

Universidade Federal do Rio de Janeiro

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO MÉTODO
CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE
BAIXA RENDA

João Lopes Farias

2013

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO MÉTODO
CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE
BAIXA RENDA

João Lopes Farias

Projeto de graduação apresentado ao curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador

Professor Jorge dos Santos

Rio de Janeiro

Agosto/2013

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DO MÉTODO
CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAMING* NUMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DE
BAIXA RENDA

João Lopes Farias

**PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO
DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO CIVIL.**

Examinada por:

Professor Jorge dos Santos, D. Sc., Orientador

Professora Ana Catarina Evangelista, D. Sc.

Professora Isabeth Mello, M. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

AGOSTO de 2013

Farias, João Lopes

Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo *Light Steel Framing* numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda/ João Lopes Farias – Rio de Janeiro: UFRJ /Escola Politécnica, 2013.

x, 107 p.: il. color.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 102-107

1. *Light Steel Framing* 2. Casas Populares 3. Viabilidade 4. Orçamento 5. Custo I. Santos, Jorge dos II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil III. Título

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço à minha família (Roberto, Malu e Marta Farias) pelo infinito apoio durante esses anos de Escola Politécnica, pois sem eles eu não estaria na situação que estou hoje, e por isso espero algum dia poder retribuir o tanto que me foi dado por eles. Gostaria de agradecer também a todos meus amigos e pessoas queridas que me ajudaram e me apoiaram tanto, em especial a Frederico Mattos, Gabriel Vieira, Lucia Santoro e Hibrán Bertolini. Obrigado pela força que professores, como o Prof. Fernando Danziger, Profa. Elaine Vazquez e Prof. Jorge dos Santos, que me deram incentivo para sempre ir em busca do sucesso.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica / UFRJ como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Uso do Método Construtivo *Light Steel Framing* numa Residência Unifamiliar de Baixa Renda

João Lopes Farias

Agosto/2013

Orientador: Jorge dos Santos

Curso: Engenharia Civil

Este trabalho de conclusão de curso trata de uma análise comparativa de dois sistemas construtivos aplicados na construção de casas populares no Brasil. Um deles é a construção com estrutura em concreto armado e fechamentos em alvenaria de tijolos cerâmicos; o outro é o sistema construtivo em LSF, que vem sendo inserido aos poucos e ganhando espaço lentamente no Brasil. Após expor as características principais de cada sistema construtivo, procedeu-se a uma comparação, em que foram analisados aspectos técnicos e econômicos de ambos os sistemas, de maneira a comparar a viabilidade do LSF frente ao sistema tradicional mais utilizado no Brasil.

Palavras-chave: *Light steel framing*; Casas populares; Viabilidade; Orçamento; Custo.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Technical and Economic Feasibility Study of the Use of the Steel Framing Constructing Method for a Single Family Low Income Residence

João Lopes Farias

August/2013

Advisor: Jorge dos Santos

Course: Civil Engineering

This course conclusion work is a comparative analysis of two building systems applied to building popular housing in Brazil. One is the construction with concrete and steel bars structure and closings on brickwork with ceramic bricks; the other is the construction system in light steel framing (LSF), which has been inserted gradually and are slowly gaining ground in Brazil. After an explanation of each building system there is a technical and economic explanation about aspects of both systems in order to compare the feasibility of LSF compared to traditional system most used in Brazil.

Keywords: Light Steel Framing; Popular Houses; Feasibility; Budget; Cost.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Especificação para Casas Térreas	6
Tabela 2: Especificação para Apartamentos	6
Tabela 3: Quadro do Déficit Habitacional Brasileiro	8
Tabela 4: Resistência à Compressão e Absorção de Blocos de Concreto.	28
Tabela 5: Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações.....	39
Tabela 6: Tabela Preço Base Unitário	62
Tabela 7: Custos Diretos e Indiretos.....	63
Tabela 8: Fórmula do VPL	75
Tabela 9: Fórmula para TIR.....	77
Tabela 10: Fórmula para <i>Payback</i>	79
Tabela 11: Fórmula de Taxa de Rentabilidade	82
Tabela 12: Fórmula de Índice de Lucratividade	83
Tabela 13: Planilha de Orçamento para Empreendimento Sistema Convencional.....	90
Tabela 14: Cronograma Empreendimento Sistema Convencional	91
Tabela 15: Planilha de Orçamento para Empreendimento Sistema LSF.....	95
Tabela 16: Cronograma Empreendimento Sistema LSF	96
Tabela 17: Tabela Resumo do Estudo de Caso.....	100

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Curva de agregação de recurso não cumulativa	68
Gráfico 2: Curva de agregação de recurso cumulativa.	68
Gráfico 3: Fluxo de Caixa Empreendimento em Sistema Convencional	91
Gráfico 4: Fluxo de Caixa Empreendimento em Sistema LSF.....	97

Lista de Figuras

Figura 1: Casas Populares em Steel Frame.....	11
Figura 2: Construção Parede de Concreto com Fôrma de Alumínio	12
Figura 3: Forma para Radier com Armação	15
Figura 4: Esquema de encaixe de marco com alvenaria	20
Figura 5: Esquema de instalação de esquadria	21
Figura 6: Esquema de estrutura de cobertura em madeira.....	22
Figura 7: Marcação da Primeira Fiada em Alvenaria Estrutural	30
Figura 8: Esquema Construtivo LSF.....	34
Figura 9: Seções usuais de perfis para LSF.	35
Figura 10: Fundação em Sapata Corrida.....	37
Figura 11: Parabolt.....	38
Figura 12: Parafuso Cabeça Lentilha e Ponta Broca	40
Figura 13: Verga em LSF.	41
Figura 14: Estrutura de Laje em LSF.....	43
Figura 15: Esquema de Laje Seca em LSF.....	44
Figura 16: Aplicação Lã de Vidro	45
Figura 17: Aplicação de Placas OSB	47
Figura 18: Fechamento em Placas de Gesso Acartonado	48
Figura 19: Aplicação de Placas Cimentícias.....	50
Figura 20: Furo para Passagem de Tubulação de Água Fria em LSF.	51
Figura 21: Estrutura de Cobertura em LSF para Edificação Convencional.....	52

Figura 22: Fluxograma das etapas de elaboração de orçamento convencional	58
Figura 23: Fluxograma da metodologia do orçamento operacional	66
Figura 24: Cronograma de Obra	69
Figura 25: Localização dos Empreendimentos do Estudo de Caso	85
Figura 26: Casas Populares referidas no Estudo de Caso no Sistema Convencional	86
Figura 27: Casas Populares referidas no Estudo de Caso no Sistema LSF	92

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BDI: Bonificação de Despesas Indiretas.

LSF: *Light Steel Framing*.

NBR: Norma Brasileira.

OSB: *Oriented Strand Board*.

PMCMV: Programa Minha Casa Minha Vida.

TIR: Taxa Interna de Retorno.

VPL: Valor Presente Líquido.

Sumário

1. Introdução	1
1.1. Considerações Iniciais	1
1.2. Justificativa da Escolha do Tema.....	2
1.3. Objetivo.....	2
1.4. Metodologia Aplicada.....	2
1.5. Estruturação do Trabalho	3
2. Construção Unifamiliar de Baixa Renda	4
2.1. Habitação Popular no Brasil	4
2.2. Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).....	5
2.3. Déficit Habitacional Brasileiro	8
2.4. Inovações Tecnológicas para Solucionar o Déficit Habitacional Brasileiro	9
3. Construção de Baixa Renda (Métodos mais Utilizados no Brasil).....	13
3.1. Apresentação.....	13
3.2. Sistema Convencional (Concreto Armado)	13
3.2.1. Método Executivo.....	14
3.2.1.1. Fundação	14
3.2.1.2. Alvenaria.....	15
3.2.1.3. Revestimento.....	17

3.2.1.3.1. Forro.....	17
3.2.1.3.2. Revestimento de Paredes	17
3.2.1.3.3. Revestimento de Pisos	18
3.2.1.4. Esquadrias	19
3.2.1.5. Cobertura.....	21
3.2.1.6. Instalações Elétricas.....	22
3.2.1.7. Instalações Hidrosanitárias	23
3.2.1.8. Pintura	24
3.2.2. Vantagens e Desvantagens.....	24
3.2.3. Considerações no Custo do Sistema Convencional	26
3.3. Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural.....	26
3.3.1. Componentes da Alvenaria Estrutural	27
3.3.1.1 Blocos	27
3.3.1.2. Argamassa.....	28
3.3.1.3. Graute.....	29
3.3.1.4. Armadura	29
3.3.2. Elevação da Alvenaria	30
3.3.3. Vantagens e Desvantagens.....	31
3.3.4. Considerações no Custo do Sistema de Alvenaria Estrutural.....	32
4. Construção pelo Método Light Steel Framing.....	33

4.1. Apresentação.....	33
4.2. Fundação.....	35
4.3. Estrutura.....	38
4.3.1. Estrutura Vertical.....	38
4.3.1.1. Painéis Autoportantes.....	38
4.3.1.2. Painéis Não Estruturais.....	41
4.3.2. Estrutura Horizontal.....	42
4.3.3. Escadas.....	44
4.4. Fechamentos e Revestimentos.....	45
4.4.1. Isolamento.....	45
4.4.2. Fechamentos.....	46
4.4.2.1. Placa OSB (<i>Oriented Strand Board</i>).....	46
4.4.2.2. Gesso Acartonado.....	47
4.4.2.3. Placa Cimentícia.....	48
4.4.3. Revestimento.....	50
4.5. Instalações Hidrosanitárias.....	51
4.6. Cobertura.....	52
4.7. Vantagens e Desvantagens do LSF.....	53
4.7.1. Vantagens.....	53
4.7.2. Desvantagens.....	54

4.8. Considerações no Custo no LSF.....	55
5. Metodologia para Estudo de Caso	56
5.1. Orçamento.....	56
5.1.1. Definição.....	56
5.1.2. Orçamento Convencional.....	57
5.1.2.1. Estudo das Condicionantes	59
5.1.2.2. Composição de Custos.....	60
5.1.2.3. Fechamento do Orçamento	64
5.1.3. Orçamento Operacional	64
5.1.4. Curva de Agregação de Recursos (Curva “S”).....	67
5.1.5. Cronograma.....	68
5.1.6. Escolha dos Métodos para Aplicar na Pesquisa.....	69
5.2. Viabilidade.....	71
5.2.1. Objetivos do Estudo de Viabilidade	71
5.2.2. No que Consiste o Estudo de Viabilidade.....	71
5.2.3. Métodos de Análise de Viabilidade	72
5.2.3.1. Custos e Despesas	72
5.2.3.2. Custo de Capital.....	73
5.2.3.3. Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	74
5.2.3.4. Método do Valor Presente Líquido (VPL).....	74

5.2.3.5. Taxa Interna de Retorno (TIR)	76
5.2.3.6. Período de Payback.....	79
5.2.3.7. Fluxo de Caixa	80
5.2.3.8. Índice de Lucratividade e Rentabilidade de Projeto	82
5.2.4. Viabilidade Econômica.....	83
5.2.5. Métodos Sugeridos para o Estudo de caso.....	83
6. Estudo de Caso.....	84
6.1. Descrição.....	84
6.2. Viabilidade Econômica no Sistema Convencional	86
6.2.1. Especificação	86
6.2.2. Orçamento, Cronograma, Fluxo de Caixa, TIR e VPL para Casas Convencionais....	88
6.3. Viabilidade Econômica no Sistema LSF	92
6.3.1. Especificação	92
6.3.2. Orçamento, Cronograma, Fluxo de Caixa, TIR e VPL para Casas em LSF.....	94
6.4. Comparação	97
7. Considerações Finais	100
8. Referências Bibliográficas	102

1. Introdução

1.1. Considerações Iniciais

Tendo em mente que a construção civil está sempre em busca de sistemas cada vez mais industrializados e com menos perdas e mais recentemente com o objetivo de se encontrar meios de proteger o meio ambiente, o *Light Steel Framing* surge como uma boa solução. Este sistema construtivo é muito utilizado e difundido em países desenvolvidos como os Estados Unidos e o Japão, no caso do Brasil, ainda não se tem uma utilização tão ampla assim. Dentre as características deste método construtivo, pode-se ressaltar a velocidade da construção, diminuição de perdas com economia de material, e a preservação do meio ambiente através de uma construção parcialmente ou totalmente a seco.

O método construtivo basicamente utiliza perfis de aço galvanizado forjados a frio juntamente com componentes industrializados presentes na construção civil como painéis e placas. Uma das grandes vantagens é que a estrutura é composta por um grande número de elementos fazendo com que os esforços sejam melhor distribuídos pelos elementos que por sua vez são resistentes e leves. Além disso, como sua estrutura é leve, isso permite o alívio da transmissão de carga para o solo.

A construção civil no Brasil ainda é caracterizada pela utilização de técnicas muito artesanais e com grandes desperdícios. Apesar do Brasil ser um dos maiores produtores de aço do mundo, o sistema LSF não é tão difundido no país como poderia ser tendo em vista a facilidade de matéria prima.

1.2. Justificativa da Escolha do Tema

Visando complementar a graduação, foi escolhido um tema que tivesse correlação com a realidade brasileira sobre a construção civil marcada por grandes desperdícios e retrabalhos, e com a realidade habitacional brasileira. Com o objetivo de solucionar o problema do déficit habitacional no Brasil, algumas técnicas construtivas alternativas podem oferecer uma boa solução. Nesse âmbito, o LSF pode ser uma saída viável e lucrativa, e assim, nesse estudo será apresentado a comparação entre o sistema construtivo convencional e o LSF nas questões de viabilidade técnica e econômica.

1.3. Objetivo

O objetivo do estudo feito é mostrar se o processo construtivo em LSF é viável ou não comparado com o convencional. Além da viabilidade econômica, é importante caracterizar a viabilidade técnica expondo o método e detalhando seus componentes desde a fase de projeto até os custos incorridos na sua construção de uma casa unifamiliar de baixa renda, como está representado neste trabalho.

1.4. Metodologia Aplicada

Para elaboração do trabalho, foram realizadas pesquisas em livros, normas, manuais técnicos, apostilas, sites de internet de fornecedores e grandes empresas que atuam na construção civil. O estudo de caso foi elaborado a partir de dados da empresa JRM Empreendimentos Imobiliários Ltda na construção de casas populares no ano de 2009 que foram feitos por mim e o engenheiro Roberto Farias.

1.5. Estruturação do Trabalho

Neste trabalho, o LSF foi o grande foco, dando ênfase na parte de viabilidade técnica e econômica comparando com o sistema convencional da construção no Brasil em concreto armado.

Narrando os capítulos em síntese se pode ter uma apresentação melhor do trabalho:

Capítulo 2 - Construção Unifamiliar de Baixa Renda: contextualização caracterizando o que é uma construção unifamiliar de baixa renda no Brasil e o que é o déficit habitacional brasileiro e a necessidade de oferecer alternativas viáveis que vão ao encontro deste déficit para minimizá-lo em termos de custo e também em termos de qualidade.

Capítulo 3 – Construção de Baixa Renda (Métodos mais Utilizados no Brasil): descrição da construção de baixa renda pelos métodos convencional em concreto armado e em alvenaria estrutural, levantando dados relativos ao custo da construção.

Capítulo 4 – Construção pelo Método *Light Steel Framing*: caracterização do método abordando vantagens e desvantagens, e custos.

Capítulo 5 – Metodologia para Estudo de Caso: abordagem da metodologia utilizada para estudo de caso, orçamento e viabilidade, apontando seus métodos, indicadores e uma análise e interpretação dos dados para cada indicador.

Capítulo 6 – Estudo de Caso: caracterização da obra em LSF e do método convencional, apresentando dados comparativos de produtividade, custos, técnicas e de qualidade.

Capítulo 7 – Considerações Finais: conclusão abordando o que se extraiu do trabalho, e sugestões para trabalhos futuros.

2. Construção Unifamiliar de Baixa Renda

2.1. Habitação Popular no Brasil

Segundo Abiko (2004), o conceito de habitação engloba: unidade habitacional; serviços urbanos (saneamento, distribuição de energia elétrica, entre outros); infra-estrutura urbana (redes físicas de tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, rede de drenagem, rede de comunicação, sistema viário, entre outros) e equipamentos sociais (escolas, hospitais, entre outros). Segundo o mesmo autor, habitação popular, nada mais é uma moradia voltada para a população de baixa renda.

Pode-se classificar habitação popular das seguintes maneiras: favelas, cortiços, casas precárias de periferia e habitações adequadas de padrão popular. Desses tipos de habitações popular, somente a última se enquadra no que o Habitat, Agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, classifica como habitação adequada (VERONEZI; LIMA JUNIOR, 2007).

De acordo com Veronezi e Lima Junior (2007), além da denominação usual de habitação popular, podem haver outras formas com o mesmo significado de habitação adequada de padrão popular, como: habitação de interesse social, habitação social e habitação para população de baixa renda.

O termo popular e baixa renda induz a necessidade de se definir uma renda das famílias ou indivíduos situados nesta faixa de atendimento social. Segundo Cardoso (1999), o Poder Público adota em alguns de seus programas de incentivo para este segmento habitacional o valor de até cinco salários mínimos mensais como renda média mensal familiar, definindo o público alvo para habitação popular no Brasil.

