serve de base ao contrapiso estamos falando em laje úmida (figura 11). E quando placas rígidas de OSB, cimentícias ou outras são aparafusadas à estrutura do piso trata-se de laje seca (figura 12).

Figura 11 - Fôrma de aço para contrapiso úmido.



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012).

Figura 12 - Placas de OSB utilizadas para laje seca.



Fonte: Santiago, Freitas e Crasto (2012)

As coberturas em LSF são similares estruturalmente aos telhados convencionais. Os tipos de coberturas dependem de fatores como tamanho do vão a cobrir, carregamentos, opções estéticas, entre outros. Dentre elas temos: coberturas planas (figura 13), (menos comuns), uma laje úmida onde a inclinação para o caída da água dependa da espessura do contrapiso do concreto. Coberturas inclinadas, semelhante à do telhado convencional, mas armação em perfis galvanizados substitui a de madeira. Coberturas estruturadas com vigas e caibros, usadas quando o vão entre os apoios possibilita a utilização de caibros, gerando a necessidade de usar menor quantidade de aço do que nas tesouras. Estruturadas com treliças ou tesouras, são as mais comuns nas coberturas residenciais, cobrem grandes vão sem precisar de apoios intermediários (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 13 - Detalhes de treliça plana.



Fonte: (Site Velox).

2.4.5 Revestimento externo e interno

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) os produtos disponíveis no mercado brasileiro para o revestimento interno e externo da estrutura em *Steel Framing* são fornecidos em chapas ou placas, com diversas espessuras, e os mais usados são o OSB (*oriented strand board* – painel de tiras de madeira orientadas), a placa cimentícia, e o gesso acartonado, sendo que o último só é usado em aplicações internas. O revestimento com placa cimentícia (figura 14) possui uma enorme compatibilidade com o sistema, por serem leves, de espessura pequena, impermeáveis, incombustíveis, resistentes à impactos, à cupins, são duráveis, tem baixa condutividade térmica, rapidez na execução e permite inúmeros acabamentos.

Figura 14- Fechamento com placas cimentícias.



Fonte: (Brasiplac - Brasilit).

As placas usadas no sistema LSF possuem dimensão fixa de 1,20 m de largura, e comprimentos que variam de 2,00 m, 2,40 m e 3,00 m. Apresentam espessura conforme a função e aplicação da placa, como mostra o quadro 3. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Quadro 3 - Espessuras e aplicações das placas cimentícias

Espessura da placa	Aplicação usual
6 mm	Sua aplicação pode ser feita em divisórias leves e paredes secas internas, onde não existam aplicações de cargas suportadas diretamente pela placa.
8 mm	Empregadas em divisórias leves e paredes internas e externas, em áreas secas e úmidas, podendo existir aplicações de cargas suportadas pela placa.
10 mm	Utilizadas para áreas secas e molhadas, internas ou externas. Ideal para paredes estruturais, melhorando a resistência contra impactos, aplicações de carga e isolamentos termo acústicos.

Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012, p. 85)

O painel OSB (figura 15) tem função estrutural, contribui no contraventamento das paredes, resistindo por até dez anos contra cupins. Este é instalado diretamente na estrutura e é colocada sobre ele uma manta que forma uma barreira contra vapor e umidade, a manta é fixada no painel através de grampos (REVISTA TÉCNICA, 139, 2008).

Figura 15- Fechamento com placas OSB.



Fonte: (CentroPlac).

Os revestimentos interno e externo das construções com LSF podem ser feitos com os mesmos materiais, porém para revestimento interno o mais indicado é o gesso acartonado (figura 16). As placas de gesso acartonado são de fabricação industrial, e são vedações leves por não possuírem função estrutural. Essas placas são parafusadas em forros estruturados ou sobre os perfis das paredes e recebem tratamento nas juntas, que ficam com aspecto final liso e sem emendas (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 16 - Fechamento interno com gesso acartonado.



Fonte: Flasan (2014).

Para cada aplicação da residência as placas de gesso acartonado possuem composição adequada: Standard (ST) para áreas secas, e Resistentes à Umidade (RU) para áreas úmidas, como cozinhas e banheiros (FLASAN, 2014).

2.4.6 Isolamento térmico e acústico

O princípio de isolamento térmico e acústico é o de multicamada, que consiste em combinar placas leves de fechamento, com espaços entre si, preenchidos por material isolante (lã mineral) (SOUSA; MARTINS, 2009).

O desempenho térmico e acústico das construções em LSF garante conforto e qualidade no ambiente. Para isso são usadas mantas de lã de vidro ou de poliéster fabricadas em material poroso que são instaladas no forro e no interior das paredes de toda a edificação. Estas mantas tem uma enorme capacidade de absorção, o que limita a troca de som e calor entre ambiente (figura 17) (FLASAN 2014).

Figura 17 - Colocação de mantas isolantes no interior das paredes.



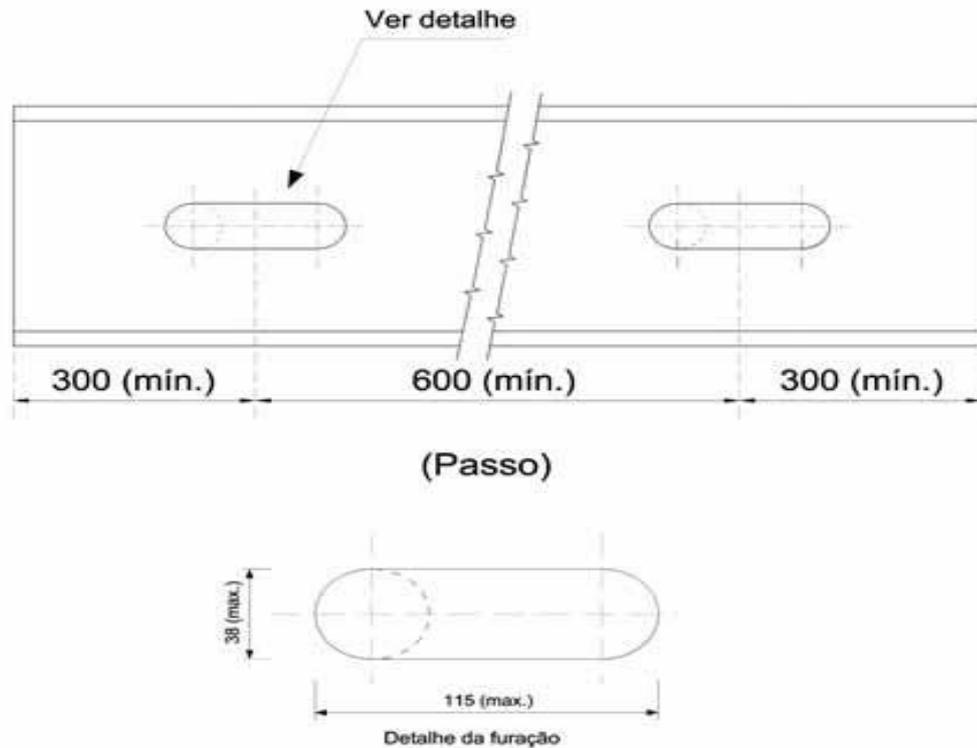
Fonte: Flasan (2014).