O programa de incentivo público para habitação popular que será mencionado no estudo é o Programa Minha Casa Minha Vida.

2.2. Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)

O PMCMV é um programa do Governo Federal, gerido pelo Ministério das Cidades e operacionalizado pela Caixa Econômica Federal, que consiste na aquisição de terrenos e construção ou requalificação de imóveis contratados como empreendimentos habitacionais em regime loteamentos constituídos por casas ou apartamentos, ou condomínios que após sua conclusão, são alienados às famílias que possuem renda familiar mensal de até R\$ 1.600,00, para uma classificação de empreendimento, ou até uma renda de R\$ 5.000,00 para outra classificação de empreendimento (CAIXA, 2013).

Este programa foi lançado em 2009 e tem como objetivo principal a redução do déficit habitacional brasileiro que para o ano de 2008 foi estimado em 5.546 milhões de domicílios (FJP, 2008). Como este objetivo principal, outra finalidade embutida é incluída: atender as necessidades da habitação popular nas áreas urbanas, onde há maior concentração do déficit habitacional justamente pelo maior número de habitantes, garantindo o acesso dessa massa à moradia de qualidade com requisitos necessários de segurança, habitabilidade e sustentabilidade. O programa habilita a concessão de financiamentos a usuários organizados de forma associativa por uma entidade organizadora (construtora, por exemplo) com recursos federais (CARTILHA DO PROGRAMA MCMV, 2009).

Para obter o financiamento da Caixa Econômica Federal, o empreendimento deve seguir em projeto a NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, que estabelece, como o nome já diz, os requisitos mínimos para o desempenho obrigatório e necessário dos sistemas de

edificação habitacional ao longo de sua vida útil. Este é um dos principais programas do governo federal com parceria dos estados e municípios, geridos pelo Ministério das Cidades e operacionalizados pela Caixa Econômica Federal (CAIXA, 2013).

Algumas especificações dos empreendimentos para obter o financiamento estão abaixo:

Tabela 1: Especificação para Casas Térreas – Fonte: Cartilha PMCMV, 2009

Especificação para Casa Térrea

- a) Compartimentos: sala, cozinha, banheiro, dois dormitórios, área externa com tanque;
- b) Área da unidade: 35 m² / Área interna: 32 m²;
- c) Piso: cerâmico na cozinha e banheiro, cimentado no restante;
- d) Revestimento de alvenarias: azulejo 1,50 m nas paredes hidráulicas e box;
- e) Reboco interno e externo com pintura PVA no restante;
- f) Forro: laje de concreto ou forro de madeira ou PVC;
- g) Cobertura: telha cerâmica;
- h) Esquadrias: janelas de ferro ou alumínio e portas de madeira;
- i) Dimensões dos compartimentos: compatível com mobiliário mínimo;
- j) Pé-direito: 2,20m na cozinha e banheiro, 2,50m no restante;
- k) Instalações hidráulicas: número de pontos definido, medição independente;
- l) Instalações elétricas: número de pontos definido, especificação mínima de materiais;
- m) Aquecimento solar/térmico: instalação de kit completo.

Tabela 2: Especificação para Apartamentos – Fonte: Cartilha PMCMV, 2009

Especificação para Apartamento

- a) Compartimentos: sala, um dormitório para casal e um dormitório para duas pessoas, cozinha, área de serviço e banheiro;
- b) Área interna útil: 39,00 m²;
- c) Piso: Cerâmica em toda a unidade, com rodapé, e desnível máximo de 15 mm. Cerâmica no hall e nas áreas de circulação internas. Cimentado alisado nas escadas;
- d) Cobertura: Sobre laje, em telha cerâmica ou de fibrocimento (espessura mínima de 5 mm), com estrutura de madeira ou metálica. Admite-se laje inclinada desde que coberta com telhas;
- e) Esquadrias: Portas internas em madeira. Admite-se porta metálica no acesso à unidade. Batente em aço ou madeira desde que possibilite a inversão do sentido de abertura das portas. Vão livre de 0,80 m x 2,10 m em todas as portas. Previsão de área de aproximação para abertura das portas (0,60 m interno e 0,30 m externo), maçanetas de alavanca a 1,00 m do piso;
- f) Dimensões dos cômodos: Espaço livre de obstáculos em frente às portas de no mínimo 1,20 m. Deve ser possível inscrever, em todos os cômodos, o módulo de manobra sem deslocamento para rotação de 180° definido pela NBR 9050 (1,20 m x 1,50 m), livre de obstáculos.

2.3. Déficit Habitacional Brasileiro

De acordo com a FJP (2009), o conceito de déficit habitacional está vinculado ao fato de haver deficiência do estoque de moradias. Sendo que moradias sem condições de serem habitadas, devido à edificações mal executadas ou que não respeitem os requisitos mínimos para habitação, não podem fazer parte deste estoque de moradias. Com isto, há necessidade de incremento de estoque, ou seja, deve-se construir mais habitações para diminuir este déficit. Neste contexto, déficit habitacional pode ser compreendido como “déficit por reposição do estoque” e “déficit por incremento de estoque”

Segundo o IBGE, o déficit habitacional no Brasil oscilou ao longo dos anos. Observando a tabela 3, vê-se a tendência de diminuição do ritmo de crescimento do déficit habitacional, mas junto com isto vem o crescimento do problema nas áreas urbanas e decréscimo nas áreas rurais. Além de isto, há também uma queda contínua dos indicadores relativos urbanos, e é mais evidente nas áreas rurais.

Tabela 3: Quadro do Déficit Habitacional Brasileiro – Fonte: IBGE

ANO	Déficit habitacional		
	Total	Urbana	Rural
2000	7.222.645	5.469.851	1.752.794
2004	7.804.619	6.340.292	1.464.327
2005	7.902.699	6.414.143	1.488.556
2006	7.934.719	6.543.469	1.391.250
2007	6.272.645	5.179.763	1.092.882
2008	5.500.000		
2009	5.800.000		

Para Caixa (2012), a definição mais comum de déficit habitacional é a que releva a falta de moradias para as pessoas ou famílias que necessitam de habitação. Pode-se adotar esta ideia em discussões superficiais do tema, mas é insuficiente se for usada para elaboração de indicadores para subsidiar políticas habitacionais.

Na definição do Dicionário Aurélio (Aurélio,1986) “déficit” é: “O que falta para completar uma conta, um orçamento, uma provisão, etc.” e “demanda” é: “a ação de demandar”, e “demandar” é: “ter necessidade de; precisar de; necessitar”.

O déficit habitacional, pela origem da palavra, é a falta física da unidade habitacional (casa, apartamento, etc.) no estoque de habitações de mercado. A demanda habitacional é a necessidade, por parte de uma população, do “bem habitação”, considerando as características intrínsecas e extrínsecas do imóvel, além das características socioeconômicas da população (CAIXA, 2012).

O tema déficit habitacional brasileiro foi motivo e assunto de diversas publicações ao longo dos últimos anos. Porém foram desenvolvidos mais trabalhos conceituais e qualitativos do que quantitativos. Mesmo entre os estudos conceituais há inúmeras definições de “demanda” e principalmente de “déficit habitacional” (CAIXA, 2012).

2.4. Inovações Tecnológicas para Solucionar o Déficit Habitacional Brasileiro

Com a norma NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, novas soluções inovadoras podem ser ratificadas na construção de habitação popular, se atenderem a todos os requisitos apresentados pela norma e se sua realização for viável. O grande objetivo da norma é

solucionar o déficit habitacional brasileiro cumprindo com todos os requisitos para eliminar problemas patológicos.

Com a finalidade de reduzir e solucionar o déficit habitacional brasileiro, foram introduzidas soluções inovadoras no mercado, porém nem todas atendem os requisitos mínimos desejáveis para uma habitação popular de qualidade.

A construção industrializada é uma das soluções possíveis a se recorrer para diminuir o déficit habitacional no país, pois oferece uma vantagem em relação a velocidade de execução e garante uma melhor qualidade por ser industrializada. Uma destas alternativas que se destacam é o método do steel frame. É uma boa opção para construir com velocidade edificações de qualquer padrão, sendo possível a aprovação para o financiamento pelo PMCMV, se apresentar todos os pontos da norma forem atendidos (PORTAL ARQUITETURA ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, 2012).

Para especialistas da Habitat, Agência das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, o PMCMV visa solucionar o problema de déficit habitacional brasileiro adequadamente. Dessa maneira, o steel frame (construção com perfis de aço galvanizados dobrados a frio) pode trazer vantagens importantes como sua rapidez de montagem (facilidade em cumprir prazos visando a qualidade), maior possibilidade de controle de qualidade, a geração de resíduos é controlada por ser um método quase que totalmente industrializado (questão sustentável), garante maior vida útil com menos perdas se comparada com o método convencional.

Figura 1: Casas Populares em Steel Frame – Fonte: <http://fotos.habitissimo.com.br/>



Outro método construtivo alternativo, muito utilizado na Europa, é o wood frame. São construções em madeira tratadas contra cupins e a umidade estruturada por perfis de madeira com vedação também em madeira por meio de placas OSB. É uma excelente técnica para combater o déficit habitacional por oferecer rapidez na construção, durabilidade, estabilidade térmica, ecológico, boa estética, sustentável e bom isolamento acústico (WEBSITE LP BRASIL, 2013).

O wood frame e o steel frame são umas das técnicas que podem ser utilizadas para a resolução do problema habitacional brasileiro. Algumas outras como casas de plástico, paredes de concreto com fôrmas de alumínio, entre outros, também podem ser utilizadas se oferecerem condições superiores aos requisitos da norma referida (WEBSITE REVISTA TECHNE, 2013).

Figura 2: Construção Parede de Concreto com Fôrma de Alumínio – Fonte: <http://www.revistatechne.com.br>



3. Construção de Baixa Renda (Métodos mais Utilizados no Brasil)

3.1. Apresentação

Para a construção habitacional de baixa renda, os métodos mais utilizados no país são em estrutura de concreto armado e com vedações em alvenaria de blocos cerâmicos ou de cimento não estruturais, e em alvenaria estrutural com blocos estruturais, geralmente, de cimento. Todo método executivo é feito no próprio canteiro de obras, mediante emprego de ferramentas empíricas, simples e com grande emprego de contingente de mão de obra pouco qualificada, caracterizando uma construção pouco industrializada e muito artesanal.

3.2. Sistema Convencional (Concreto Armado)

Não se sabe exatamente quando a técnica de concreto armado começou no Brasil, são poucas informações sobre obras, são imprecisas, portanto, não há como datar o início de seu emprego no Brasil. Porém, se sabe que por volta de 1904 se empregou o concreto armado como método construtivos em habitações em Copacabana, Rio de Janeiro (VASCONCELOS, 1992).

Segundo Araujo, Freitas e Rodrigues (2006), O concreto armado é uma associação de concreto e aço que tem por finalidade aproveitar vantajosamente as qualidades desses dois materiais.

O concreto oferece grande resistência aos esforços de compressão e muito pouca aos esforços de tração. O aço, em compensação, apresenta muito boa resistência a ambos os esforços. A união do aço com o concreto visa, portanto, a suprir as deficiências do concreto em relação aos esforços de tração, reforçando a sua

resistência à compressão. Além disso, o aço, absorve os esforços de cisalhamento ou cortantes que atuam nos elementos de concreto. (ARAUJO; FREITAS; RODRIGUES, 2006, p. 1)

3.2.1. Método Executivo

Existem muitas maneiras e tipos diferentes de métodos executivos para concreto armado. Para efeito do estudo deste trabalho, o método executivo descrito será o utilizado no estudo de caso, explicitando como se dá a execução deste tipo de método construtivo aplicado a construção de baixa renda no Brasil e atendendo aos requisitos das normas brasileiras.

3.2.1.1. Fundação

Segundo Castro (2005), a escolha do tipo de fundação a ser utilizada em uma construção depende dos parâmetros do solo, nível do lençol freático, resistência, topografia, profundidade até a camada resistente, entre outros.

Para o caso de construção de baixa renda (popular) de um pavimento, como é o caso do estudo proposto para este trabalho, as opções mais utilizadas são radier ou baldrame, que são fundações diretas.

A fundação em baldrame apresenta uma distribuição de carga para o terreno tipicamente linear, por exemplo, uma parede que se apoia no baldrame, sendo este o elemento que transmite a carga para o solo ao longo de todo o seu comprimento. Um baldrame pode ser construído de pedra, tijolos maciços, concreto simples ou de concreto armado. Quando o baldrame é construído de concreto armado ele recebe o nome de sapata corrida (ARAUJO; FREITAS; RODRIGUES, 2006).

Para Araujo, Freitas e Rodrigues (2006), o radier é um tipo de fundação direta que se aplica como uma laje contínua de concreto armado ou protendido ocupando toda a superfície da construção transmitindo as cargas dos pilares para o terreno. Sua utilização se dá quando o solo tem baixa capacidade de carga, quando se deseja uniformizar os recalques, sapatas são muito próximas uma das outras ou quando a área destas for maior que a metade da área de construção.

Figura 3: Forma para Radier com Armação – Fonte: <http://fotos.habitissimo.com.br>



3.2.1.2. Alvenaria

Para Moliterno (1995), as alvenarias podem ser classificadas em estruturais ou portantes e não estruturais ou de vedação. As alvenarias de vedação e divisórias são as paredes de fechamento sem

valor estrutural. Elas são utilizadas para construções em concreto armado, normalmente com tijolos cerâmicos. Para alvenarias estruturais são utilizados normalmente blocos de concreto ou cerâmicos ou tijolos cerâmicos maciços.

Após um dia de secagem da impermeabilização da fundação, sua execução consiste em locar a primeira fiada, e depois prosseguir sua elevação respeitando o nível e mantendo o prumo sendo os tijolos assentados de meia vez por argamassa (cimento, cal, areia e água). A argamassa para assentamento pode incluir aditivos plastificantes no lugar do cal para melhorar sua trabalhabilidade e torna-las menos permeáveis. A espessura da argamassa entre os tijolos é prevista em 1,50 cm. O contato estrutura (BORGES; MONTEFUSO, 1998).

Para as aberturas de vãos de esquadrias em alvenarias deve-se utilizar vergas e contravergas para a melhor distribuição de cargas e evitar o colapso localizado nessas aberturas. As vergas e contravergas são elementos estruturais, normalmente em concreto armado, que funcionam como vigas biapoiadas. As vergas são utilizadas na parte superior de portas e janelas, e as contravergas são utilizadas na parte inferior de janelas (OLIVEIRA, 2012).

Para Azevedo (2004), é necessário deixar um espaço entre a última fiada de tijolos e a viga. Esse espaço, com 20 cm aproximadamente, deve ser preenchido com tijolos maciços assentados inclinados, chamando-se a esse procedimento “aperto de parede”. Sua função é comprimir a alvenaria levantada contra a estrutura de concreto, de modo a evitar o surgimento de trinca de retração na alvenaria. É preciso esperar cerca de sete dias de cura da argamassa, para então realizar o “aperto da alvenaria”.

3.2.1.3. Revestimento

Existem tipos variados de revestimentos que se utilizam em construções, como: gesso, pintura, textura, pedras, cerâmicas, entre outros. O mais relevante quando se fala de revestimento, é o local onde ele será aplicado, levando em conta se será ao tempo, se terá contato com umidade, em áreas molhadas, ou se será em área seca (OLIVEIRA, 2012).

3.2.1.3.1. Forro

O forro de uma construção não é apenas um revestimento. Ele pode definir a concepção do cômodo ou ambiente em que ele é utilizado de forma a prover sensação de conforto e compor bem arquitetonicamente o ambiente. Assim, se opta pelo tipo de forro mais adequado, objetivando um bom “encaixe” com a funcionalidade e conforto da construção, levando em conta se a iluminação será embutida nele ou não, se sua utilização melhora o conforto termoacústico. Os mais utilizados na construção brasileira são: gesso, revestimento em PVC, madeira (AZEVEDO, 2004).

A denominação hoje em dia, e principalmente no ambiente ou meio leigo. Em algumas partes do país é adotada a terminologia “teto”, enquanto em outras adota-se “forro”. Entretanto o novo dicionário da língua portuguesa do Aurélio Buarque de Holanda Ferreira diz: Forro: “tábuas com que se reveste interiormente “teto” de casas” - Teto: “a face superior interna de uma casa ou um aposento”. Azevedo (2004, p.119).

3.2.1.3.2. Revestimento de Paredes

O revestimento de paredes para construção de baixa renda pode ser feita por argamassa e depois pintura, ou por placas cerâmicas, etc.

Para Azevedo (2004), as argamassas são divididas seguindo sua função, sendo elas: argamassas de aderência (chapisco), argamassa de regularização (emboço) e argamassa de acabamento (reboco). O chapisco tem a finalidade de proporcionar condições de aspereza nas superfícies muito lisas ou sem poros, como no caso de peças estruturais em concreto. Utiliza-se o chapisco para criar aderência e rugosidade e aspereza necessária que se possa receber outras camadas de argamassa. A argamassa de regularização, segundo o mesmo autor, tem a função de regularizar a superfície tirando as irregularidades aparentes dos tijolos e protege-la contra infiltração se estiver em contato com umidade. Usualmente, o reboco e emboço são lançados como uma camada só, o emboço paulista, referido popularmente como emboço. Portanto, o emboço paulista serve também como camada de acabamento para receber pintura ou revestimento cerâmico. Para a aplicação de revestimento cerâmico, se utiliza uma argamassa colante após a aplicação do emboço paulista. Logo em seguida do assentamento da cerâmica, utiliza-se o rejunte para dar o acabamento entre suas peças.