No Brasil é necessário mais que um procedimento baseado na resistência térmica dos elementos de vedação para caracterizar o comportamento térmico da edificação. As trocas térmicas que ocorrem nos ambientes devem ser avaliadas, como exemplo temos as possíveis perdas de energia sejam por ventilação ou por condução/convecção através de elementos da edificação. As condições de ocupação como: o tipo de edificação, as características do clima local, e os materiais empregados na construção são os requisitos para o equilíbrio entre perdas e ganhos de calor (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

2.4.8 Instalações

As edificações construídas através do sistema LSF possuem as instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, telefônicas, entre outras, projetadas e executadas semelhantes à construção convencional. A facilidade de execução dessas instalações é a grande vantagem oferecida pelo sistema, sendo possível uma execução rápida e com o mínimo de transtorno devido ao vazio interno de paredes e forros e a presença de furos nos montantes (figura 18) (FLASAN, 2014).

Figura 18 - Dimensões da furação de perfis de LSF.



Fonte: NBR 15253.

A passagem das instalações pelos perfis de LSF nos montantes das paredes e nas vigas das lajes secas, deve haver furos nas almas dos perfis U_e . A NBR 15253 estabelece que os furos podem existir nos perfis, mas devem ser considerados no dimensionamento estrutural. Esses furos podem ser redondos ou oblongos, o maior eixo deve sempre coincidir com o eixo longitudinal do perfil, com diâmetro máximo 38 mm, e, para furos oblongos, deve haver comprimento máximo de 115 mm. A distância entre os centros de furos sucessivos deve ser no mínimo igual a 600 mm e a distância mínima entre a extremidade do perfil e o centro do primeiro furo é de 300 mm (figura 19) (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Figura 19 - Detalhes de instalação elétrica.



Fonte: Flasan (2014).

É recomendado que a realização das instalações aconteça depois da conclusão completa da montagem das estruturas das paredes, lajes e coberturas. Também é recomendável que a cobertura e os revestimentos externos já estejam instalados, diminuindo o risco de falhas às instalações em virtude de chuva e vento, e assim diminuir quaisquer acidentes com os profissionais envolvidos (SOUSA; MARTINS, 2009).

2.5 ORÇAMENTO

O orçamento da construção tem por objetivo efetuar um estudo criterioso dos preços de todos os insumos integrantes da obra de modo a reduzir o grau de incerteza na tomada de decisão, analisando a viabilidade econômica do empreendimento e o retorno do investimento. A elaboração do orçamento deve ser demonstrada em planilha, constando a descrição dos serviços, identificando as unidades de medidas e quantidades, a composição dos preços unitários, tanto da mão de obra quanto dos materiais e demonstrar o valor total por item e o valor global da obra (SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

Ainda segundo Santos, Silva e Oliveira (2012), a partir de previsões, o orçamento gera estimativas utilizadas no empreendimento para atender as demandas necessárias para sua execução, dando condições para avaliar os resultados que poderão ser alcançados.

Existem várias tabelas para orçamentos disponibilizados por órgãos governamentais, entre elas temos o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) disponibilizado pela Caixa Econômica Federal, que fornecem os preços dos

insumos sem a composição, porém auxiliam na ideia da grandeza dos custos dos serviços (TOGNETTI, 2011).

A Caixa disponibiliza, a partir de links no site, os preços e custos do SINAPI para que possam ser consultados e utilizados como referência na elaboração de orçamentos.

A gestão do SINAPI é compartilhada entre Caixa e IBGE. A Caixa é responsável pela base técnica de engenharia (especificação de insumos, composições de serviços e orçamentos de referência) e pelo processamento de dados, e o IBGE, pela pesquisa mensal de preço, tratamento dos dados e formação dos índices. A manutenção das referências do SINAPI pela Caixa é realizada conforme Metodologias e Conceitos.

Cardoso (2009) menciona que a composição de preço demonstra as necessidades na realização de serviços no que diz respeito a todos os itens envolvidos na execução da obra, como quantidade de materiais, mão de obra, encargos sociais e equipamentos, caso necessário.

O planejamento orçamentário visa a alocação de estratégias a serem adotadas para controle das despesas e das receitas a fim de identificar o resultado total (SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2012).

3. METODOLOGIA

Para que os objetivos abordados nessa pesquisa sejam obtidos, é apresentado neste capítulo o método que foi utilizado para a conclusão da pesquisa.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e quantitativa. Bibliográfica, pois foi realizada revisão através de textos extraídos de diversas fontes analisados de forma a se obter um acervo teórico sobre o sistema construtivo LSF, servindo como base de apoio para o início do desenvolvimento da pesquisa. E quantitativa, onde foi desenvolvido um estudo baseado na comparação do LSF com a alvenaria convencional através de orçamento analítico de planilha eletrônica.

3.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O planejamento abordou a comparação de custos entre o processo construtivo LSF e a alvenaria convencional nas etapas de infraestrutura, superestrutura, vedação e revestimento de paredes internas e externas.

3.2.1 Descrição do objeto de estudo

O estudo de caso abordou o projeto (desenhado pelo Software AutoCAD versão 2014 *English*) e execução de uma residência unifamiliar chamada “*Casa Modelo em Construção Inteligente*” em Palmas-TO, na quadra 1503 Sul, alameda 15, QI 46, Lote 32 – Plano Diretor Sul (figura 20). Uma estrutura com tecnologia *Light Steel Framing*, com sistema de placa cimentícia, com gesso acartonado, tratamento técnico acústico, painel *masterboard*, telhado termo acústico e piso em madeira laminado.

Figura 20 - Área de estudo.



Fonte: Google Maps (2017).

3.2.2 Critérios de orçamento e levantamento de dados

A coleta de dados foi realizada em algumas etapas de uma construção executada em LSF. Estes dados foram obtidos nas seguintes etapas: infraestrutura, superestrutura, revestimento de paredes internas e externas, forro e cobertura. Foi feito um levantamento quantitativo de insumos e mão de obra para os sistemas construtivos convencional e LSF. Foi elaborado orçamento analítico dos gastos realizados nas etapas citadas anteriormente da construção em estudo para o sistema LSF através de planilha eletrônica utilizando o software Excel 2013.

Também foi elaborado orçamento analítico de planilha eletrônica com a estimativa do que seria gasto para as mesmas etapas da residência em estudo construída através do sistema construtivo convencional utilizando como referência tabela de preços de insumos SINAPI da Caixa Econômica Federal. Para isso foi elaborado um novo projeto estrutural em concreto armado por meio do programa EBERICK V10.