3.2.1.3.3. Revestimento de Pisos

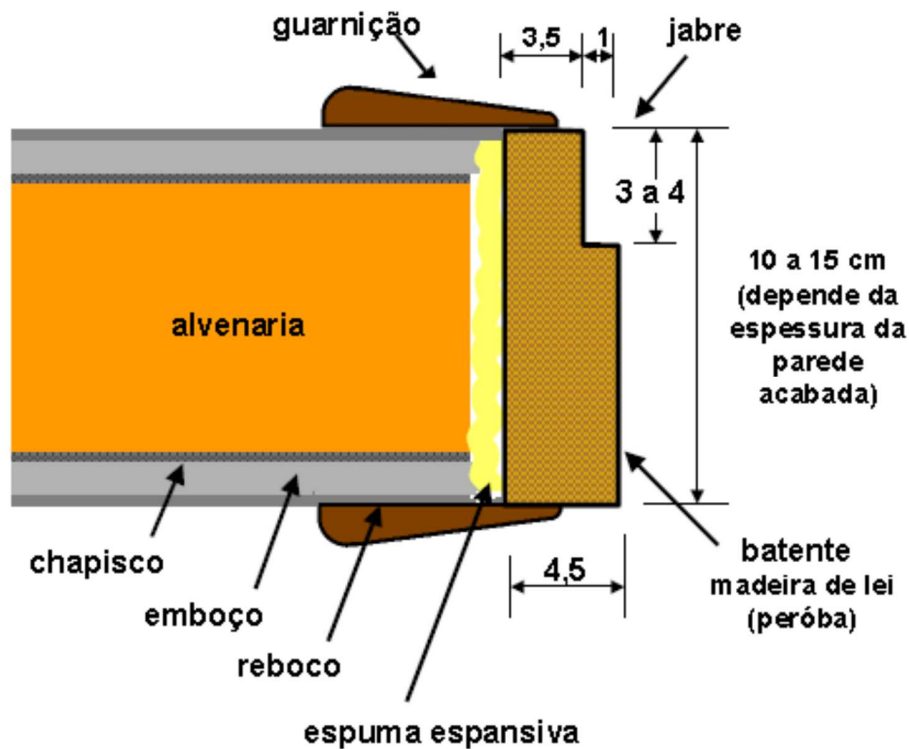
Após a impermeabilização das áreas necessárias da laje, segue-se para o revestimento de piso. Acima da laje, se executa o contrapiso, que serve como regularizador do piso para o futuro recebimento do acabamento, que pode ser feito de maneiras diversas, como, por exemplo, piso cerâmico, de cimento queimado, em pedra, em madeira, etc. O assentamento de revestimentos é feita por argamassa colante da mesma maneira que é feita para revestimentos de paredes, e o acabamento também é feito com rejunte (AZEVEDO, 2004).

3.2.1.4. Esquadrias

Ao se realizar o projeto arquitetônico de uma edificação, deve-se manter o cuidado no que se refere a locação de esquadrias, mais especificamente de portas internas. Deve-se sempre locá-las de modo que fiquem numa posição em que sua abertura não atrapalhe a boa funcionalidade do ambiente e de modo a se obter o máximo de conforto para acesso e comodidade. Uma porta no meio de um cômodo pode dividi-lo em dois planos e com isso pode acabar atrapalhando na boa arrumação de móveis (AZEVEDO, 2004).

Os componentes de portas são constituintes de um sistema funcional, tendo como elementos batente ou marco, guarnição (alizer), folha ou folhas e ferragem. O batente é o elemento fixo que garante o vão da parede onde a porta é instalada, e que tem um rebaixo onde a folha se encaixa (jabre). A guarnição ou alizer faz o acabamento entre o marco e a alvenaria, e a espuma expansiva auxilia na fixação do marco na alvenaria, com a finalidade de eliminar vazios para que o marco não empene (POZZOBON, 2007).

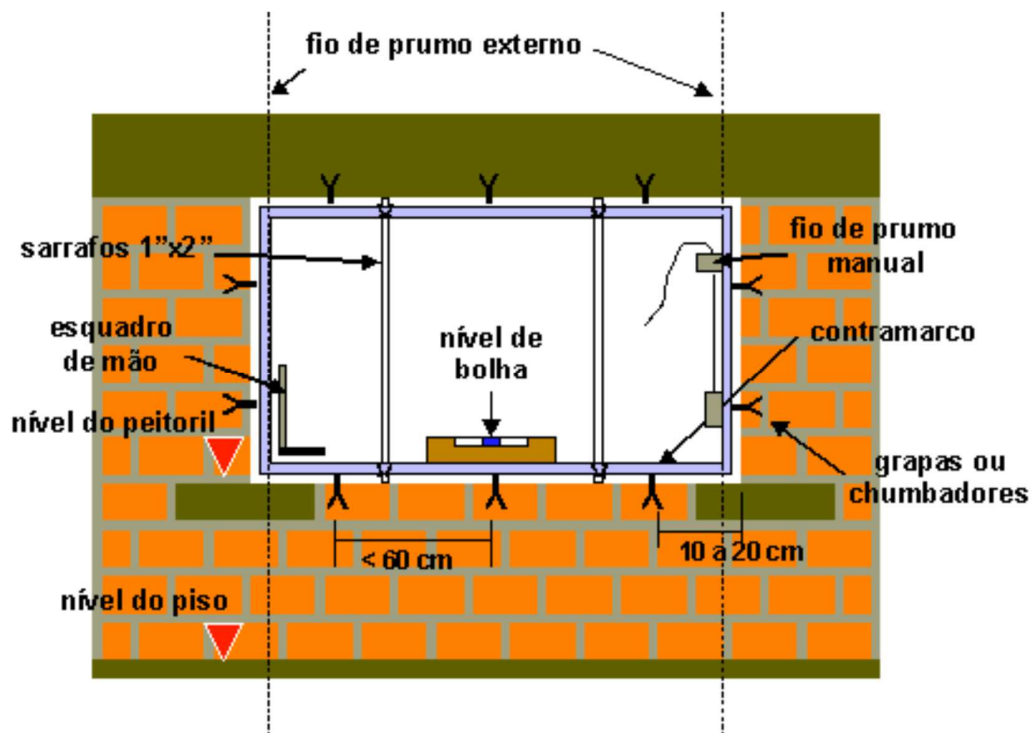
Figura 4: Esquema de encaixe de marco com alvenaria. Fonte: Pozzobon, 2007.



Existem variados tipos de esquadrias para janelas, como em alumínio, PVC, de ferro, madeira, entre outras, porém sua função básica é a mesma: iluminar e ventilar ambientes. Elas possuem caixilhos onde se fixam os vidros (BORGES, 1998).

Para esquadrias em alumínio, sua instalação depende muito do tipo de caixilho a ser utilizado e seu acabamento em relação aos peitoris externos e internos. Ao concluir a alvenaria, a instalação da esquadria de alumínio se inicia com a colocação do contra marco (peça que dá sustentação a esquadria e a fixa na alvenaria), deve-se manter o nível e o prumo em sua colocação, pois se o contra marco não estiver alinhado com a alvenaria e estrutura, não haverá o bom funcionamento da esquadria. As taliscas devem estar posicionadas estrategicamente para indicar o plano final de acabamento com a alvenaria e as grapas devem ser chumbadas na alvenaria (POZZOBON, 2007).

Figura 5: Esquema de instalação de esquadria. Fonte: Pozzobon, 2007.



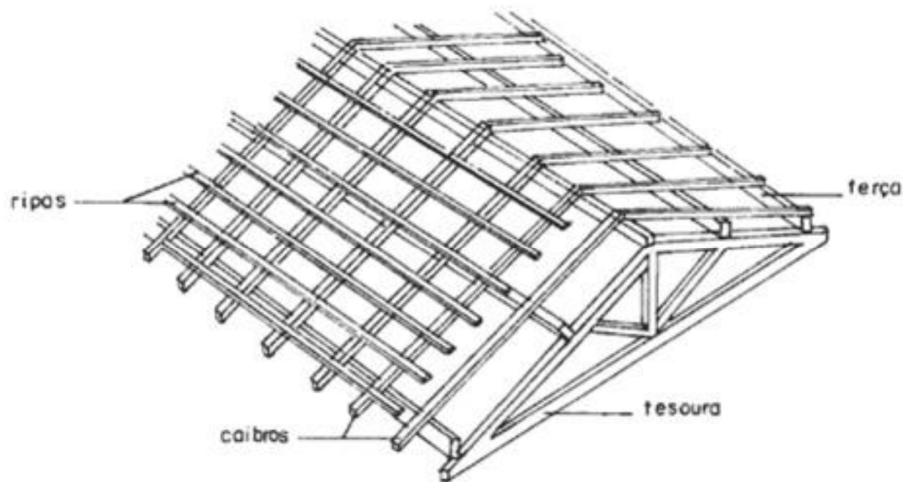
3.2.1.5. Cobertura

Para cobertura de habitações populares, pode-se utilizar variados tipos de telhas para cobertura, como: concreto, cerâmico, fibrocimento, entre outras. Elas transmitem sua carga de peso próprio para a estrutura do telhado que os transmitem para a estrutura e paredes da construção para chegarem até a fundação, descarregando no solo (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Borges (1998), para telhas cerâmicas e de concreto se utilizam em média 15 a 16 telhas por metro quadrado. O caimento deve ser de aproximadamente de 35%, sendo mais adequado com uso com 40% da inclinação da cobertura. Para cobertura de fibrocimento com ondulação de 6mm e 8mm, o caimento deve ser de 22%.

A estrutura para suporte da cobertura é feita normalmente em madeira. É constituída basicamente de 3 elementos estruturais: terças, caibros e ripas, conforme a figura a seguir. Dependendo do modo que a treliça de cobertura será construída, pode haver a necessidade de utilizar tesoura ou não.

Figura 6: Esquema de estrutura de cobertura em madeira. Fonte: Oliveira, 2012.



3.2.1.6. Instalações Elétricas

De acordo com Azevedo (2004), a primeira etapa para as instalações elétricas consiste na locação dos elementos em planta baixa, após isso deve-se desenhar o trajeto dos eletrodutos e especificar quantos fios e circuitos vão passar por ele para poder dimensioná-los. Assim se faz a distribuição dos circuitos e locar o quadro de distribuição de acordo com as normas vigentes, sendo sua instalação feita em dependências de circulação da residência. As caixas para tomadas, passagem de fios e interruptores podem ser metálicas ou plásticas, sendo as plásticas as mais utilizadas. As que ficam dentro do forro devem ser sextavadas e as de acesso a tomada e interruptores devem ser retangulares ou as duplas que são quadradas. As marcações dos rasgos na alvenaria para passagem da instalação devem seguir alinhados com o projeto executivo considerando a estética, menor

desperdício de materiais e seguindo recomendações e requisitos do Código de Instalações Elétricas.

Segundo Oliveira (2012), para se fazer as instalações elétricas de uma construção convencional é necessário que se façam rasgos e cortes nas paredes de alvenaria, que contribuem para velocidade construtiva levando um tempo considerável, gerando resíduos e desperdício de material, aumentando mão de obra e custos. Após a abertura de rasgos, segue-se com a colocação da instalação e após isso se parte para o fechamento dos rasgos, que mais uma vez, requer tempo e mão de obra. Se for necessário fazer manutenção na instalação, deve-se abrir mais uma vez os rasgos e fecha-los novamente.

3.2.1.7. Instalações Hidrosanitárias

Para realização de instalações hidráulicas, o processo é o mesmo das instalações elétricas, sendo necessário a realização de rasgos para instalação das tubulações dentro das alvenarias contribuindo para geração de resíduos e desperdício de materiais (OLIVEIRA, 2012).

Conforme Azevedo (2004), as instalações hidrosanitárias de uma edificação pode ser classificada em águas pluviais, águas cloacais, água fria, água quente e incêndio. As instalações hidrosanitárias devem ser executadas de modo a prever futuras manutenções para facilitar e agilizar na hora de reparos. A utilização de shafts é necessária para instalações sanitárias, e não podem ser embutidas em estruturas de concreto como vigas, pilares e lajes. Aberturas em vigas e lajes para passagem de tubulações devem ser previstas em projetos para que sejam reforçados nos locais destas aberturas.

3.2.1.8. Pintura

A pintura tem como finalidades o seu grande valor estético e, também, combater a deterioração causada por agente corrosivos e umidade provenientes de chuvas formando uma película resistente que também auxilia no processo de limpeza, lavagem e desinfecção. Utilizando cores claras, pode-se obter um interessante conforto térmico, pois a luz solar reflete em sua superfície, amenizando a temperatura dentro do ambiente (AZEVEDO, 2004).

3.2.2. Vantagens e Desvantagens

Para Gonçalves Souza (2013) e Lisboa (2008), as seguintes vantagens e desvantagens podem ser destacadas no estrutura de concreto armado com elevações em alvenaria não estrutural.

Vantagens:

- a) Excelente resistência mecânica e ao fogo;
- b) Facilmente adaptável as formas, por ser lançado em estado semifluido, o que abre enormes possibilidades para a concepção arquitetônica. Os aditivos plastificantes e fluidificantes, usados para aumentar a trabalhabilidade e a fluidez do concreto, possibilitam o uso do concreto bombeado, que permite lançar o concreto em mangueiras sob pressão, em grandes alturas, com redução significativa dos custos e prazos das tarefas de transporte e lançamento;
- c) Durabilidade elevada. Os custos de manutenção das estruturas de concreto são baixos, quando atendidos os requisitos das normas técnicas pertinentes, porém, deve-se ressaltar a manutenção preventiva em edificações com exposição contínua a agentes agressivos

(ambiente marinho, poluição atmosférica, umidade excessiva, etc) ou com emprego do concreto aparente (sem argamassa de revestimento);

- d) Impermeabilidade;
- e) Ótima aceitação pelo usuário e sociedade.

Desvantagens:

- a) Peso próprio elevado, massa específica igual 2.500 kgf/m^3 ;
- b) Armadura é essencial as estruturas de concreto armado a existência de armaduras trabalhadas e em grande quantidade;
- c) Paredes, nos prédios de concreto armado as paredes desenvolvem apenas a função de vedação, carregando assim a estrutura reticulada com seu peso próprio;
- d) Entulho, a madeira utilizada nas formas das estruturas convencionais de concreto armado e os tijolos ou blocos de dimensões pouco precisas e baixa resistência, empregados para vedação de vãos coordenados modularmente, são itens de acentuado peso na composição final do entulho deste tipo de obra.
- e) As estruturas de concreto armado exigem mão de obra muito especializada sendo elas pedreiro, carpinteiro, eletricista, encanador, armador, apontador, além de serventes e ajudantes.
- f) Baixa produtividade na execução, devido ao método ainda ser muito artesanal;
- g) “Desconstrução” causada pela quebradeira nas paredes no caso de reparos de instalações, o que gera desperdício.

3.2.3. Considerações no Custo do Sistema Convencional

Segundo o estudo referido em Zamin (2009), os custos da construção convencional para uma habitação popular calculados pelo CUB no mês de setembro de 2009 é de aproximadamente R\$600,00/m².

Para o custo da construção desta habitação, os itens que mais ressaltam no orçamento são a infraestrutura e, em seguida, a supraestrutura e estrutura de cobertura. A porcentagem da estrutura da cobertura relativa ao custo total da obra é de aproximadamente 7%. Enquanto a supraestrutura quantifica um valor de 4% e a infraestrutura 12%, e quantificando o valor de concreto armado utilizado nesta construção, temos a soma dos dois que dá 16% do valor total da casa.

3.3. Sistema Construtivo em Alvenaria Estrutural

O conceito de alvenaria estrutural é descrito por Camacho (2000) como o processo construtivo no qual os elementos que desempenham função estrutural são de alvenaria sendo projetados, dimensionados e executados de forma racional em um sistema que visa a produtividade com economia de material, se executado de maneira correta.

Os elementos estruturais desse sistema, as paredes, devem resistir a todos os carregamentos, da mesma maneira que no sistema de concreto armado, os elementos estruturais que suportavam a estrutura eram as vigas, pilares e lajes. O projeto ideal considera a distribuição das paredes de forma que cada parede atue como elemento estabilizador da outra (ARAÚJO, 1995).

Prudêncio; Oliveira; Bedin (2002) classificou a alvenaria estrutural em três categorias:

1. Alvenaria estrutural não-armada: são aquelas constituídas de blocos, assentados com argamassa, podendo conter armaduras com finalidade construtivas ou de amarração, não consideradas na absorção dos esforços calculados.
2. Alvenaria estrutural armada: são aquelas onde paredes são constituídas de blocos assentados com argamassa, cujas cavidades são preenchidas continuamente com graute, que envolve quantidade suficiente de armaduras dimensionadas para absorver esforços calculados, além daquelas armaduras com finalidade construtiva ou de amarração.
3. Alvenaria parcialmente armada: São aquelas em que algumas paredes são constituídas segundo as recomendações da alvenaria armada e as demais de acordo com as prescrições da alvenaria estrutural não-armada.

O método executivo da alvenaria estrutural se assemelha em alguns pontos com o de concreto armado. Por exemplo, a fundação, revestimentos e lajes podem ser feitas da mesma maneira. O que se diferencia é que na alvenaria estrutural não há vigas nem pilares, que são substituídas pela alvenaria. A abertura para esquadrias também utiliza verga e contra verga armada, da mesma forma, e a cobertura pode ser feita também da mesma maneira. Sobre as instalações, na alvenaria estrutural, as instalações podem ser embutidas dentro dos vazios dos blocos, diminuindo a necessidade de retrabalho para realizar rasgos nas alvenarias para sua passagem (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

3.3.1. Componentes da Alvenaria Estrutural

3.3.1.1 Blocos

Para Ramalho e Corrêa (2003), os blocos são os elementos principais responsáveis pela estrutura do sistema de alvenaria estrutural.

Ainda de acordo com esta literatura, os blocos são divididos em três grupos: os cerâmicos, de concreto e os de sílico-calcário. Os mais utilizados na construção são os de concreto.

Segundo a NBR 6136 – Bloco Vazado de Concreto Simples para Alvenaria Estrutural explicita as normas limites para a resistência característica do bloco à compressão e à absorção.

Tabela 4: Resistência à Compressão e Absorção de Blocos de Concreto. Fonte: NBR 6136 (2004).

Tipo de Bloco	Resistência à compressão	Absorção
Estrutural	fck superior a 4,5 MPa, dividido em classes de resistência	menor ou igual a 10%
de Vedação	média de 2,5 MPa, mínima individual de 2,0 MPa	média menor ou igual a 10%, máxima individual de 15%

3.3.1.2. Argamassa

A argamassa de assentamento é a responsável pela ligação dos blocos de alvenaria. A qualidade da argamassa, no sistema de alvenaria estrutural, está diretamente ligada a qualidade de resistência da estrutura, estanqueidade nas juntas dos blocos e aderência dos elementos utilizados. Seus objetivos básicos são: solidarizar as unidades, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver pequenas deformações originadas pelo trabalho da estrutura e garantir que não haja entrada de água e vento na construção (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Quanto à maneira de utilização da argamassa de assentamento em obra, exemplificam-se dois tipos comuns: misturada na obra e industrializada.

- a) Argamassa misturada no canteiro de obra: De acordo com o Manual de Revestimentos de Argamassa da ABCP (S/D), a argamassa produzida em obra exemplifica o sistema tradicional. Sua fabricação resume-se em misturar mecanicamente os constituintes em certa

seqüência e por um dado tempo. Há necessidade de alguns cuidados específicos: previsão de áreas de estocagem para as matérias-primas; armazenagem adequada e separada por tipo de material; controle de qualidade dos materiais constituintes; e correta aplicação do traço.

- b) Argamassa industrializada: O Manual de Revestimentos de Argamassa da ABCP (S/D) enfatiza que argamassas industrializadas são compostas por agregados com granulometria controlada, cimento Portland e aditivos especiais que aperfeiçoam as propriedades das mesmas. Após o recebimento dos sacos, o preparo da argamassa é feito apenas pela mistura com água.

3.3.1.3. Graute

Graute é um concreto com agregados miúdos e relativamente fluido, e também chamado de micro concreto. Sua utilização é dada para preencher vazios de blocos especificados pelo projetista para dar maior rigidez ao conjunto. O conjunto bloco, graute e armadura trabalham monoliticamente na estrutura, portanto, o graute deve ser integrado completamente no conjunto, formando um sistema único. Seu módulo de utilização em obra pode ser feito por três tipos: misturado em obra, fornecido por usina de concreto e graute industrializado (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

3.3.1.4. Armadura

As armaduras utilizadas comumente no concreto armado, como CA-50, são as mesmas utilizadas para a alvenaria estrutural, porém há utilização de graute para envolvê-las, garantindo a integração do sistema. Em casos da armação estar posicionada na junta das argamassas, o diâmetro mínimo deve ser 3,8mm e não se pode ultrapassar a metade da espessura da junta.

3.3.2. Elevação da Alvenaria

Primeiramente, se executa a primeira fiada. Sua execução é de suma importância para que a alvenaria seja erguida na posição correta, com esquadro bem feito, nivelada e apumada, pois as outras fiadas irão prosseguir seu alinhamento. Normalmente, se marca na própria laje os eixos da alvenaria para depois se iniciar a primeira fiada. Com essa primeira etapa concluída, segue a etapa de colocação da armadura e aplicação de graute e depois a etapa de elevação. Os cuidados necessários para que a alvenaria fique no prumo e nivelada devem ser tomados, utilizando a linha e o prumo de face (RAMALHO, CORRÊA, 2003).

Figura 7: Marcação da Primeira Fiada em Alvenaria Estrutural. Fonte: Múltipla Engenharia, 2011.



3.3.3. Vantagens e Desvantagens

Segundo Ramalho e Corrêa (2003) e Souza dos Santos (2010), as seguintes vantagens e desvantagens são competentes ao sistema de alvenaria estrutural.

Vantagens:

- a) Economia de fôrmas, reduzindo o custo;
- b) Redução significativa nos revestimentos pelo maior controle na execução;
- c) Redução nos desperdícios de material e mão de obra;
- d) Redução do número de especialidades, como armadores e carpinteiros;
- e) Flexibilidade no ritmo de execução da obra. Se utilizado lajes pré-moldadas não há a necessidade de se esperar o tempo de cura;
- f) Padronização e nivelamento da obra com menos desvios;
- g) Menor custo em instalações hidráulicas e elétricas (sem necessidade de quebrar paredes);
- h) Diminuição da quantidade de armadura;
- i) Aumento da produtividade devido à repetição e padronização dos serviços;
- j) Desconto no CND (Certidão Negativa de Débitos) da obra.

Desvantagens:

- a) Interferência entre projetos de arquitetura/estrutura/instalações;
- b) Necessidade de uma mão de obra bem qualificada;
- c) Exige controle de qualidade eficiente;
- d) Limite arquitetônico;
- e) Dificuldade na execução de grandes vãos e balanços excessivos;

f) Pouca disponibilidade de matéria-prima fora de grandes centros.

3.3.4. Considerações no Custo do Sistema de Alvenaria Estrutural

Foi construído em 2002 pela construtora Elofer uma casa popular baseada no requisitos da Casa 1.0 da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) de 46m² no bairro de Umbará em Curitiba. Ela foi erguida em um prazo de 20 dias e o custo total foi de R\$18.400,00. Atualizando este valor para 2009, com o objetivo de comparar com o valor obtido pelo CUB de uma habitação popular no sistema convencional, dá o valor de R\$31.740,00. Portanto, o custo por metro quadrado de uma residência popular em alvenaria estrutural pode ser estimado em R\$530,00/m² (WEBSITE PT.SCRIBD.COM).

O percentual de custo sobre o total da obra mais relevante é sem dúvida o que diz respeito a alvenaria, que é quantificado em 14% aproximadamente. Em seguida, o custo da supra estrutura em concreto armado das lajes é de 11%.

Em comparação com o sistema convencional, pode-se dizer que a diferença entre o de alvenaria estrutura e o de concreto armado para edificações de habitação popular de baixa renda se traduz em um percentual de 11% aproximadamente.

4. Construção pelo Método Light Steel Framing

4.1. Apresentação

O estudo tem como objetivo verificar a viabilidade econômica e técnica da aplicação do método LSF em habitações populares de baixa renda. Este método construtivo apresenta como principais vantagens a rapidez executiva, a facilidade na montagem, e outros aspectos técnicos e econômico que precisam ser igualmente avaliados de forma a identificar os custo benefício da sua utilização. Este capítulo descreve o método LSF, seus aspectos executivos e demais peculiaridades inerentes.

O Light Steel Framing (LSF) é um sistema construtivo que utiliza perfis de aço dobrados a frio como estrutura, que trabalha em conjunto com os subsistemas racionalizados, proporcionando uma construção industrializada e a seco. O sistema é caracterizado pela concepção de racionalização e modulação, que é, cada vez mais, utilizado no Brasil (RODRIGUES, 2006).

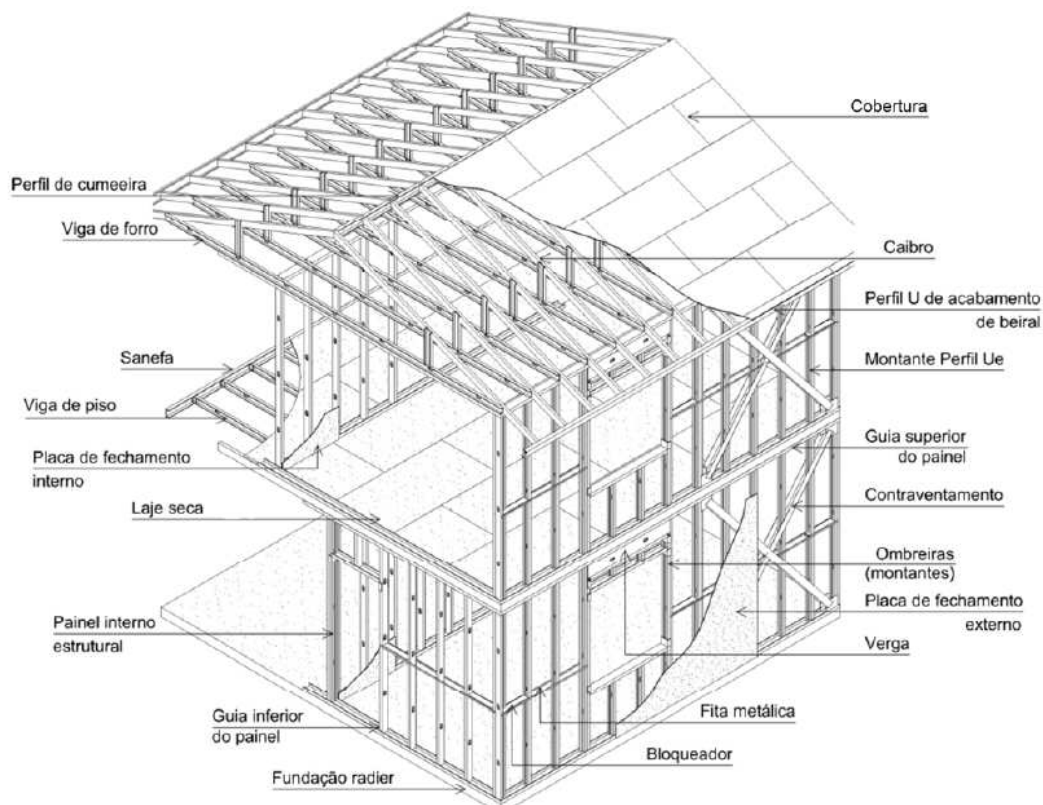
Sua base estrutural que formula o projeto em LSF é fundamentada em um grande número de elementos estruturais resistindo a uma pequena parcela da carga total aplicada, assim é possível elementos mais esbeltos e painéis mais leves e com facilidade de manipulação (RODRIGUES, 2006).

Segundo Santiago (2008), o sistema se caracteriza por conceitos modernos de industrialização, como produtividade, velocidade na construção, modulação, entre outros. Apesar disto, pode-se dizer que não é um sistema novo, pois suas origens datam no século XIX nas habitações construídas pelos colonizadores no território que hoje em dia é os Estados Unidos. Para atender à crescente demanda de habitação devido ao rápido aumento da população, foi necessário inovar

com métodos mais rápidos e produtivos, utilizando os materiais disponíveis, que no caso era a madeira.

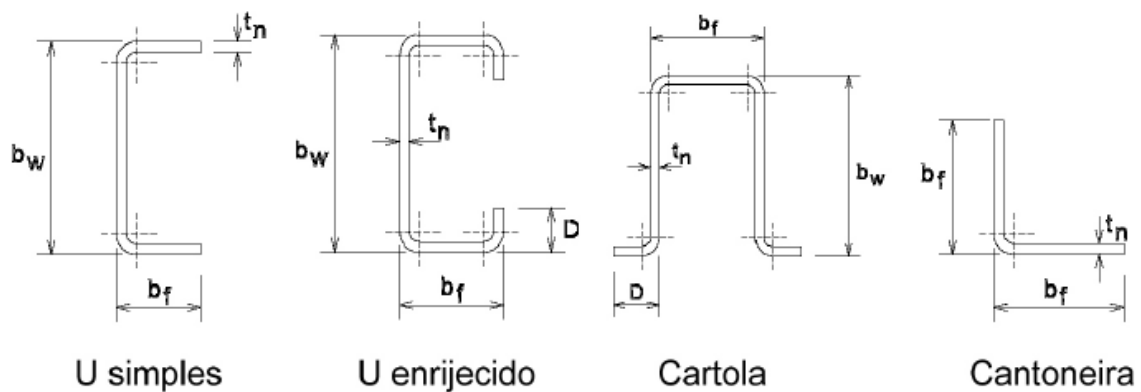
De acordo com esta mesma literatura, este método construtivo ficou conhecido como *Ballon Framing*, que consistia em uma estrutura composta por peças de madeira serrada, de pequena seção transversal, espaçadas regularmente. Com o passar do tempo, este método de construção em madeira foi chamado de *Wood Frame*, tornando-se o principal método construtivo dos Estados Unidos na época. Com o grande avanço tecnológico no setor siderúrgico impulsionado pela Revolução Industrial, esta estrutura em madeira foi lentamente substituída pelos perfis de aço, gerando assim, o LSF.

Figura 8: Esquema Construtivo LSF. Fonte: CASTRO, 2005.



Segundo Castro (2005), os perfis utilizados neste sistema são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço galvanizado e as seções mais comuns nas construções em 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).

Figura 9: Seções usuais de perfis para LSF. Fonte: CASTRO, 2005.



Para Santiago (2008), são utilizados parafusos autoatarraxantes e autoperfurantes 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. Para ligações entre painéis, peças de apoio de tesouras e enrijecedores é utilizado o parafuso com cabeça sextavada e ponta broca, também conhecido como parafuso estrutural.

4.2. Fundação

A escolha do tipo de fundação de uma edificação depende de parâmetros do solo, como o nível de lençol freático, topografia do terreno, resistência do solo, profundidade da camada resistente, entre outros. Os tipos de fundação mais utilizados para a construção em LSF são: radier que é uma fundação rasa em concreto armado, que funciona como uma laje, e a sapata corrida ou viga baldrame, como já explicada anteriormente, que é disposta de maneira contínua sob as paredes

estruturais da edificação. Porém, como a supra estrutura do LSF não é em concreto armado, a ancoragem dos painéis estruturais na fundação é essencial e usualmente é feito por meio de *parabolts* expansível. Ele evita o movimento da edificação devido a cargas de vento e garante a estabilidade da construção (CASTRO, 2005).

Em fundações em radier, é recomendável o uso de vigas que ficam sob as paredes portantes, em todo seu perímetro, para que a fundação apresente mais rigidez em todo seu plano. Toda as instalações elétricas e hidrosanitárias devem ser instaladas antes da concretagem desta fundação e esta deve ser feita inteiramente sob manta de impermeabilização com o objetivo de evitar passagem de umidade para dentro da edificação (CASTRO, 2005). Vale destacar que este tipo de fundação é ideal para construções rápidas e leves, então para construções populares em LSF, ela é a mais indicada quando se tem todas as paredes na mesma cota (VIVAN, 2011).

Para fundação em sapata corrida, que é normalmente feita em concreto armado, seu funcionamento é representado como o de uma viga posicionada sob os painéis estruturais do sistema, transmitindo seu carregamento para o solo. O contrapiso do térreo pode ser feito em concreto ou em perfis formados a frio como no LSF apoiados sobre as vigas da fundação, funcionando como laje. O uso de sapata corrida para edificações populares em LSF não é recomendado, pois é menos econômica, visto que se usa mais formas de madeira e exige mais tempo para ser executada. É ideal utilizá-la quando se tem limitações topográficas do terreno (CASTRO, 2005).

Figura 10: Fundação em Sapata Corrida. Fonte: www.lojadorevestimento.wordpress.com



Como já mencionado, o tipo de ancoragem mais utilizado no LSF para fixar os painéis na estrutura da fundação é o *parabolt* expansível. Ele é executado após a concretagem da fundação. Primeiramente, se faz um furo em um lugar definido em projeto onde ele será aplicado, depois coloca-se o *parabolt* no furo, o qual se expande a medida que se rosqueia o parafuso, se fixando na estrutura de fundação. Este tipo de ancoragem funciona como o de uma bucha utilizada domesticamente para fixar objetos na parede, só que em vez de utilizar plástico, se utiliza uma bucha parafuso que apresenta alta resistência a arranque, garantindo a fixação dos painéis na fundação (CASTRO, 2005).