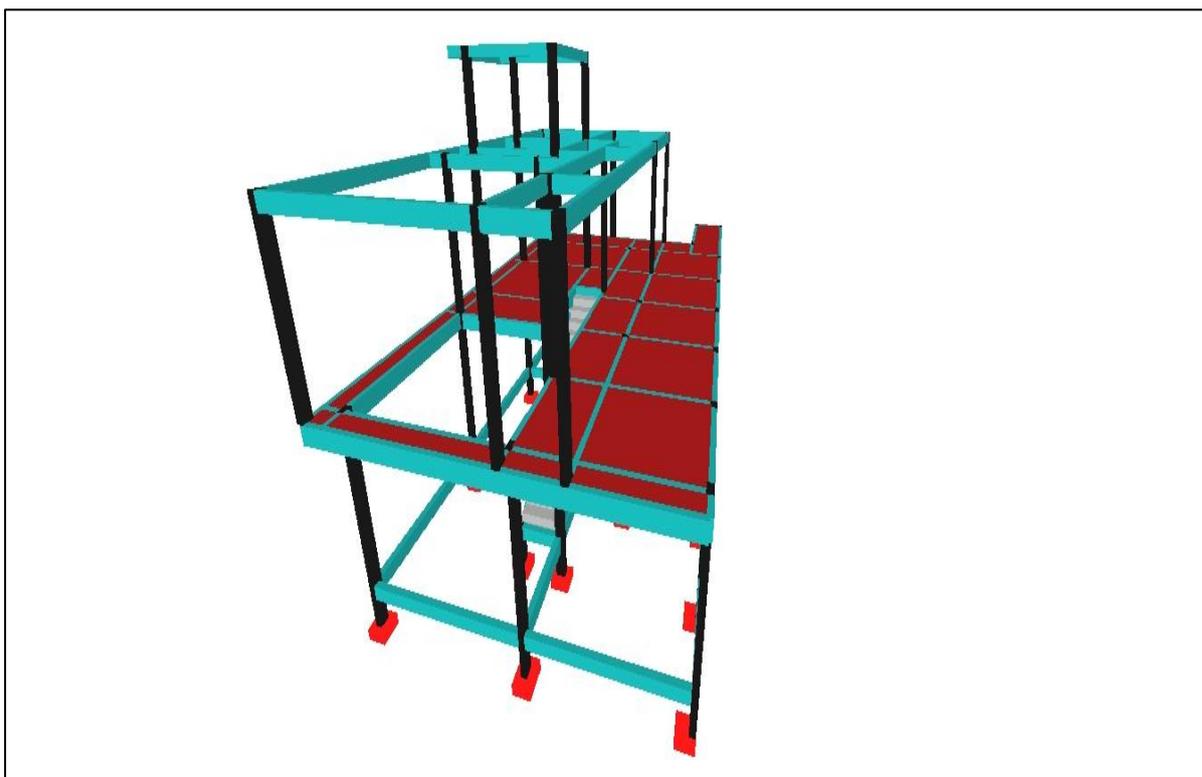
A partir da obtenção dos dois orçamentos foi feita uma comparação, através de tabelas e gráficos, visando alcançar um resultado que aponte qual método é mais viável para a cidade de Palmas-TO.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A concepção do projeto foi idealizada segundo o sistema construtivo LSF e baseou-se no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar em LSF de aproximadamente 155,40m² de área construída cujas plantas baixas, cortes, fachadas e perspectivas estão em anexos.

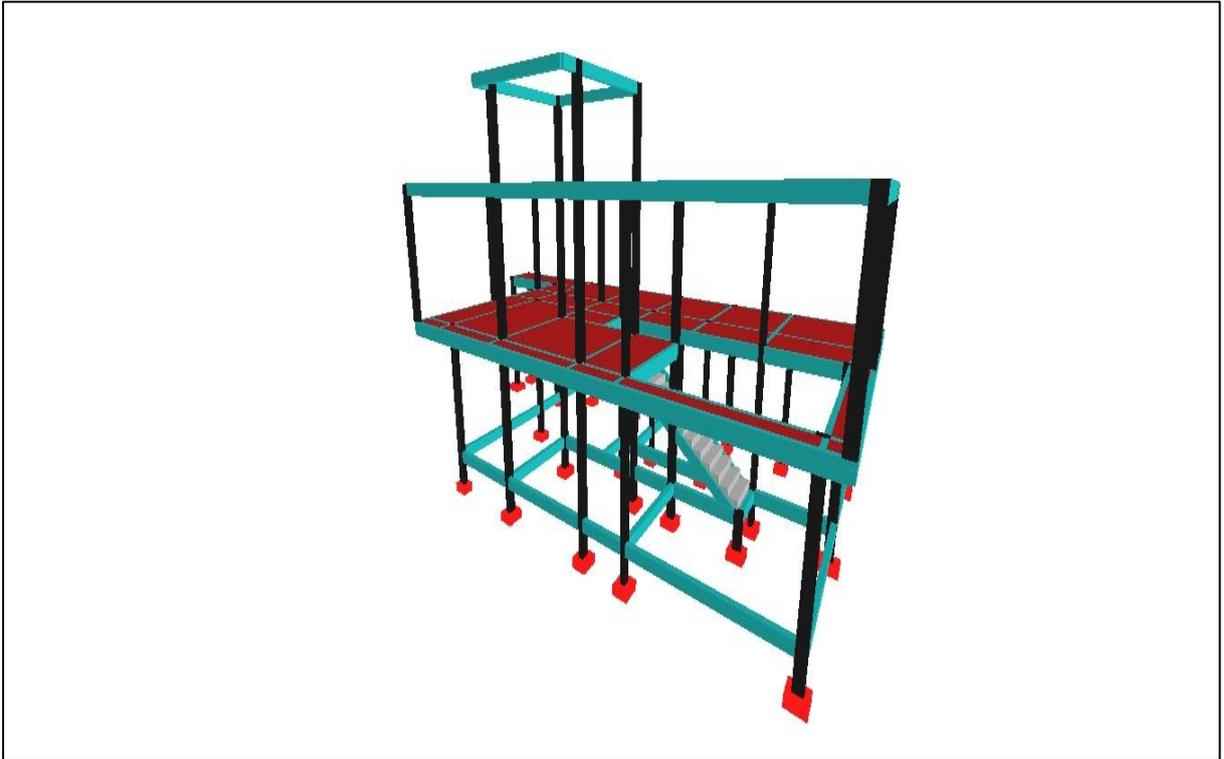
A partir do projeto arquitetônico foi feito o projeto estrutural em concreto armado usando a ferramenta EBERICK V10 onde as plantas de formas e de locação estão disponível no anexo A. Para o dimensionamento do projeto estrutural houve a necessidade da adaptação do projeto arquitetônico à modulação básica do sistema convencional adequando a planta baixa do projeto executando o mínimo de alterações possíveis. As figuras 21, 22, 23 e 24 são os pórticos gerados no programa EBERICK V10.