Figura 11: Parabolt. Fonte: www.adventura.com.br



4.3. Estrutura

4.3.1. Estrutura Vertical

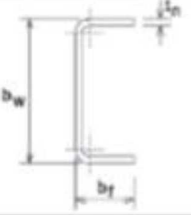
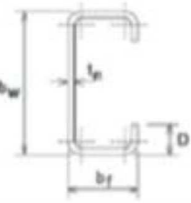
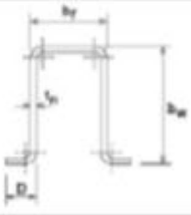
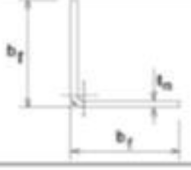
4.3.1.1. Painéis Autoportantes

De acordo com Castro (2005), os painéis estruturais têm a função de transmitir para as fundações os carregamentos aos quais estão submetidos. Esses carregamentos podem ser horizontais, devido à pressão do vento, e verticais, causados pelo peso próprio da estrutura e das sobrecargas na edificação.

Ainda segundo Castro (2005), os painéis são formados por dois tipos básicos de perfis, os montantes e as guias. Os montantes, compostos por perfis do tipo U enrijecido (Ue), são dispostos verticalmente e posicionados de maneira contínua obedecendo um dado espaçamento definido em projeto. As guias, compostas por perfis do tipo U, são dispostas horizontalmente nas extremidades dos montantes. Os espaçamentos usuais ou modulação são de 400mm ou 600mm e pode chegar

até 200mm no caso de grandes cargas, como de caixas d'água. O dimensionamento destes perfis é feito pela verificação dos esforços de flexo-compressão e de flexo-tração. Quanto maior for o carregamento em um painel, menor deverá ser o espaçamento entre montantes, e maior o número de montantes a ser utilizado.

Tabela 5: Designação dos perfis de aço formados a frio para uso em LSF e suas respectivas aplicações. Fonte: NBR 15253, 2005.

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

Para unir as extremidades de montantes e dar forma aos painéis se utiliza as guias, sendo que seu comprimento determina a largura do painel do mesmo modo que o comprimento dos montantes determina a altura do mesmo. Os painéis estruturais tem a função de transmitir as cargas diretamente para as fundações, para outros painéis ou para as vigas principais. É necessário relevar

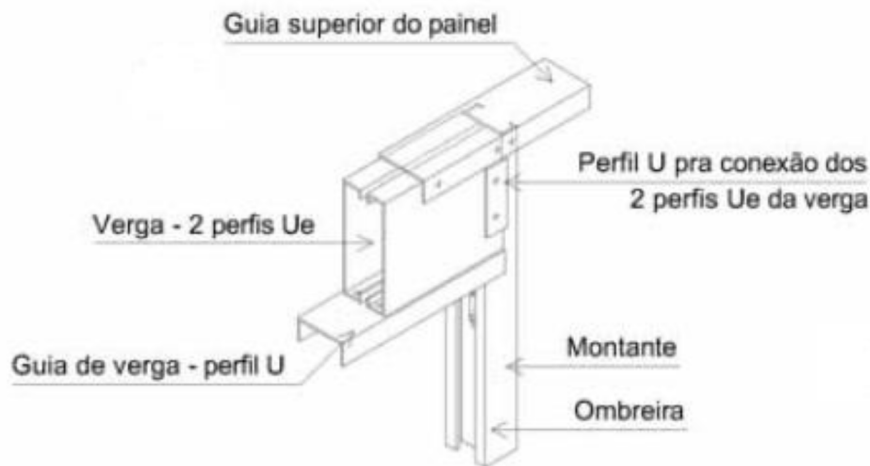
o fato de que como os montantes suportam carregamentos verticais, eles devem ser alinhados da mesma maneira fazendo coincidir sua posição de um pavimento para o outro, transferindo as cargas verticais o mais perfeitamente possível desde a cobertura até a fundação. Os parafusos cabeça de lentilha e ponta de broca são os mais utilizados para fixação de montantes nas guias (CASTRO, 2005).

Figura 12: Parafuso Cabeça Lentilha e Ponta Broca. Fonte: VIVAN, 2011.



Para se realizar aberturas para esquadrias em painéis autoportantes, se utilizam vergas que fazem o papel de vigas metálicas para transmitir as cargas dos perfis interrompidos até a fundação. As vergas podem ter várias combinações, mas são compostas basicamente por dois perfis U conectados um ao outro através de perfis U aparafusados em suas extremidades. A viga é aparafusada diretamente na guia superior do painel do pavimento. Além disso, as vergas também são conectadas a ombreiras que têm como função evitar a torção da verga em torno do eixo das guias do painel (CASTRO, 2005).

Figura 13: Verga em LSF. Fonte: CASTRO, 2005.



Para cargas horizontais devido a ação do vento, os perfis verticais não são capazes de absorver estes esforços por si só, portanto, é necessário o uso de contraventamentos na estrutura para que estes esforços sejam absorvidos e transmitidos para a fundação. O tipo de contraventamento mais utilizado para LSF é com o uso de fitas metálicas com dimensões definidas em projeto. Elas garantem a estabilidade e limitam deformações excessivas que podem levar ao colapso da edificação (CASTRO, 2005).

4.3.1.2. Painéis Não Estruturais

Estes tipos de painéis não foram projetados para suportar carregamentos além de seu peso próprio. São compostos de montantes e guias dispostos da mesma maneira que nos painéis autoportantes, e são conhecidos como “*Drywall*” e apresenta o mesmo conceito do LSF, porém com montantes menos espessos resultando em paredes mais finas. Foram utilizados painéis não estruturais como fechamento externo da edificação, é aconselhável a utilização dos mesmos perfis dos painéis estruturais, para que o painel suporte o peso do revestimento e componentes de vedação. Para abertura de vãos para esquadrias, não há necessidade de utilização de verga, pois estes painéis não

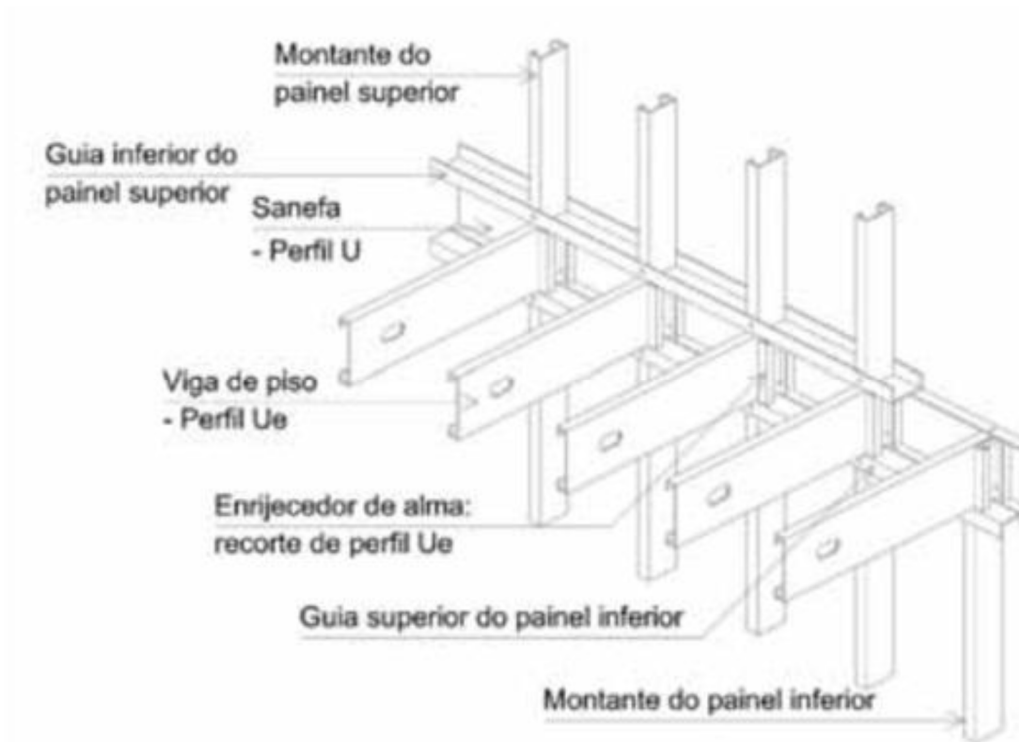
suportam cargas que necessitam ser transmitidas à fundação, porém se utiliza guias aparafusadas nos montantes interrompidos na parte superior e inferior do vão aberto (CASTRO, 2005).

4.3.2. Estrutura Horizontal

Segundo Castro (2005), o mesmo princípio aplicado aos painéis são utilizados para o projeto e montagem da estrutura horizontal em LSF, sendo formado por perfis de aço galvanizado distribuídos de maneira contínua e equidistante. Para facilitar a construção e diminuir o tempo de execução, existe a possibilidade de utilizar a mesma modulação para toda a estrutura (lajes, paredes e cobertura). A função da estrutura horizontal é de transmitir as cargas de utilização da edificação para os painéis estruturais, e deles para a fundação. Para que sua função seja cumprida, devem ser suficientemente rígidos e não podem apresentar deformações maiores que as delimitadas por norma.

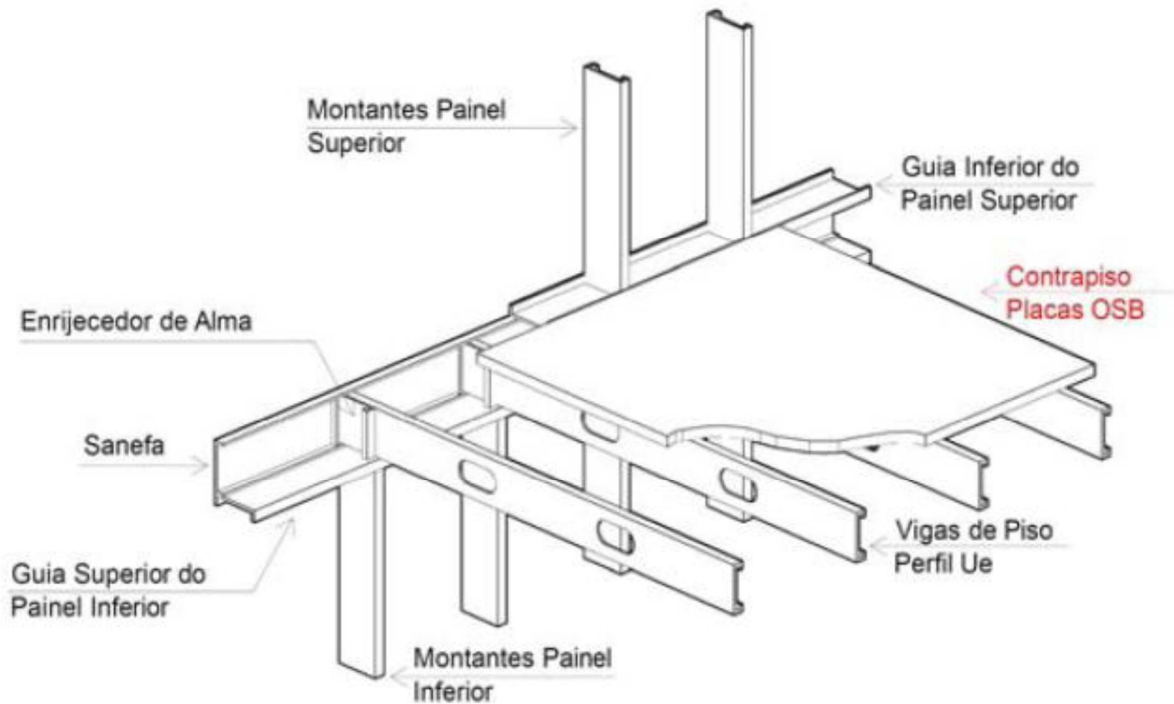
Sua composição é dada por perfis Ue, que compõem as vigas de piso, as quais devem coincidir com os montantes dos painéis, e para evitar o esmagamento das vigas de piso, utiliza-se perfis Ue nas extremidades da viga como enrijecedores de alma, e um perfil U (conhecido como sanefa), que dá a forma da estrutura da laje. As ligações entre os componentes da estrutura horizontal são feitas usualmente por parafusos do tipo estrutural de cabeça sextavada e ponta broca (CASTRO, 2005).

Figura 14: Estrutura de Laje em LSF. Fonte: CASTRO, 2005.



O assoalho da laje em LSF pode ser de duas maneiras: laje úmida ou seca. Na laje úmida, se utiliza forma metálica ondulada sobre a estrutura da laje formada por vigas de piso como a descrita anteriormente, e se aplica o concreto armado com tela soldada sobre a forma. A laje úmida é a com maior rapidez e eficiência no processo construtivo. Ela utiliza placas rígidas, como a de OSB estrutural, um material derivado da madeira, composto com pequenas lascas da mesma, e sua espessura mais utilizada para fins estruturais neste sistema é a de 18mm. Em áreas molhadas e com grande umidade, se utiliza placas cimentícias, pois são mais resistentes a umidade. A colocação de lã de vidro envolta de filme de polietileno sob estes materiais é essencial para o conforto térmico e acústico da laje seca em LSF. A laje seca é de fácil e rápida execução, é leve e apresenta boas propriedades estruturais, além de não precisar de tempo de cura e minimiza o desperdício de materiais (CASTRO, 2005).

Figura 15: Esquema de Laje Seca em LSF. Fonte: CASTRO, 2005.



4.3.3. Escadas

Há maneiras variadas de executar escadas em LSF. Usualmente, se utiliza combinações de perfis U e Ue para a montagem da escada. Os pisos e espelhos das escadas podem ser constituídos por painéis de OSB ou de pranchas de madeira maciça aparafusadas na estrutura da escada. Um dos tipos mais usuais de escadas em LSF é a escada viga caixa inclinada. Ela é composta por dois perfis Ue parafusados um ao outro, formando uma viga que serve de guia para os degraus. Utiliza-se uma guia dobrada nas dimensões do degraus que é aparafusado nesta viga. Duas vigas com a guia dobrada acima formam os lances das escadas onde se fixam os painéis OSB, por exemplo, formando a escada (CASTRO, 2005).

4.4. Fechamentos e Revestimentos

4.4.1. Isolamento

Com o objetivo de diminuir os ruídos e amenizar a temperatura em estruturas de LSF, é instalada isolamento dentro dos painéis para promover o conforto dentro da edificação. O conforto termo-acústico é fundamental para o bom funcionamento de uma edificação. O isolamento termo-acústico em estruturas de LSF pode ser feito por aplicação de materiais como lã de rocha, lã de vidro e EPS. Pode ser feito também por fechamentos que também contribuem para o conforto termo-acústico. A escolha do tipo e da espessura do isolamento vai depender da necessidade de se isolar termicamente e acusticamente um ambiente (CASTRO, 2005).

A aplicação da lã de vidro, por exemplo, é feita pelo lado interno da construção, se a divisória for com o exterior, se for divisória interna é indiferente. Ela é instalada dentro do painel que após sua colocação o painel pode ser fechado. Quanto ao EPS, ele é instalado após o fechamento do painel, sendo que o fechamento é utilizado como apoio para sua fixação (CASTRO, 2005).

Figura 16: Aplicação Lã de Vidro. Fonte: www.pedreiro.com.br



4.4.2. Fechamentos

4.4.2.1. Placa OSB (*Oriented Strand Board*)

Este tipo de placa pode ser utilizada tanto na estrutura vertical quanto na horizontal, ou seja, pode ser utilizada em painéis e também em lajes secas. Apesar de sua grande utilidade estrutural, ele não pode ficar exposto as intempéries, portanto, deve receber um acabamento impermeável quando utilizado em áreas externas (CASTRO, 2005).

Segundo Castro (2005), as placas OSB têm grande resistência mecânica e a impactos. Além disso, ao se fabricar placas OSB, faz-se um tratamento contra insetos para que sua vida útil seja prolongada. Este fechamento é mais utilizado nas áreas externas, já que ela resiste mais a umidade que o gesso acartonado, que é mais utilizado na parte interna da edificação por apresentar melhor desempenho estético e funcional.

Por ser uma placa muito leve, são fáceis de instalar e de transportar. Sua fixação é feita por parafusos autoatarraxantes, e a instalação em áreas externas e internas deve prever juntas de dilatação de aproximadamente 3mm entre as placas. Se utilizadas em áreas em contato com chuva, deve-se aplicar uma manta ou membrana de polietileno de alta densidade revestindo toda a área externa da placa. Para evitar exposição a chuva, a aplicação da membrana deve ser feita logo após a fixação da placa OSB (CASTRO, 2005).

Figura 17: Aplicação de Placas OSB. Fonte: CASTRO, 2005.



4.4.2.2. Gesso Acartonado

As placas de gesso acartonado permitem um bom nível de acabamento e bom funcionamento, por isso são ideias para serem utilizadas na parte interior das edificações. Pode ser utilizada tanto em painéis estruturais quanto em divisórias não estruturais (VIVAN, 2011).

Castro (2005) informa três tipos de placas de gesso acartonado são fabricadas: a *standard* (ST), que é utilizada em paredes destinadas a áreas secas; a resistente a umidade (RU), destinada a paredes que possam ter contato com algum tipo de umidade, como em banheiros; e placa resistente ao fogo (RF), que é utilizada em paredes especiais que demandam resistência ao fogo, como em cozinhas perto do fogão.

As placas de gesso acartonado são um pouco mais pesadas que as OSB, porém ainda assim são consideradas leves e de fácil instalação. Apresentam superfície lisa e regular, por isso o

acabamento pode ser realizado sem a necessidade de grandes quantidades de revestimento. As placas de gesso acartonado também se comportam como isolante térmico-acústico e, se usados em conjunto com um bom isolante de lã de vidro, por exemplo, garante um bom resultado aumentando o conforto da edificação. Sua fixação é feita da mesma maneira que placas OSB, com parafusos autoatarraxantes. Uma grande vantagem da placa de gesso acartonado é que a facilidade de sua retirada para verificação de instalações ao se fazer manutenção. Ao se instalar uma placa ao lado da outra, deve-se fazer um tratamento nas juntas para que haja um bom acabamento e um bom funcionamento do conjunto (CASTRO, 2005).

Figura 18: Fechamento em Placas de Gesso Acartonado. Fonte: VIVAN, 2011.



4.4.2.3. Placa Cimentícia

A formação básica destas placas é de uma mistura de agregados, cimento *portland* e fibras sintéticas ou de celulose. Este é um fechamento que pode ser utilizados tanto em áreas internas

quanto em externas, em estruturas horizontais e verticais, e pode ser exposto à chuva (VIVAN, 2011).

As placas cimentícias tem peso próprio de aproximadamente 18 Kg/m² variando de acordo com a espessura da placa, e apresenta boas características, como elevada resistência a impactos e à umidade, são compatíveis com a maioria dos revestimentos, fáceis de ser cortadas por equipamentos e montadas, e sua resistência ao fogo. Estes fechamentos são incorporados ao sistema construtivo LSF, pois garante a limpeza da obra, velocidade e leveza da construção (CASTRO, 2005).

De acordo com a função da placa, se escolhe sua espessura, que podem ser de 6, 8 e 10mm. As dimensões comerciais das placas cimentícias são de 1,2 metros de largura e seu comprimento pode variar entre 2,00 m, 2,40 m, até 3,00 m. As placas de 6mm podem ser utilizadas em paredes internas, não estruturais. As de 8mm são aplicadas tanto em paredes internas como em externas, com e sem umidade, estruturais ou não. As de 10mm são utilizadas em paredes internas e externas e são ideais para painéis estruturais, pois melhora a resistência a impactos e o isolamento termo-acústico (VIVAN, 2011).

Para Castro (2005), a fixação destas placas são feitas por parafusos do tipo cabeça trombeta e ponta broca. É necessário o tratamento das juntas após a fixação das placas, e o melhor tratamento é o com silicone, principalmente em paredes externas (VIVAN, 2011).

Figura 19: Aplicação de Placas Cimentícias. Fonte: VIVAN, 2011.



4.4.3. Revestimento

Em geral, pode-se utilizar todos os principais revestimentos utilizados na construção convencional no Brasil, porém de acordo com o tipo de placa utilizada como fechamento de painéis, é necessário tratar sua superfície para receber alguns tipos de revestimentos. Para a placa OSB e cimentícias, usadas frequentemente em áreas externas de edificações em LSF, além da membrana de impermeabilização aplicada, é necessária a aplicação de argamassa. Essa aplicação é feita sobre uma tela que é aparafusada na placa e que não permite que a argamassa escorregue pela superfície da placa e garante a boa aderência da argamassa. Após a aplicação da argamassa, podem ser feitos tanto pintura como aplicação de cerâmicas (SANTIAGO, 2008).

Em placas de gesso acartonado, não há necessidade de aplicação de argamassa, pois as placas já são lisas e bem acabadas, portanto podem ser feitos acabamentos de pintura diretamente sobre eles (VIVAN, 2011).

4.5. Instalações Hidrosanitárias

As instalações para edificações em LSF são as mesmas utilizadas em edificações convencionais e apresentam o mesmo desempenho. Assim, os materiais empregados são os mesmos assim como os princípios de projeto, portanto, considerações de projeto, requisitos em normas e dimensionamento não se diferenciam relacionando as instalações em LSF e as utilizadas nas estruturas convencionais (SANTIAGO, 2008).

Figura 20: Furo para Passagem de Tubulação de Água Fria em LSF. Fonte: VIVAN, 2011.



4.6. Cobertura

Para se executar estruturas de cobertura em LSF, os mesmos perfis de aço galvanizado empregados em painéis estruturais ou não são utilizados, que são os perfis U e Ue com alma de 90 mm, 149 mm, ou de 200 mm de altura. O conceito de alinhamento das cargas aplicadas tanto em lajes quanto em painéis estruturais vale para a estrutura da cobertura. Os perfis devem ser posicionados entre si de modo que causem a menor excentricidade possível e transmitam as ações citadas sem gerar efeitos substanciais de segunda ordem. Para que isso seja feito, os perfis que compõem a tesoura, treliça ou conjunto de caibros devem estar alinhados aos perfis dos montantes de paredes que as suportam, para que os esforços sejam transmitidos até a fundação e descarregar no solo (CASTRO, 2005).

Sobre a estrutura de cobertura em LSF, podem ser utilizadas coberturas utilizadas em edificações convencionais. Pode-se utilizar telhas metálicas, cerâmicas, de fibrocimento entre outras. As estruturas de coberturas em LSF, por serem leves e de fácil execução e por vencerem grandes vãos, podem ser utilizadas em estruturas convencionais (VIVAN, 2011).

Figura 21: Estrutura de Cobertura em LSF para Edificação Convencional. Fonte: Revista Técnica edição 147



4.7. Vantagens e Desvantagens do LSF

4.7.1. Vantagens

Segundo Freitas e Castro (2006), o sistema construtivo Light Steel Framing, apresenta vantagens e benefícios nas edificações da seguinte maneira:

- a) Os produtos que constituem o sistema são padronizados de tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, onde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
- b) O aço é um material de comprovada resistência e auto controle de qualidade tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura;
- c) Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio já que são largamente utilizados pela indústria;
- d) Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;
- e) Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- f) Construção a seco, o que minora o uso dos recursos naturais e o desperdício;
- g) Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonados facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;
- h) Melhores níveis de desempenho termo-acústico que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento;
- i) Facilidade na execução das ligações;

- j) Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem;
- k) O aço é um material incombustível;
- l) O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades;
- m) Grande flexibilidade do projeto arquitetônico, não limitando a criatividade do arquiteto.

Ainda na mesma literatura, o LSF tem inúmeras vantagens sobre a construção convencional, pois se trata de um processo altamente industrializado e por isso tecnologicamente avançado se comparado com o sistemas construtivo convencional. A grande resistência do aço também contribui para este fato, com sua grande durabilidade e facilidade de manuseio e montagem. Além disso, a construção em LSF é seca, diminuindo o uso de recursos naturais e desperdícios de materiais, e tem um bom desempenho termo-acústico.

4.7.2. Desvantagens

Para Moraes (2004), algumas das desvantagens do LSF que pode ser ressaltada é primeiramente com 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 6 pavimento no Brasil. Nos Estados Unidos existem alguns estados onde se pode construir até 8 pavimentos, mas 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 prédios tão altos. Outro ponto como 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. O que acontece é que a cultura das construtoras faz com que o sistema não seja executado da maneira correta, pois o objetivo é sempre minimizar os custos.

4.8. Considerações no Custo no LSF

Segundo Sanches e Sato (2009), as etapas mais relevantes para a construção de uma unidade habitacional em LSF são de fechamento, revestimento e a estrutura. Portanto, demandam mais trabalho, material e tempo, e conseqüentemente, demanda mais recursos financeiros para sua execução. Em conjunto, essas etapas são responsáveis por mais de 44% do valor do imóvel.

Sobre a velocidade construtiva no sistema, se tem impactos no custo ao se utilizar menos mão ao não se necessitar dela por tanto tempo. O sistema pode tanto ser montado todo “*in loco*”, como pode ser pré-fabricado e montado em algum galpão e pode só a estrutura ou com os subsistemas já instalados e embutidos (SANCHES; SATO, 2009). Para efeito deste estudo, o sistema que foi utilizado é o de montagem “*in loco*”.

5. Metodologia para Estudo de Caso

Como o tema deste estudo é a viabilidade técnica e econômica do LSF em construções residenciais de baixa renda, a metodologia utilizada para estudar o caso será relacionada com dados comparativos em relação ao orçamento, tempo para execução, e indicadores de viabilidade entre os dois métodos construtivos, um com o LSF e o outro com o método convencional em concreto armado.

5.1. Orçamento

5.1.1. Definição

Orçamento pode ser conceituado (ZDANOWICZ, 1984) como instrumento de planejamento e controle vinculado aos planos de produção e investimento com a finalidade de otimizar o rendimento dos recursos físicos e monetários à disposição da empresa. Da mesma forma, LUNKES (2007) define como “a ação ou efeito de orçar. Cálculo dos gastos com a realização de qualquer obra ou empresa. Cálculo prévio da receita e despesa.”

Na construção civil, orçamento compreende o levantamento da quantidade de serviços, junto com seus respectivos preços unitários e os preços globais do investimento. É feita a descrição destes serviços em forma de planilha com suas respectivas unidades de medidas e quantidades, composição dos preços unitários envolvendo mão de obra e materiais, e referencialmente o valor total por item e o valor global da obra (COELHO, 2001 *apud* KNOLSEISEN, 2003).

Santos (2010) complementa afirmando que o orçamento da obra é uma ferramenta de gerenciamento utilizada por muitas empresas, fornecendo dados suficientes para se obter uma base

para uma tomada de decisões e execução de serviços com uma visão quantitativa e financeira dos recursos.

Apesar do orçamento ter uma importância muito grande, deve ficar claro que o orçamento é uma estimativa de custos do empreendimento. Um orçamento bem feito, com critérios técnicos estabelecidos, sendo feito por um bom profissional com um bom julgamento, pode gerar uma alta precisão no orçamento, porém é impossível ser exato, pois não há como se fixar o custo de um empreendimento de antemão (MATTOS, 2006).

Neste trabalho, serão apresentados os seguintes tipos de orçamento e indicadores:

- a) Orçamento convencional;
- b) Orçamento operacional;
- c) Curva de agregação de recursos (curva “S”);
- d) Cronograma.

5.1.2. Orçamento Convencional

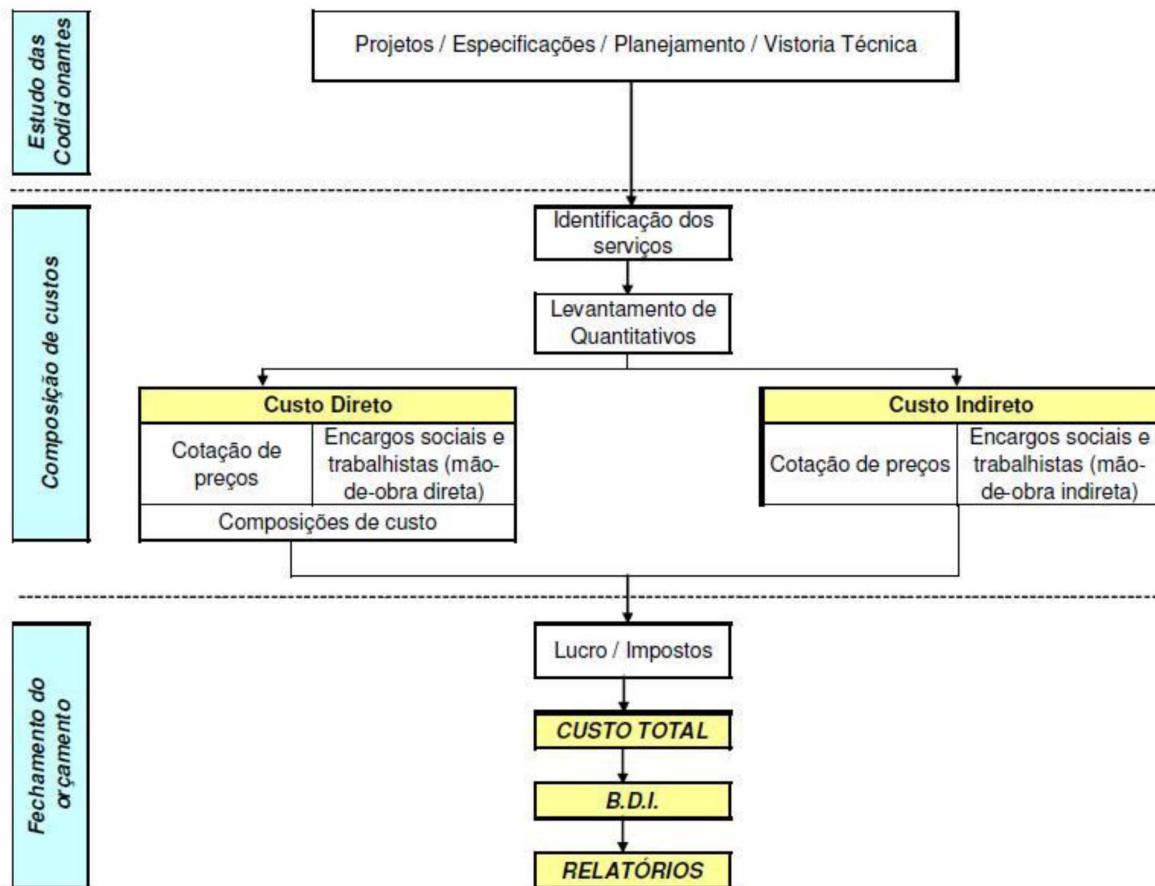
Segundo MENDONÇA *et al* (2006), este tipo de orçamento é o mais utilizado na construção civil e é usualmente confeccionado tomando padrões pré-estabelecidos por bibliografias de apoio ou por softwares de computador.

No âmbito da construção civil, pode-se definir orçamento como uma estimativa ou previsão tanto em termos físicos quanto monetários, seja para empresa como um todo ou para um obra específica, que visa guiar o gerenciamento e a tomada de decisões. Os quantitativos monetários podem ser: receitas, custos, despesas, recebimentos, desembolsos. Os físicos são quantidades de materiais

utilizados na construção, material de escritórios, horas de mão de obra ou equipamentos (PIETER; VAART, 2004).

O processo convencional de orçamento pode ser dividido em três etapas segundo Mattos (2006): estudo de condicionantes, composição de custos e fechamento do orçamento. Estas etapas estão organizadas e separadas no fluxograma abaixo indicando a ordem das fases para elaboração do orçamento.

Figura 22: Fluxograma das etapas de elaboração de orçamento convencional. Fonte: JESUS (2008)



5.1.2.1. Estudo das Condicionantes

As condicionantes são os fatores que limitadores para realização do empreendimento. Deve-se estudá-las e avaliá-las para se obter um orçamento bem elaborado. Estes fatores condicionantes são: projeto e especificação técnica, leitura e interpretação do edital (no caso de obras públicas), planejamento e vistoria técnica (JESUS, 2008).

- Projetos e Especificações Técnicas

A matriz para qualquer obra é o projeto. É a base inicial para realização de orçamento. São deles que são levantados os quantitativos, inter-relação entre atividades, grau de dificuldade das tarefas e serviços. E são as especificações técnicas expostas no projeto que representam informações mais qualitativa especificando como as atividades devem ser executadas, o tipo de material, ensaios a serem realizados, padrão do acabamento, entre outros (SANTOS, 2010).

- Leitura e Interpretação do Edital

A partir do edital, é possível colher informações essenciais para a realização do orçamento. É este documento que rege a licitação e traz as regras do projeto (MATTOS, 2006 apud SANTOS et al., 2010). Dentre as informações que são extraídas do edital, estão: prazo da obra, limitação dos horários de trabalho e de acesso à obra, facilidades disponibilizadas pelo contratante, critérios de medição e reajuste do contrato, seguros exigidos, dentre outros. Estes dados que irão ser utilizados pelo orçamentista, principalmente na composição dos custos indiretos (JESUS, 2008).

Para o caso de obras não públicas, não necessariamente se tem um edital, e sim uma orientação do cliente quanto ao serviço a ser executado.

- Planejamento

As condições de prazo determinadas no planejamento influenciarão diretamente no orçamento, visto que o desembolso de recursos está ligado a este processo, tanto para mobilização de pessoas (mão de obra) quanto para materiais necessários para a obra. Resumidamente, no planejamento se determina o tempo necessário para a execução da atividade, de maneira que pode-se optar pela quantidade de pessoas e materiais necessários, podendo variar para mais ou para menos o valor de determinado serviço (SANTOS, 2010).

- Vistoria Técnica

Segundo DIAS (2001), não é possível se elaborar um orçamento bom e preciso, seja ela sobre uma construção ou reformar simples ou não, sem que se faça uma vistoria técnica ao local em que será realizado o trabalho. Toma-se como base que a vistoria é essencial para a obtenção de informações que não estão no projeto, por exemplo, podendo assim identificar seus erros e divergências com a realidade.

Para MATTOS (2006), a vistoria serve para colher informações tais como: avaliar os estados das vias de acesso ao redor do empreendimento, tirar fotos, disponibilidade de material e mão de obra na região. Além disto, MATTOS (2006) apud SANTOS (2010) afirma que para que se obtenha um orçamento mais preciso e acurado, a experiência e familiaridade do orçamentista com o tipo de obra é essencial.

5.1.2.2. Composição de Custos

Esta etapa consiste na identificação dos serviços e levantamento de quantitativos para assim determinar seus custos diretos e indiretos referentes a realização do serviço. É, assim, uma etapa

crítica, pois demanda mais tempo de trabalho da equipe de orçamento e qualquer erro obtido nesta fase implica em significativas implicações na elaboração final do orçamento, levando em conta que é nesta etapa que se dimensiona equipes de trabalho, levanta materiais que serão utilizados na obra em função dos prazos estabelecidos antes da elaboração deste (GOLDMAN, 2004).