Figura 21 - Pórticos 3D



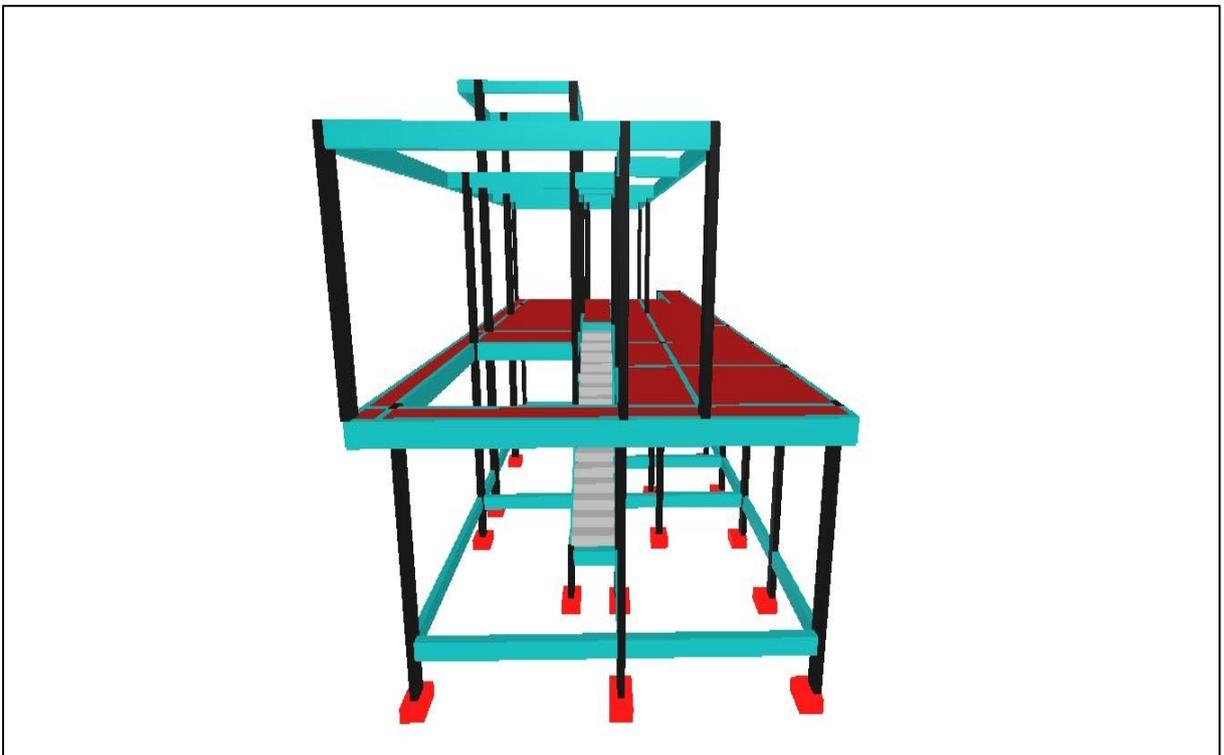
Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Figura 22 - Pórticos 3D



Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Figura 23 - Pórticos 3D



Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Figura 24 - Figura 4 - Pórticos 3D



Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Como mostram os resumos de materiais abaixo o programa EBERICK V10 dimensionou e detalhou o quantitativo de concreto e aço que seria utilizado para a construção dessa mesma residência no sistema construtivo convencional.

Resumo de Materiais (Moldados in Loco)

Tabela 1- Materiais - Moldados in Loco (a)

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m ²)	Consumo de aço (kg/m ³)	Peso treliças (kg)
RESPALDO	Vigas	38.2	0.3	7.0	117.5	
	Pilares	25.5	0.3	5.6	97.1	
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	63.7	0.6	12.6	108.4	0.0
COBERTURA	Vigas	198.1	2.2	45.9	89.2	
	Pilares	172.9	1.6	34.8	106.0	
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	371.0	3.9	80.7	96.3	0.0
SUPERIOR	Vigas	432.6	5.5	110.2	78.5	
	Pilares	253.5	2.4	52.5	104.1	

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m ²)	Consumo de aço (kg/m ³)	Peso treliças (kg)
	Lajes	89.3	4.1	0.0	21.9	
	Escadas	21.5	1.1	8.7	19.0	
	Fundações	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Total	797.0	13.2	171.4	60.6	0.0
BALDRAME	Vigas	218.8	3.2	54.7	69.0	
	Pilares	127.3	0.9	18.9	145.1	
	Lajes	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Escadas	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Fundações	81.0	1.1	9.0	77.0	
	Total	427.1	5.1	82.5	83.8	0.0

Fonte: EBERICK V10.

Tabela 2 - Materiais - Moldados in Loco- (b)

Aço	Diâmetro	Peso + 10 % (kg)					
		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
CA50	6.3			52.1			52.1
CA50	8.0	558.4				81.0	639.3
CA50	10.0	51.9	440.6				492.5
CA60	5.0	277.6	138.6	37.2	21.5		474.8

Fonte: EBERICK V10.

Tabela 3 - Materiais - Moldados in Loco- (c)

		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	610.2	440.6	52.1		81.0	1184.0
	CA60	277.6	138.6	37.2	21.5		474.8
	Total	887.8	579.2	89.3	21.5	81.0	1658.8
Volume concreto (m ³)	C-20					1.1	1.1
	C-25		5.2	4.1	1.1		10.4
	C-30	11.2					11.2
	Total	11.2	5.2	4.1	1.1	1.1	22.7
Área de forma (m ²)		217.8	111.8		8.7	9.0	347.3
Consumo de aço (kgf/m ³)		79.1	111.2	21.9	19.0	77.0	73.1

Fonte: EBERICK V10.

Resumo de Materiais (Pré-Moldados)

Tabela 4 - Materiais (Pré-Moldados) - (a)

Pavimento	Elemento	Peso do aço +10 % (kg)	Volume de concreto (m ³)	Área de forma (m ²)	Consumo de aço (kg/m ³)	Peso treliças (kg)
RESPALDO	Lajes PM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COBERTURA	Lajes PM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUPERIOR	Lajes PM	74.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	74.2	0.0	0.0	0.0	0.0
BALDRAME	Lajes PM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fonte: EBERICK V10.

Tabela 5 - Materiais (Pré-Moldados) - (b)

Aço	Diâmetro	Peso + 10 % (kg)	
		Lajes PM	Total
CA60	5.0	74.2	74.2

Fonte: EBERICK V10.

Tabela 6 - Materiais (Pré-Moldados) - (c)

		Lajes PM	Total
Peso total + 10% (kg)	CA60	74.2	74.2
	Total	74.2	74.2
Volume concreto (m³)	C-20		0.0
	C-25		0.0
	C-30		0.0
Área de forma (m²)			
Consumo de aço (kgf/m³)			

Fonte: EBERICK V10.

*Os quantitativos dos materiais de capa e armaduras adicionais das lajes pré-moldadas estão considerados no Resumo de materiais - Moldado in loco

Tabela 7 - Blocos de enchimento

Blocos de enchimento						
Pavimento	Tipo	Nome	Dimensões(cm)			Quantidade
			hb	bx	by	
SUPERIOR	EPS Unidirecional	B8/30/125	8	30	125	231

Fonte: EBERICK V10.

Com base no resumo de materiais do projeto dado pelo EBERICK bem como o quantitativo de alvenaria e revestimento foi feita a planilha orçamentária utilizando tabela de preços de insumos SINAPI da Caixa Econômica Federal.

A planilha orçamentária da construção em *steel frame* foi elaborada a partir das informações dadas pela PlacoCenter, empresa responsável pela obra.

Ambas a planilhas estão disponíveis logo abaixo. A primeira referente à construção em LSF, seguida da planilha da alvenaria convencional.

Tabela 8 – Orçamento de construção em LSF (A); Orçamento de construção em Alvenaria convencional (B).