- Identificação dos Serviços e Levantamento de Quantitativos

Com as informações obtidas na etapa de Estudo das Condicionantes, deve-se primeiro listar todos os serviços necessários para a execução da obra, e esses devem ser organizados cronologicamente, para depois obter-se os quantitativos destes serviços para então iniciar o processo de orçamento (SANTOS, 2010).

SANTOS (2010) ainda alerta que, em alguns casos, o contratante elabora a planilha orçamentária, porém mesmo assim o responsável pelo orçamento deve elaborar sua própria planilha de acordo com seu estudo para que haja uma outra confirmação dos serviços e quantitativos necessários a fim de minimizar o erro, contribuindo para a precisão do orçamento e das futuras tomadas de decisão como foi descrito acima.

- Determinação dos Custos Diretos

Os custos diretos representam as despesas relacionadas aos serviços realizados na obra, ou seja, materiais, máquinas, insumos, mão de obra. Se determina estes custos através do custo unitário de cada serviço utilizado multiplicando pelo quantitativo necessário para a realização da obra, obtendo-se assim o custo direto total deste serviço, somente (SANTOS, 2010).

O custo unitário é determinado relacionando os insumos com a realização do serviço propriamente dito com seu índice unitário que representa a quantidade de cada insumo necessária para a

realização de uma unidade de serviço, ou mesmo relacionando mão de obra com o serviço com o custo unitário de homem hora (MATTOS, 2006).

Pode-se optar por algumas planilhas como base para obter os dados dos custos unitários. A mais utilizada é a do TCPO (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos, da editora PINI), mas existem outras fontes possíveis para obter estes dados, como: SANEAGO (Saneamento de Goiás S.A.), por exemplo.

Tabela 6: Tabela Preço Base Unitário. Fonte: SANEAGO, 2012.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	PREÇO
I	OBRAS LOCALIZADAS		
I.01	SERVIÇOS PRELIMINARES		
I.01.1	BARRACÃO, SANITÁRIO, ALMOX. E DEPOSITO DE CIMENTO	M²	102,38
I.01.2	DEMOLIÇÃO MANUAL DE CONCRETO ARMADO	M³	141,11
I.01.3	DEMOLIÇÃO CONCRETO ARMADO COM MARTELETE PNEUMÁTICO	M³	266,26
I.01.4	DEMOLIÇÃO REVESTIMENTO ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA	M²	6,95
I.01.5	DEMOLIÇÃO PISO CIMENTADO SOBRE BASE DE CONCRETO	M²	5,06
I.01.6	DEMOLIÇÃO ALVENARIA TIJOLOS COMUNS COM LIMPEZA E EMPILHAMENTO	M³	46,57
I.01.7	DEMOLIÇÃO PISO EM LADRILHOS CERÂMICOS	M²	6,15
I.01.8	LIMPEZA MANUAL TERRENO COM/RETIRADA VEGETAÇÃO EXISTENTE E QUEIMA DA MESMA	M²	0,66
I.01.9	LIMPEZA MECANIZADA TERRENO COM RASPAGEM SUPERFICIAL	M²	0,23
I.01.10	TAPUME EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA	M²	35,48
I.01.11	CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO DE TAPUME PROV. COM ALTURA DE 2 M MADEIRA COM APROVEITAMENTO = 10 VEZES	M	19,54
I.01.12	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1.0 M COM PROFUNDIDADE DE 15 A 20M	M	67,30
I.01.13	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1.0 M COM PROFUNDIDADE DE 10 A 15M	M	53,84
I.01.14	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1.0 M COM PROFUNDIDADE DE 5 A 10M	M	40,38
I.01.15	ABERTURA POÇO PARA CISTERNA TERRENO COMPACTO COM DN 1.0 M COM PROFUNDIDADE DE 5 M	M	33,65
I.01.16	FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO	UN	2.160,23
I.01.17	LOCAÇÃO E DEMARCAÇÃO DA OBRA	M²	6,53
I.01.18	CADEADO PADO OU PAPAIZ Nº. 35	UN	13,56
I.01.19	LIMPEZA DE FAIXA	M²	0,23

- Determinação dos Custos Indiretos

De acordo com Mattos (2006), os custo indiretos são aqueles que não estão diretamente associados aos serviços da obra em si, mas que são também necessários para que a obra seja executada, como os custos administrativos, equipes técnicas, mobilização e desmobilização de canteiro, por exemplo.

Este tipo de custo varia com a complexidade e tipo da obra, com a cultura e porte da empresa construtora, com a localização e prazo da obra. Portanto, o cálculo deste custo deve ser influenciado pelas particularidades de cada empreendimento (MATTOS, 2007).

Para Tisaka (2011) a soma dos custos unitários dos serviços requeridos para a obra com os custos de infraestrutura para a realização do empreendimento, resultam nos fatores que constituem os custos diretos e indiretos denominados a cima.

Tabela 7: Custos Diretos e Indiretos. Fonte: MATTOS, 2007.

CUSTO TOTAL	CUSTOS DIRETOS	MATERIAIS
		MÃO-DE-OBRA OPERACIONAL
		EQUIPAMENTO
	CUSTOS INDIRETOS	DES. ADMINISTRATIVAS
		DES. COMERCIAIS
		DES. FINANCEIRAS
		DES. TRIBUTÁRIAS
		MÃO-DE-OBRA TÉCNICA
		CANTEIRO DE OBRAS
		SEGURANÇA DO TRABALHO
		OUTROS CUSTOS

- Encargos Sociais e Trabalhistas

Definido por MATTOS (2006), os encargos sociais e trabalhistas são impostos aplicados em percentual na mão de obra. Incidem sobre a hora trabalhada e benefícios do trabalhador e que são pagos pelo empregador.

O mesmo autor afirma que os encargos devem ser aplicados ao orçamento, sendo o empregador obrigado a arcar com estes custo previstos em lei.

- Bonificação de Despesas Indiretas (BDI)

De acordo com o Instituto de Engenharia (2011) e MATTOS (2006), o BDI é a taxa adicionada ao custo direto dos itens de uma obra ou serviço para chegar ao preço de venda ou orçamento.

Para TISAKA (2011), de maneira comparativa, o custo direto representa todos os valores constantes da planilha, e o BDI é um adicional ao custo direto para se obter o valor do orçamento.

De acordo com a TCPO, o cálculo do BDI é realizado após o levantamento dos custos diretos.

5.1.2.3. Fechamento do Orçamento

Para finalizar, segue-se ao fechamento deste tipo de orçamento que é a planilha que representa a discriminação de cada item do empreendimento, preço unitário de material, preço unitário de mão de obra, e também os custos diretos e indiretos, preço de venda e BDI, segundo SANTOS; SILVA; OLIVEIRA (2012).

5.1.3. Orçamento Operacional

MENDONÇA (2006) apresenta orçamento operacional de maneira em que há preocupação com todos os detalhes de como a obra será executada, projetando os custos de acordo com a cronologia dos serviços na obra. Consiste em acertar as informações pelo orçamento convencional com os dados obtidos no campo seguindo a execução ou operação, segundo CABRAL (1988).

A partir da representação operacional na realização do orçamento, há mais facilidade em identificar atividades e variáveis que influenciam o custo de um empreendimento, como por exemplo o volume da equipe de gerência, rapidez no desprendimento de recursos, utilização de equipamentos e seu tempo de permanência na obra, e o prazo de entrega da obra (HEINECK, 1986).

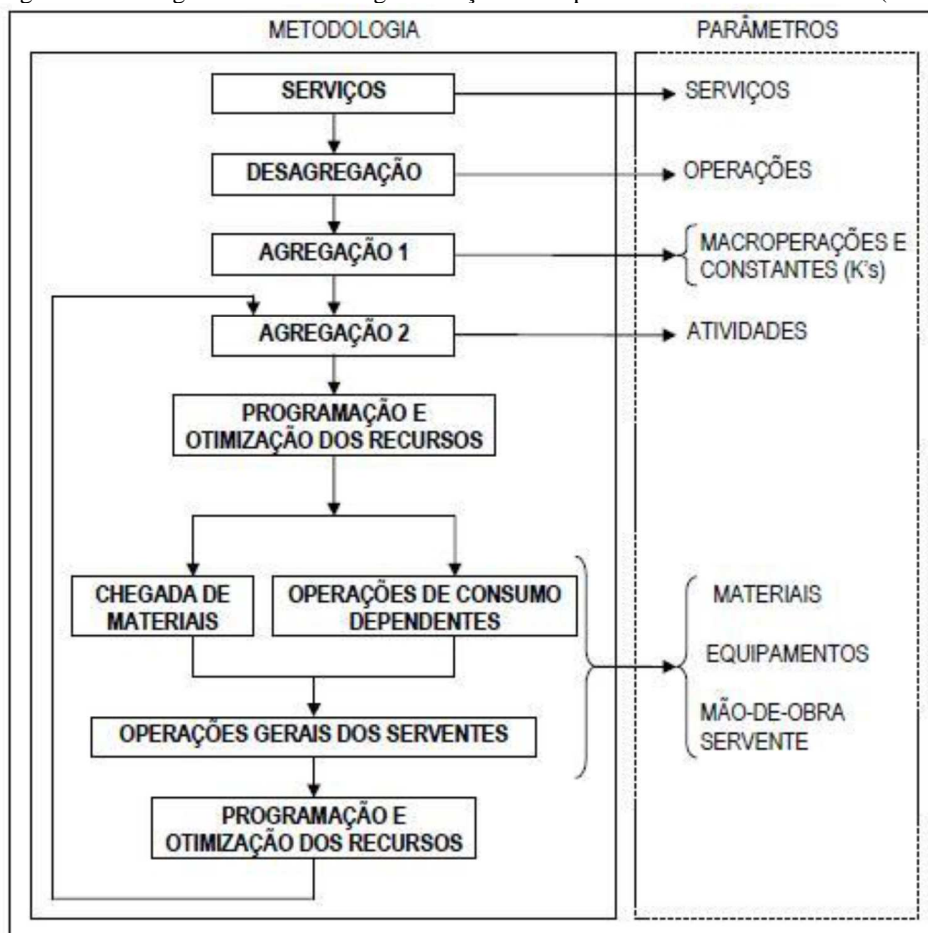
Para CABRAL (1988), uma forma resumida com os passos para a confecção de um orçamento operacional estão apresentados abaixo:

- a) 1ª etapa: Desagregação dos serviços: os serviços devem ser desagregados em suas operações, definindo coeficientes de consumo dos insumos para cada uma delas. Os critérios desta etapa são os relacionados com o momento da execução do serviço na obra, os diferentes tipos de mão de obra e os custos fixos, sendo que estes serviços desagregados são apresentados em redes (CABRAL, 1988 apud SANTOS, 2010).
- b) 2ª etapa: Agregação das operações (1 e 2): tendo em vista que a desagregação dos serviços resulta em uma quantidade muito grande de operações, e que diversas vezes não são muito diferentes, objetiva-se agregar ao máximo as operações, tendo assim as macro operações. Estas operações podem ser agregadas se possuírem, ao mesmo tempo, estas características: mesmo momento de execução durante a obra, mesmo tipo de mão de obra e unidades de medida proporcionais. Após isso, se segue a agregação de pequenas operações e macro operações, usando somente o critério de momento no processo executivo, que resultará em uma atividade. Isto é feito com o objetivo de facilitar a visualização dos serviços da obra como um todo e evitar superposição na alocação da mão de obra, o que seria um custo totalmente desnecessário (MENDONÇA, 2006).
- c) 3ª etapa: Outras considerações: seguindo as etapas anteriores, existe ainda a possibilidade de incluir eventos, como a inclusão no orçamento no momento da chegada dos principais materiais com suas quantidades, o qual pode ser útil para o gerenciamento de compras de materiais, outra possibilidade seria de incluir as operações de consumo em função da programação, como operações de chegada de recebimento de materiais, e também as

operações gerais dos serventes, as quais não estão necessariamente ligadas com a operação principal, que seria o recebimento de materiais, por exemplo.

Um bom exemplo para representar o orçamento operacional ou executivo seria o serviço de alvenaria de tijolos. O custo de locação de paredes não é proporcional ao metro quadrado de alvenaria, mas sim ao número de trechos e comprimentos. O custo que, a princípio, seria considerado junto e proporcional à unidade unitária do custo do metro quadrado no orçamento convencional, seria considerado separadamente no orçamento operacional sendo representado por uma operação (MENDONÇA, 2006).

Figura 23: Fluxograma da metodologia do orçamento operacional. Fonte: CABRAL (1988)



Por fim, a comparação entre os dois orçamentos, operacional e convencional, claramente há a maior distinção com o fator tempo. No orçamento operacional, o ponto de partida é uma programação pré-estabelecida, analisando detalhadamente o processo construtivo para se obter uma estimativa de custo detalhada, já no orçamento convencional, a trabalho é baseado na obra finalizada, em que no caso não se considera o processo envolvido na fase de execução da obra (SANTOS, 2009).

5.1.4. Curva de Agregação de Recursos (Curva “S”)

Para HEINECK (1986), a curva de agregação de recursos se refere a adição de conceitos de orçamento com técnicas operacionais de planejamento, como, por exemplo, gráfico de Gantt e redes de procedência que expressam o desenvolvimento do consumo de recursos como materiais, insumos e mão de obra, de cada período da produção, analisando o progresso do empreendimento de acordo com que as tarefas são realizadas. Portanto, as curvas de agregação de recursos correlacionam os recursos gastos com o tempo, sendo o eixo y recursos e o eixo x tempo.

A forma representativa dos recursos podem ser dispostos em cumulativa ou não cumulativa. A partir da forma não cumulativa, é possível visualizar a mobilização de recursos e sua intensidade através do gráfico, e por representar o longo do tempo, a curva apresenta uma forma qualquer e sua área indica o custo total da obra. A curva de agregação de recursos cumulativa, ou mais conhecida como curva “S”, é representada pela integral da curva não cumulativa, sendo que a curva tangencia ao infinito a ordenada que representa o custo total da obra (KERN; FORMOSO, 2003).

A curva “S” tem como principal função de resumir muitos dados em uma única representação do andamento do empreendimento, acompanhando sua implantação (SCOPEL ET AL., 2006). A

essência é que indica o valor de recursos despendidos desde o começo do processo até sua finalização (KERN, 2005).

Gráfico 1: Curva de agregação de recurso não cumulativa. Fonte: HEINECK, 1986.

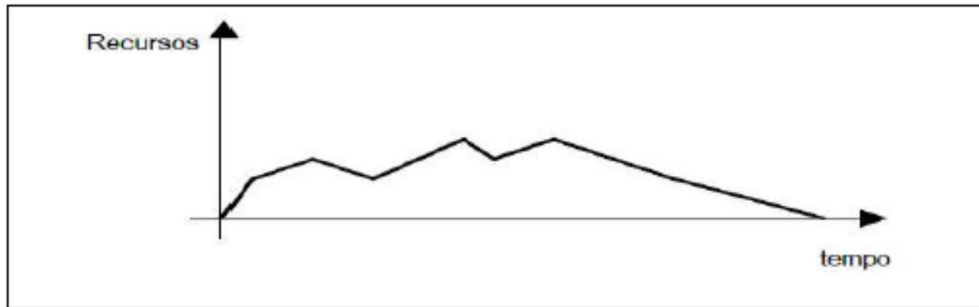
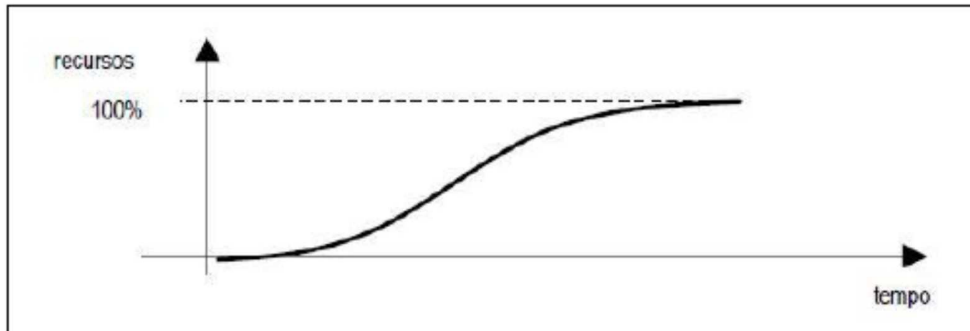


Gráfico 2: Curva de agregação de recurso cumulativa. Fonte: HEINECK, 1986.



5.1.5. Cronograma

Para MATTOS (2010), o cronograma é um instrumento do planejamento da obra, com frequência diária, que se utiliza como referência para tomada de decisões a nível gerencial e da equipe, como, por exemplo, fazer pedidos de compra, programar atividades de equipes no campo, checar o progresso das atividades, replanejar obras caso haja interferência de uma frente com outra, etc.

Segundo Santos; Silva; Oliveira (2012), é importante planejar os objetivos a serem alcançados para se obter resultado dentro do prazo estabelecido para que os períodos no cronograma sejam respeitados e cumpridos corretamente. Sua importância advém de garantir que as tarefas estabelecidas sejam executadas, cumprindo as metas da execução de cada serviço, de acordo com

Almeida (2003). O mesmo autor ainda afirma que o cronograma expressa as etapas de execução de obra e a estimativa do prazo a ser cumprido contando desde o início estabelecido na ordem de serviço até a finalização e entrega da obra.