(A) 1	FUNDAÇÃO	UND	PREÇO TOTAL
1.1	CONCRETO	M3	R\$ 4.400,00
1.2	AÇO	KG	R\$ 2.150,00
1.3	MÃO DE OBRA	H	R\$ 1.500,00

	TOTAL FUNDAÇÃO		R\$ 8.050,00
	2 SUPERESTRUTURA		
2.1	AÇO STEEL FRAMING		R\$ 51.608,73
2.2	MÃO DE OBRA		R\$ 7.500,00
	TOTAL SUPERESTRUTURA		R\$ 59.108,73
	3 VEDAÇÕES, TELHADO, LAJE E FORRO		
	VEDAÇÕES		
3.1	PLACAS CIMENTÍCIAS E OBS (PAREDES EXTERNAS)		R\$ 15.750,00
3.2	MÃO DE OBRA		R\$ 4.000,00
3.3	CHAPEAMENTO INTERNO DAS PAREDES EXTERNAS		R\$ 3.500,00
3.4	MÃO DE OBRA		R\$ 1.500,00
3.5	PAREDES INTERNAS		R\$ 4.250,00
3.6	MÃO DE OBRA		R\$ 2.200,00
	TOTAL VEDAÇÕES		R\$ 31.200,00
	TELHADO		
3.7	TELHA TERMO ACUSTICA		R\$ 6.548,92
3.8	MÃO DE OBRA		R\$ 1.000,00
	TOTAL TELHADO		R\$ 7.548,92
	LAJE		
3.9	PAINEL MASTER BOARD		R\$ 7.392,00
3.10	MÃO DE OBRA		R\$ 1.400,00
	TOTAL DO LAJE		R\$ 8.792,00
	FORRO		
3.11	GESSO ACAORTONADO (MATERIAL E MAO DE OBRA)		R\$ 1.763,50
	MÃO DE OBRA		R\$ 705,40
	TOTAL DO FORRO		R\$ 2.468,90

TOTAL GERAL	R\$ 117.168,55
PREÇO POR METRO QUADRADO	R\$ 971,28
RESUMO	
VALOR GASTO COM MÃO DE OBRA	R\$ 19.805,40
VALOR GASTO COM MATERIAL	R\$ 97.363,15
TOTAL MATERIAL E MAO DE OBRA SEM BDI	R\$ 117.168,55
BDI - 28,82%	R\$ 33.767,98
TOTAL GERAL COM BDI	R\$ 150.936,53

Fonte: Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017)

(B) - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA – ALVENARIA CONVENCIONAL											
OBJETO: CASA MODELO					DATA: 06/10/2017						
ENDEREÇO: Quadra 1503 Sul, alameda 15, QI 46, Lote 32 – Plano Diretor Sul - PALMAS-TO											
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	% TOTAL	UNID.	QUANT.	PREÇO		Sinap e REF: 09/2017	MÃO DE OBRA TOTAL (R\$)	MATERIAL E EQUIPAMENTO TOTAL (R\$)	MÃO DE OBRA UNITÁRIO (R\$)	MATERIAL E EQUIPAMENTO UNITÁRIO (R\$)
					UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)					
1	INFRA-ESTRUTURA/FUNDAÇÃO SIMPLES										
1.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	0,09%	KG	138,8	R\$ 8,43	R\$ 1.170,08	92759	R\$ 316,46	R\$ 853,62	R\$ 2,28	R\$ 6,15
1.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	0,23%	KG	360,2	R\$ 7,43	R\$ 2.676,29	92761	R\$ 468,26	R\$ 2.208,03	R\$ 1,30	R\$ 6,13
1.3	FORMA TABUA P/ CONCRETO EM FUNDACAO RADIER C/ REAPROVEITAMENTO 5X.	0,05%	M2	82,5	R\$ 26,88	R\$ 2.217,60	74076/2	R\$ 1.423,95	R\$ 793,65	R\$ 17,26	R\$ 9,62
1.4	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=20 MPA, PARA	0,00%	M3	5,1	R\$ 352,68	R\$ 1.798,67	92723	R\$ 110,42	R\$ 1.688,25	R\$ 21,65	R\$ 331,03

	LAJES PREMOLDADAS COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM ÁREA MÉDIA DE LAJES MENOR OU IGUAL A 20 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015										
	TOTAL DA ETAPA	4,96%				R\$ 7.862,64		R\$ 2.319,09	R\$ 5.543,55	R\$ 42,49	R\$ 352,93
2	SUPERESTRUTURA										
2.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	0,26%	KG	410,3	R\$ 8,43	R\$ 3.458,83	92759	R\$ 935,48	R\$ 2.523,35	R\$ 2,28	R\$ 6,15
2.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	0,03%	KG	52,1	R\$ 7,48	R\$ 389,71	92760	R\$ 90,65	R\$ 299,05	R\$ 1,74	R\$ 5,74
2.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	0,18%	KG	279,2	R\$ 7,43	R\$ 2.074,46	92761	R\$ 362,96	R\$ 1.711,50	R\$ 1,30	R\$ 6,13
2.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS	0,31%	KG	492,5	R\$ 6,09	R\$ 2.999,33	92762	R\$ 477,73	R\$ 2.521,60	R\$ 0,97	R\$ 5,12

	UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015										
2.5	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	0,17%	M2	264,7	R\$ 56,28	R\$ 14.897,32	92413	R\$ 10.185,66	R\$ 4.711,66	R\$ 38,48	R\$ 17,80
2.6	ESCORAMENTO FORMAS DE H=3,30 A 3,50 M, COM MADEIRA 3A QUALIDADE, NAO APARELHADA, APROVEITAMENTO TABUAS 3X E PRUMOS 4X	0,17%	M3	264,7	R\$ 11,88	R\$ 3.144,64	83515	R\$ 1.373,79	R\$ 1.770,84	R\$ 5,19	R\$ 6,69
2.7	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MAIOR QUE 0,25 M² - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	0,01%	M3	12,6	R\$ 362,91	R\$ 4.572,67	92722	R\$ 226,55	R\$ 4.346,12	R\$ 17,98	R\$ 344,93
2.8	LAJE PRE-MOLD BETA 20 P/3,5KN/M2 VAO 6,2M INCL VIGOTAS TIJOLOS ARMADU-RA NEGATIVA CAPEAMENTO 3CM CONCRETO 15MPA ESCORAMENTO MATERIAL E MAO DE OBRA.	0,08%	M2	119,22	R\$ 114,86	R\$ 13.693,61	74141/4	R\$ 2.633,57	R\$ 11.060,04	R\$ 22,09	R\$ 92,77
2.9	LAJOTA EM EPS P/ LAJE	0,15%	und	231	R\$ 48,00	R\$ 11.088,00	mercado	R\$ 1.155,00	R\$ 9.933,00	R\$ 5,00	R\$ 43,00
	TOTAL DA ETAPA	35,52%				R\$ 56.318,57		R\$ 17.441,39	R\$ 38.877,16	R\$ 95,03	R\$ 528,33

3 COBERTURA											
3.1	ESTRUTURA METALICA EM TESOURAS OU TRELICAS, VAO LIVRE DE 15M, FORNECIMENTO E MONTAGEM, NAO SENDO CONSIDERADOS OS FECHAMENTOS METALICOS, AS COLUNAS, OS SERVICOS GERAIS EM ALVENARIA E CONCRETO, AS TELHAS DE COBERTURA E A PINTURA DE ACABAMENTO	0,10%	M2	155,4	R\$ 58,46	R\$ 9.084,68	72111	R\$ 2.674,43	R\$ 6.410,25	R\$ 17,21	R\$ 41,25
3.2	TELHAMENTO COM TELHA METÁLICA TERMOACÚSTICA E = 30 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_06/2016	0,10%	M2	155,4	R\$ 101,25	R\$ 15.734,25	94216	R\$ 236,21	R\$ 15.498,04	R\$ 1,52	R\$ 99,73
3.3	CUMEEIRA EM PERFIL ONDULADO DE ALUMÍNIO	0,01%	M	13,49	R\$ 31,23	R\$ 421,29	75220	R\$ 42,49	R\$ 378,80	R\$ 3,15	R\$ 28,08
TOTAL DA ETAPA		15,92%				R\$ 25.240,22		R\$ 2.953,14	R\$ 22.287,09	R\$ 21,88	R\$ 169,06
4 ALVENARIA/REVESTIMENTOS											
4.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 14X19X39CM (ESPESSURA 14CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	0,20%	M2	316,39	R\$ 44,28	R\$ 14.009,75	87479	R\$ 5.318,52	R\$ 8.691,23	R\$ 16,81	R\$ 27,47
4.2	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO.	0,40%	M2	632,78	R\$ 2,95	R\$ 1.866,70	87878	R\$ 778,32	R\$ 1.088,38	R\$ 1,23	R\$ 1,72

	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014										
4.3	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS), ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	0,40%	M2	632,78	R\$ 24,00	R\$ 15.186,72	87792	R\$ 7.163,07	R\$ 8.023,65	R\$ 11,32	R\$ 12,68
	TOTAL DA ETAPA	19,59%				R\$ 31.063,17		R\$ 13.259,90	R\$ 17.803,27	R\$ 29,36	R\$ 41,87
5	FORRO										
5.1	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXAÇÃO. AF_05/2017_P	0,04%	M2	70,54	R\$ 36,71	R\$ 2.589,52	96110	R\$ 738,55	R\$ 1.850,97	R\$ 10,47	R\$ 26,24
	TOTAL DA ETAPA	1,63%				R\$ 2.589,52		R\$ 738,55	R\$ 1.850,97	R\$ 10,47	R\$ 26,24
	TOTAL GERAL SEM BDI					R\$ 123.074,12		R\$ 36.712,07	R\$ 86.362,03	R\$ 199,23	R\$ 1.118,43
	BDI - 28,82%					R\$ 35.469,96		R\$ 10.580,42	R\$ 24.889,54	R\$ 57,42	R\$ 322,33
	TOTAL GERAL COM BDI					R\$ 158.544,08		R\$ 47.292,49	R\$ 111.251,57	R\$ 256,65	R\$ 1.440,76

PREÇO POR METRO QUADRADO R\$ 1100,39

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

As composições da planilha orçamentária de alvenaria convencional estão nos apêndices.

4.1 CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAMING X CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL

4.1.1 Custo

Ao fazer a comparação de custos das etapas construtivas abordadas pelo presente estudo, a construção baseada no *light steel frame* tem um custo final menor que o sistema convencional. O quadro 4 mostra os gastos em cada etapa promovidos com o estudo. Vale salientar que as instalações de telefonia, elétricas, hidráulicas, sanitárias, entre outras etapas construtivas não estão inclusas no estudo já que podem ser utilizados os mesmos materiais. Entretanto, para utilizar todo o potencial de racionalização do LSF é recomendável materiais desenvolvidos especificamente para o sistema construtivo, o que acarretaria em uma diminuição da diferença entre custos apontados no quadro a seguir.

Quadro 4 - Estudo comparativo de etapas entre a alvenaria convencional e o de Light Steel Frame

Descrição dos serviços	Convencional	Light Steel Frame
Infraestrutura	R\$ 7.862,64	R\$ 8.050,00
Superestrutura	R\$ 56.318,57	R\$ 67.900,73
Alvenaria/Revestimento das paredes externas	R\$ 31.063,17	R\$ 19.750,00
Revestimento das paredes internas	Incluso na alvenaria	R\$ 11.450,00
Forro	R\$ 2.589,52	R\$ 2.468,90
Cobertura	R\$ 25.240,22	R\$ 7.548,92
Total (R\$)	R\$ 123.074,12	R\$ 117.168,55

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Ao analisar a tabela acima percebe-se uma diferença grande no item cobertura entre os dois métodos construtivos. Isso se deve ao fato de que neste serviço para a construção em LSF só consta o valor das telhas termo acústicas, a estrutura do telhado está inclusa na superestrutura.

O *steel frame* engloba os perfis de aço e o fechamento em gesso acartonado no interior e placa cimentícia e OSB no exterior. Para essa obra custou R\$ 90.308,73, o que representa 59,83% do custo total. Já a obra realizada em alvenaria convencional tem os custos de alvenaria e de estrutura de concreto (em substituição ao steel frame) em R\$ 87.381,74, 55,11% do valor final da obra. O que encarece o steel frame nesse caso são os perfis de aço que saem por R\$ 59.108,73, 39,16% do custo total do sistema. Lembrando que todos esses valores incluem mão de obra. O BDI (Benefícios de Despesas Indiretas) também está incluso no valor final de cada sistema.

4.1.1.1 BDI

Segundo o IBEC (Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos) o BDI é um elemento orçamentário que auxilia o profissional responsável pelos orçamentos da Construção Civil a compor o preço de venda adequado levando em conta os custos indiretos, ou seja, os não relacionados a materiais, mão-de-obra, entre outros. O BDI ajuda as empresas a garantir um bom custo global e a cobrir as despesas da administração central, custos financeiros, impostos, garantias, seguros, tributos e a margem de incerteza.

Para o tipo de obra “Construção de Edifícios” enquadram-se: a construção e reforma de: edifícios, unidades habitacionais, escolas, hospitais, hotéis, restaurantes, armazéns e depósitos, edifícios para uso agropecuário, estações para trens e metropolitanos, estádios esportivos e quadras cobertas, instalações para embarque e desembarque de passageiros (em aeroportos, rodoviárias, portos, etc.), penitenciárias e presídios, a construção de edifícios industriais (fábricas, oficinas, galpões industriais, etc.), conforme classificação 4120-4 do CNAE 2.0. Também enquadram-se pátios, mirantes e outros edifícios de finalidade turística.

O quadro 5 mostra os valores de BDI calculados para a edificação em estudo.

Quadro 5 - Cálculo do BDI para utilização no custo final de cada sistema construtivo em estudo.

ITEM	DESCRIÇÃO	VALORES DE REFERÊNCIA - %			ADOTADO - %
		MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	
1	Administração Central	3,00	5,50	4,00	3,00
2	Lucro	6,16	8,96	7,40	6,16
3	Despesas Financeiras	0,59	1,39	1,23	0,59
4	Seguro e Garantia	0,80	1,00	0,80	0,80
5	Risco	0,97	1,27	1,27	0,97
6	TRIBUTOS				8,65
6.1	ISS (**) (***)	Conforme legislação específica			5,00
6.2	PIS	Conforme legislação específica			0,65
6.3	COFINS	Conforme legislação específica			3,00
7	BDI SEM DESONERAÇÃO	20,34	25,00	22,12	22,47
7.1	Desoneração	COM DESONERAÇÃO			4,50
7.2	BDI DA OBRA				28,82

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Os valores de BDI acima foram calculados com emprego da fórmula prevista no acórdão 2622/2013 - TCU - Plenário:

$$BDI = \frac{(1 + AC + S + R + G)(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)} - 1$$

Onde:

AC = taxa de rateio da Administração Central;

S = taxa de seguros;

R = taxa de risco e imprevistos;

G = garantias exigidas em edital;

DF = taxa das despesas financeiras;

L = taxa de lucro bruto;

I = taxa de tributos (PIS, CONFINS e ISS);

O quadro 6 exemplifica o custo final da obra para cada método construtivo incluindo o BDI.

Quadro 6 - Custo final de cada sistema construtivo com e sem BDI.

Tipos de sistemas de construção	Total sem BDI	BDI – 28,82%	Total geral com BDI
Convencional	R\$ 123.074,12	R\$ 35.469,96	R\$ 158.544,08
Light Steel Frame	R\$ 117.168,55	R\$ 33.767,98	R\$ 150.936,53

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

O BDI calculado para a composição do orçamento feito com base no SINAPI para a construção realizada pelo sistema convencional foi o mesmo usado no orçamento para a obra em *steel frame*, já que se trata de uma mesma residência só que construída em dois métodos diferentes.

4.1.1.2 Custo por m²

A residência têm dois pavimentos: o pavimento superior com duas suítes e uma varanda, e o pavimento inferior com a cozinha, copa, sala de estar, área de serviço, lavabo, garagem e um deck com dois banheiros totalizando 155,40m² de área construída. Os custos unitários (por m²) e totais, de ambos os sistemas, são representados no quadro 7.

Quadro 7 - Custos de construção totais e por m² para cada sistema.

Tipos de sistemas de construção	Custos por m² (em R\$)	Custo total (em R\$)
Convencional	R\$ 1.100,39	R\$ 158.544,08
Light Steel Frame	R\$ 971,28	R\$ 150.936,53

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Como pode se notar no quadro acima o sistema steel frame custou R\$ 7.607,55 mais barato que a alvenaria convencional. Dividindo pela área construída tem-se uma redução de R\$ 129,11 por m². Uma diferença de aproximadamente 11,73%.

4.1.2 Mão de obra

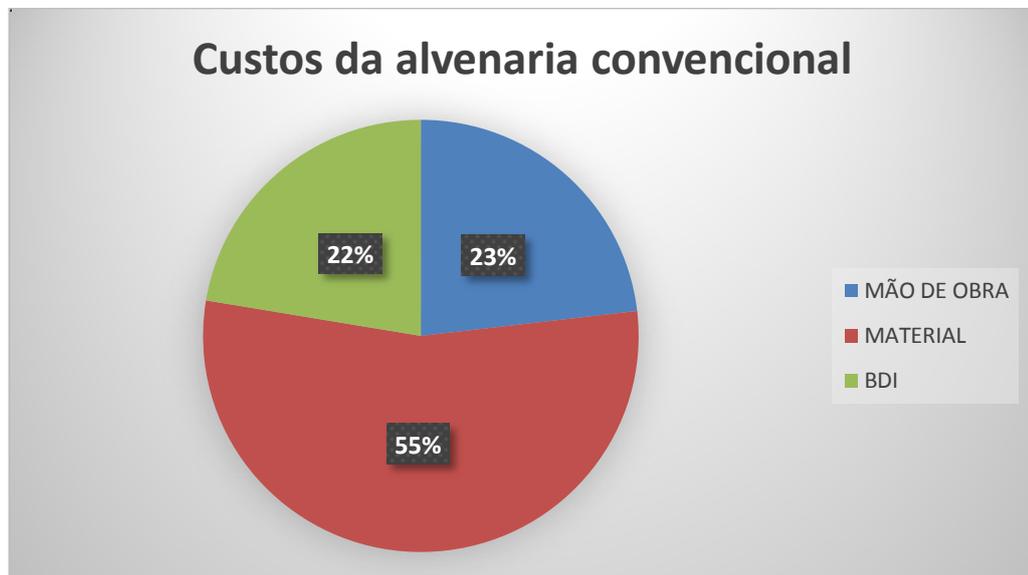
A residência construída pelo sistema convencional resultou como grande fatia do custo final a mão de obra. Para a residência em LSF a mão de obra representa a menor fatia do custo final como pode ser visto nas tabelas e gráficos abaixo.

Quadro 8 - Custos de mão de obra, material e BDI para o sistema de alvenaria convencional.

Mão de obra (R\$)	Material (R\$)	BDI
R\$ 36.712,07	R\$ 86.362,03	R\$ 35.247,14

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Figura 25 - Gráfico custos da alvenaria convencional



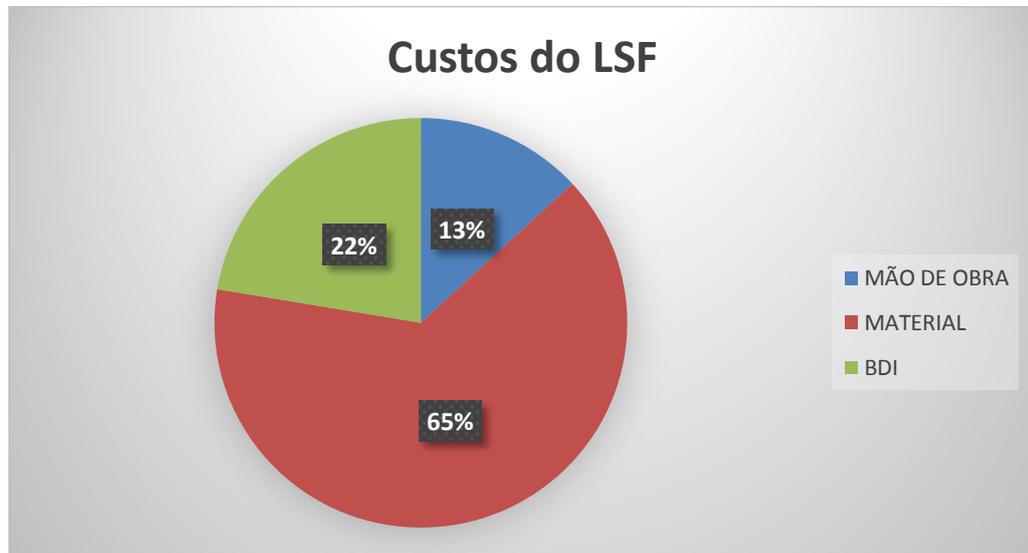
Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Quadro 9- Custos de mão de obra, material e BDI para o sistema LSF.

Mão de obra (R\$)	Material (R\$)	BDI
R\$ 20.567,00	R\$ 99.022,65	R\$ 34.465,74

Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

Figura 26 - Gráfico custos do LSF.



Fonte: Luana Lopes Cordeiro (2017).

A partir dos gráficos acima pôde observar que a porcentagem referente à mão de obra no sistema LSF é 10% menor que no sistema convencional.

Porém, é importante destacar que o sistema LSF requer utilização de mão de obra especializada com profissionais experientes. Em contra partida o rendimento dos mesmos é muito superior à média, o que se traduz em reduções drásticas no valor da mão de obra e a consequente diminuição do custo final.

5. CONCLUSÃO

Em razão dos dados sistematizados obtidos nessa pesquisa é possível concluir que a residência construída pelo método LSF apresentou uma diferença de custo de R\$ 7.607,55 mais barato que a alvenaria convencional.

A comparação entre métodos construtivos proposta por essa pesquisa constatou que em um sistema gasta-se mais com material e no outro com mão de obra. No sistema LSF o custo com material é R\$ 14.171,64 mais caro que o convencional, isso se deve ao fato de que a maioria dos materiais empregados no LSF vem de outros estados gerando um custo com frete. Já na alvenaria convencional o custo maior é com mão de obra, cerca de R\$ 21.779,17 a mais que no LSF.

Em Palmas-TO, por se tratar de um método de construção em desenvolvimento, o *steel frame* tem a possibilidade de ver seu custo ainda mais reduzido à medida que houver ampliação da concorrência e um incentivo à produção e fornecimento de materiais, frente o aumento da demanda por esta tecnologia.

Apesar de agregar qualidade, as construções com estrutura em aço são comercializadas por valores semelhantes e até inferiores as habitações tradicionais. Isto é possível devido a economia na utilização de mão de obra, a gestão eficiente dos profissionais envolvidos e a racionalização do uso dos materiais, evitando desperdícios. Todo esse arranjo administrativo da obra permite um menor tempo de construção, agregada na incorporação de tecnologia aos materiais que resulta numa economia de recursos permitindo que a exploração deste tipo de construção alcance valores finais competitivos, sem reduzir a qualidade esperada pelo mercado.

Para trabalhos futuros sugiro que seja estudada a etapa de pintura, ou seja, analisar se o quantitativo empregado de pintura no LSF é diferente da alvenaria convencional, tendo em vista que um é uma placa cimentícia e o outro é reboco se a produtividade da tinta em um material será melhor do que no outro. Outra sugestão que caberia um estudo é a elaboração de um BDI somente para obras em LSF considerando que esse método possui menos funcionários na obra, o que gera menos riscos, menos seguro e uma administração central menor.

Por fim de todo exposto dessa pesquisa, é possível aferir que o sistema LSF é viável e competitivo para a cidade de Palmas-TO, pois além de ter o seu custo mais baixo, se encaixa perfeitamente em qualquer clima.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.C.L.; RODRIGUES, E.H.V.; FREITAS, E.G.A. **Materiais de construção**. Editora Universidade Rural. v.1. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações. Rio de Janeiro, 2014.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - **SINAPI**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

CAIXA, Feirão da **Financiamento Caixa para construção**. Disponível em: <<http://www.feiraodacaixa2016.com.br/financiamento-caixa-para-construcao>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

CAPELETI, Denise. **O salto tecnológico da construção Civil**. Disponível em: <<http://www.congressosteelframe.com.br/pt-br/noticia/37/o-salto-tecnologico-da-construcao-civil>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco: Um Novo Olhar sobre a Engenharia de Custos**. São Paulo: Pini, 2009.

CENTROPLAC. **OSB home plus**. Disponível em: <<http://www.centroplac.com.br/produtos/detalhes/osb-home-plus>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

COMO INTEGRAR PROJETOS: **Revista Técnica 135**. São Paulo: Pini, 16 out. 2008.

FLASAN, Soluções Para Construção A Seco.. **Light Steel Framing**. Disponível em: <<http://www.flasan.com.br/steelframe.html>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FRAMING, O Blog do Sistema Light Steel. **Tudo sobre o sistema construtivo do futuro do Brasil**. Disponível em: <<http://lightsteelframe.eng.br/>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FUTURENG. **Portfólio Futureng - Revista digital da construção civil**. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/portfolio:futureng>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

INDUSTRIALIZAÇÃO DO CONCRETO: **Revista Técnica 137**. São Paulo: Pini, 16 out. 2008.

GESTÃO DE CARREIRA: **Revista Técnica 139**. São Paulo: Pini, 16 out. 2008.

GUIZELINI, Regislaine. **Construção industrializada: rapidez para eliminar o déficit habitacional**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/a/construcao-industrializada-rapidez-para-eliminar-o-deficit-habitacional_3356>. Acesso em: 05 abr. 2017.

MATEUS, R. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção.** 2004. 271 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, 2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

METÁLICA, Portal. **1º Encontro Regional de Construção a Seco - Light Steel Framing.** 2017. Disponível em: <http://www.metalica.com.br/pg_dinamica/bin/pg_dinamica.php?id_pag=88&id_jornal=6467&id_noticia=11242>. Acesso em: 13 abr. 2017.

NETO, J. L. S.; SEGATO I. G. (2009) **Caracterização da Geração, Destinação Final e do Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil no Município de Palmas – TO.** Faculdade Católica do Tocantins (FACTO).

PALMAS, Placo Center. **Steel Frame é tema de treinamento.** 2015. Disponível em: <<http://www.placocenterpalmas.com.br/steel-frame-e-tema-de-treinamento/>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencionais e o light steel framing.** 2013. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2013.

RODRIGUES, Francisco Carlos; CALDAS, Rodrigo Barreto. **Steel Framing Engenharia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Cbca, 2016.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Manual de Construção em Aço: Steel Framing: Arquitetura.** 2. ed. Rio de Janeiro: CBCA, 2012.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares.** In: CONSTRUMENTAL - CONGRESSO LATINO - AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2010, São Paulo. **Resumo.** São Paulo, 2010. p. 1-9.

SANTOS, Ana Paula Santana dos; SILVA, Nilmara Delfina da; OLIVEIRA, Vera Maria de. **Orçamento na construção civil como instrumento para participação em processo licitatório.** 2012. 123 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Centro Universitário Católica Salesiano Auxilium, Lins - Sp, 2012.

SISTEMA FIRJAN (Rio de Janeiro). **Construção Civil: Desafios 2020.** 2014. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/construcao-civil/desafios.htm>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SOUSA, Ana Meires Jorge de; MARTINS, Natália T. B. Soares. **Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO.** 2009. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins, Palmas, 2009.

TAVARES, Eduardo. **Os 10 maiores produtores de aço do mundo**. 2016. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/os-10-maiores-produtores-de-aco-do-mundo/>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

TOGNETTI, Giuliano. **Estimando custos de construção**. Disponível em: <<https://construa.wordpress.com/2011/03/19/estimando-custos-de-construcao/>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

TOLEDO, Fernando. **Steel Frame Place**. Disponível em: <<http://tdprojetos.blogspot.com.br/2013/04/residencial-palmas-atualcizacoes.html>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

_____. **LIFECENTER PALMAS-TO - COLOCAÇÃO DAS TESOURAS**. Disponível em: <<http://tdprojetos.blogspot.com.br/2013/04/lifecenter-palmas-to-colocacao-das.html>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

_____. **POSTO IPIRANGA ECOEFICIENTE CAMPEÃO - ESTRUTURA TERMINADA** Disponível em: <http://tdprojetos.blogspot.com.br/2013/04/posto-ipiranga-ecoeficiente-campeao_22.html>. Acesso em: 07 abr. 2017.

VELOX. **Steel Frame**. Disponível em: <<http://www.avelox.com.br/steelframe/#a>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

VIVAN, André Luíz; PELIARI, José Carlos; NOVAES, Celso Carlos. Vantagem produtiva do sistema light steel framing: Da construção enxuta à racionalização construtiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Arábicos., 2010, Canela - Rs. **Anais...**. São Carlos - Sp: Portal da Pesquisa, 2010. p. 1 - 10.

**APÊNDICE A – COMPOSIÇÕES REFERENTE À PLANILHA DA ALVENARIA
CONVENCIONAL**

**ANEXO A - PLANTAS DE FORMAS E PLANTAS DE LOCAÇÃO DO PROJETO
ESTRUTURAL EM CONCRETO ARMADO**

ANEXO B – PLANTAS DO PROJETO ARQUITETÔNICO