O cronograma físico-financeiro é uma representação gráfica do desenvolvimento das tarefas a serem executadas durante a obra, indicando, para cada período, o percentual físico a ser executado e o respectivo e o respectivo valor financeiro referente a etapa (TISAKA, 2011).

Figura 24: Cronograma de Obra. Fonte: construa.wordpress.com, 2013.

Cronograma de Obra									
No. Item	Tarefa	Data de início	Duração (dias)	Data de término	Cronograma				
					ago/11	out/11	dez/11	jan/12	mar/12
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	24/08/2011	7	31/08/2011					
2	FUNDAÇÕES	31/08/2011	14	14/09/2011					
3	SUPERESTRUTURA	14/09/2011	60	13/11/2011					
4	FORRO	13/11/2011	5	18/11/2011					
5	COBERTURA	13/11/2011	12	25/11/2011					
6	ESCADAS E CIRCULAÇÕES	20/11/2011	12	02/12/2011					
7	REVESTIMENTO	13/11/2011	60	12/01/2012					
8	PISOS	31/12/2011	30	30/01/2012					
9	PINTURA	30/01/2012	28	27/02/2012					
10	ESQUADRIAS E FERRAGENS	12/01/2012	14	26/01/2012					
11	APARELHOS E METAIS SANITÁRIOS	30/01/2012	7	06/02/2012					
12	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	24/10/2011	30	23/11/2011					
13	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	24/10/2011	30	23/11/2011					
14	INSTALAÇÕES DE GÁS	24/10/2011	10	03/11/2011					
15	PAISAGISMO	27/02/2012	12	10/03/2012					
16	LIMPEZA FINAL	10/03/2012	3	13/03/2012					

5.1.6. Escolha dos Métodos para Aplicar na Pesquisa

Dentre os métodos e ferramentas citados acima, considerando que a empresa em estudo é uma empresa de pequeno porte ainda em processo de estruturação com enfoque em obras privadas financiadas com recurso próprio, foi optado para efeitos do estudo referido – comparação entre dois métodos executivos de construção diferentes – as técnicas de orçamento convencional aliado ao cronograma do empreendimento.

O motivo da referida opção deve-se, como o nome convencional já diz, ao fato de a empresa ser de pequeno porte e não totalmente estruturada, portanto o objetivo é simplificar a aplicabilidade

do método de orçamento convencional utilizando ferramentas práticas, porém indispensáveis e muito úteis.

5.2. Viabilidade

5.2.1. Objetivos do Estudo de Viabilidade

Segundo KRAYCHETE (1997), o estudo de viabilidade econômica tem como objetivos básicos identificar e fortalecer as condições necessárias para o empreendimento dar certo, e a tentativa de identificar e neutralizar os fatores que podem dificultar as possibilidades de êxito do empreendimento.

O mesmo autor ainda afirma que existe uma característica essencial ao estudo: ele deve ser feita antes que qualquer atividade se inicie, pois se o empreendimento ou obra não for viável, algumas alterações devem ser feitas ao projeto.

5.2.2. No que Consiste o Estudo de Viabilidade

Para KRAYCHETE (1997), o estudo de viabilidade condiz com dois aspectos: o primeiro condizente com questões estritamente econômicas e, o segundo que implica em definir as relações que as pessoas envolvidas no projeto vão estabelecer entre si, as tarefas, compromissos e responsabilidades a serem conjuntamente assumidos. Sobre este segundo aspecto, se denominam de questões associativas que englobam o estudo de viabilidade.

O mesmo autor ainda afirma que o estudo de viabilidade identifica as circunstâncias para que os objetivos traçados pelo empreendedor sejam alcançados com dependência maior deste, não estando subordinado às inconstâncias e às formas aleatórias dos cenários. Seguindo na mesma obra, KRAYCHETE (1997) apud ROCHA (2008) expõe a relevância de algumas perguntas para

se obter respostas que voa iniciar a avaliação de viabilidade econômica de um empreendimento, tais como:

- a) Que quantidade será produzida?
- b) Como será feita a aquisição de matéria-prima?
- c) Que equipamentos, insumos e instalações serão necessárias às operações?
- d) Haverá demanda para a venda de toda a produção planejada?
- e) Onde será vendido o produto?
- f) Quais são as questões referentes a logística?
- g) Que preço será aplicado na venda?
- h) Terá que se pagar algum imposto?

Segundo ROCHA (2008), ao tomar este ponto de partida, os custos e as despesas são levantados, e os custos de capital e as projeções de caixa são analisados para se definir o *payback*, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

5.2.3. Métodos de Análise de Viabilidade

5.2.3.1. Custos e Despesas

A função de fazer um estudo de viabilidade é lançar um produto no mercado, sendo assim, a necessidade de análise de despesas e custo é essencial. A apuração, análise, e controle de custos fornecem dados de suma importância para a tomada de decisões, como o levantamento de preços, avaliação econômica de novos projetos, entre outros (SANTOS, 2001).

Segundo ROCHA (2008), os custos podem ser divididos entre fixos ou variáveis, correspondendo aos gastos que vão até o momento no qual o produto está pronto para venda.

[...] deve ser notado que todos os gastos operacionais incorridos na produção de bens ou serviços têm um custo-oportunidade (o dinheiro poderia ser aplicado no mercado financeiro). Como esses gastos são explícitos e geram desembolso direto, têm seu custo-oportunidade representado pelos respectivos valores. O custo-oportunidade é utilizado com as seguintes finalidades: avaliação de investimentos; decisões de preço; decisões de comprar *versus* alugar. (SANTOS, 2001, p. 169-170).

Segundo SANTOS (2001), o trabalho de análise de custo abrange as fases de preparação de informações de custos e sua interpretação. A etapa de preparação das informações de custo consiste em na atualização monetária dos custos. Sendo assim, ao conhecer os custos e despesas relacionadas a um empreendimento, pode-se tomar as decisões de aplicação de capital mais facilmente.

5.2.3.2. Custo de Capital

Para BRAGA (1989), o custo de capital corresponde à média ponderada das taxas de custo de várias fontes de financiamento a longo prazo que integram a estrutura de capital da empresa. Ao se avaliar propostas de investimento através de métodos que consideram o valor do dinheiro no decorrer do tempo implica a definição de uma taxa de retorno compatível com o risco envolvido, segundo o mesmo autor citado acima. Um projeto que aumente o risco global do empreendimento terá como resultado uma previsão de um retorno superior ao custo de capital, mantendo em mente que como o risco é alto, esta previsão de retorno superior pode não ser concretizada.

O estabelecimento do custo de capital é representado como elemento de suma importância para as decisões orçamentárias, evidenciando a taxa mínima de retorno exigida para a aprovação do investimento no empreendimento (ROCHA, 2008).

5.2.3.3. Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE (2008), quando se analisa uma proposta de investimento qualquer, deve-se manter em mente a possibilidade de investir este mesmo capital em um outro investimento que poderia ter retornos maiores ou não. Para isto, esta nova proposta de investimento seja atrativa, deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade de projetos ou aplicações de pouco risco.

A taxa mínima de atratividade é a taxa de desconto do fluxo de caixa, compatível com o tipo de empreendimento, e também com a expectativa mínima de retorno ao empreendedor, segundo a NBR 14653-4 (ABNT, 2002).

5.2.3.4. Método do Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo os autores CASAROTTO FILHO e KOPITTKKE (2008), o VPL é o somatório dos fluxos de caixa descontados do projeto em análise. Como já mencionado, se considera o dinheiro no tempo, ou seja, não é correto simplesmente somar os fluxos de caixa envolvidos sem antes ajustá-los a uma taxa de desconto para o presente. A melhor opção é a que apresentar o melhor valor presente líquido. A taxa utilizada para desconto do fluxo para trazê-la ao presente é a taxa mínima de retorno.

A superioridade do VPL é explicada por ROSS, WESTERFIELD, JAFFE (2002) por 3 atributos:

- a) O VPL utiliza fluxo de caixa: os fluxos de caixa de um projeto podem ser utilizados para outras finalidades.
- b) O VPL usa todo os fluxos de caixa do projeto: outros métodos não utilizam o fluxo de caixa a partir de uma certa data.

- c) O VPL desconta os fluxos de caixa de maneira correta: outros indicadores ignoram o valor do dinheiro ao longo do tempo ao se relacionar com o fluxo de caixa.

O VPL, como indicador, tem como objetivo obter um valor no momento considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado de uma série de receitas e dispêndios (HIRSCHFELD, 1989).

O VPL de uma previsão de um investimento é igual à diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa do projeto com seu investimento inicial necessário, com o desconto dos fluxos de caixa obtidos através de uma taxa pré-definida (SILVA, 2007).

Sua representação algébrica é a soma de todos os fluxos de caixa descontados no momento inicial (t=0) por uma taxa (i) (MOTTA; CALÔBA, 2002).

Tabela 8: Fórmula do VPL. Fonte: STROHHECKER, 2010.

$$\text{VPL} = \frac{\text{FC}_0}{(1+i)^0} + \frac{\text{FC}_1}{(1+i)^1} + \frac{\text{FC}_2}{(1+i)^2} + \frac{\text{FC}_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{\text{FC}_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

- FC_n representa os retornos gerados, ou seja, o valor das entradas do fluxo de caixa.

- i : é a taxa que representa o esperado para o investimento, ou seja, a taxa mínima de atratividade do investimento, para que se possa avaliar se os dados resultam em um VPL positivo.

As principais vantagens do VPL são:

- É uma medida absoluta de valor
- Demonstra uma noção do risco envolvido
- Considera o valor do dinheiro ao longo do tempo

d) Considera todos os fluxos de caixa envolvidos

(HEINECK; BARROS NETO; ABREU, 2008)

Ainda na linha dos autores imediatamente acima, cita-se como desvantagem do VPL o fato de não se obter uma taxa para efeitos comparativos.

5.2.3.5. Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo HOJI (2006), a taxa interna de retorno pode ser referida também como taxa de desconto do fluxo de caixa. A TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos (saídas) e recebimentos (entradas), que tem como função descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente para se obter cada valor do fluxo de caixa no momento em que se deseja para se fazer as comparações. É usual tomar o momento zero como referência para as comparações de fluxos de caixa (NETO, 2006).

A soma das saídas deve ser igual à soma das entradas no momento referencial para comparações, com o objetivo que elas se anulem. O conceito de TIR é usado para o cálculo da taxa “i” quando há mais de um pagamento e mais de um recebimento ou quando as parcelas de pagamento ou recebimento não são uniformes (HOJI, 2006).

Em geral, o fluxo de caixa em $t=0$ (momento inicial), é representado pelo valor do investimento, ou empréstimo ou financiamento, e os outros fluxos de caixa representam receitas ou prestações devidas (NETO, 2006).

Comparando o cálculo do VPL (valor presente líquido) e da TIR (taxa interna de retorno), percebe-se que para o cálculo a mão o VPL representa uma maneira mais simples e rápida, porém a TIR é uma técnica sofisticada e muito utilizada para avaliação de alternativas de investimentos. Como

ela é a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero (GITMAN, 2002).

A fórmula matemática da TIR é referida apresentada da seguinte maneira (NETO, 2006):

Tabela 9: Fórmula para TIR. Fonte: NETO, 2006.

$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+K)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t}$$

Em que:

FC_t = fluxo (benefício líquido) de caixa de cada período;

K = taxa de juros equivalente periódica (TIR);

I_0 = investimento realizado no momento zero;

I_t = investimentos previstos nos períodos subsequentes.

Para NETO (2006), uma das premissas da TIR é que todos os fluxos de caixa referentes ao investimento são reinvestidos à própria TIR. Na prática, existem casos que isto não é a realidade. Não em todos os casos que existe a possibilidade de reinvestir os fluxos de caixa intermediários à TIR. Utiliza-se a TIR para avaliar investimentos de maneira muito objetiva (aceita ou rejeita o investimento). Se a TIR for maior que a taxa mínima de atratividade (TMA), o projeto é aceito. Caso contrário, o projeto é rejeitado. Isso garante ao empreendedor a obtenção de, no mínimo, a taxa mínima de atratividade estabelecida. Quando se depara com uma situação de comparação de dois investimentos, o que se obtiver a maior taxa interna de retorno será o que proporciona o maior

retorno. Para Hoji (2006), a taxa mínima de atratividade de um investimento não deve ser confundida com a taxa interna de retorno.

Para Heineck, Barros Neto e Abreu (2008), existem duas vantagens do método da TIR:

- a) Tem bom critério de aceitação;
- b) É uma medida relativa de valor que permite a comparação com outras taxas.

Como desvantagens, os mesmo autores ressaltam:

- a) Se o projeto for de investimento se obtém uma TIR diferente de se o projeto for de financiamento;
- b) Não é classificado como um bom critério de classificação, levando em consideração que em comparações existe, em alguns casos, a possibilidade de se obter um projeto com TIR mais alta que os outros, porém com VPL mais baixo. Em um caso como este, o melhor a fazer é considerar o VPL, que representa uma medida absoluta de valor em moeda. Para se obter uma comparação mais precisa, o correto é utilizar a TIR como critério para auxiliar o VPL na tomada de decisão;
- c) Existem situações onde se encontram múltiplas TIR. Ao se depara com uma situação como esta, deve-se ignorar a TIR e utilizar o VPL para tomada de decisão;
- d) Por último, existe a situação que é o contrário da anterior: não se obtém nenhuma TIR. O mesmo deve ser feito: calcular pelo VPL.

Torres (2006) explica que o método da TIR é popularmente aceito, pois é embasado no fato de que os dados necessários para o cálculo são retirados somente do fluxo de caixa de cada projeto, dispensando a utilização da taxa mínima de atratividade. Mesmo não necessitando da TMA para

se obter o cálculo da TIR, é importante defini-la para avaliar a atratividade do investimento, como já explicado acima.

5.2.3.6. Período de Payback

O período de *payback* é o tempo necessário para recuperar os recursos investidos em um projeto. O grau de incerteza desta previsão de tempo é avaliado pelo horizonte de tempo considerado em um projeto, sendo assim, quanto maior o tempo considerado para um projeto, maior a incerteza nas previsões. Desta maneira, propostas com o menor prazo para o retorno dos recursos investidos é o projeto com maior liquidez, e portanto, com menor risco. O cálculo deste tempo para este método é simples: se as entradas líquidas forem uniformemente distribuídas, deve-se dividir o investimento inicial pelas entradas de caixa; se as entradas não forem uniformemente distribuídas, elas deve ser acumuladas até atingir o valor do investimento, verificando assim seu prazo de retorno (BRAGA, 1989).

Para Silva, Ferreira, Pazzini e Abrantes (2007), o método de avaliação financeira mais simples é o tempo de retorno do investimento, ou seja, o *payback*, que apresenta o tempo que se precisa para recuperar, através de benefícios líquidos no fluxo de caixa, o dispêndio de capital investido no projeto.

De maneira simplificada, pode-se avaliar o *payback* da seguinte maneira:

Tabela 10: Fórmula para *Payback*. Fonte: SILVA; FERREIRA; PAZZINI; ABRANTES, 2007.

$$\textit{Payback} = \frac{\text{Valor do Investimento}}{\text{Valor dos Fluxos de Caixa}}$$

De acordo com a NBR 14653-4 (ABNT, 2002), *payback* é o período no qual os resultados líquidos de fluxo de caixa acumulados no projeto se igualam ao investimentos despendidos durante a extensão do projeto.

“O *Payback*, ou *payout*, é utilizado como referência para julgar a atratividade relativa das opções de investimento. Deve ser interpretado com reservas, apenas como um indicador, não servindo para seleção entre as alternativas de investimento” (MOTTA e CALÔBA, 2002, p. 96).

Segundo Ross, Westerfield e Jaffe (2002), o período de *payback* não equivale ao método do VPL, e além disto, é conceitualmente incorreto por não considerar ao fluxos de caixa e não levar em conta a vida do investimento. Embora seja incorreto conceitualmente, sua simplicidade leva este método a ser utilizado como balizador para várias decisões de investimento de pequeno porte. Estes mesmos autores alertam para não se equivocar no método com seu raciocínio financeiro falho, mas afirmam que há algumas propriedades desejáveis do ponto de vista do controle e da gestão.

5.2.3.7. Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa de um determinado projeto é imprescindível para a análise e tomada de decisão entre oportunidades de investimento que se objetiva viabilizar. Nesse âmbito, todas as oportunidades de investimentos, seja qual for, demanda o estudo de viabilidade econômica e financeira, utilizando um fluxo de caixa descontado, considerando o dinheiro ao longo do tempo com suas receitas e despesas (ZDANOWICZ, 2000).

O fluxo de caixa é o conjunto de despesas, receitas e custos de um empreendimento durante um determinado período, segundo a NBR 14653-4 (ABNT, 2002).

A construção do fluxo de caixa de um projeto de investimento deve ser realizada para que o projeto possa ser analisado com vistas a tomada de decisão sobre a implantação ou não. O fluxo de caixa é implantado mediante estimação dos valores de entradas e saídas de recursos financeiros. Em alguns casos, a venda dos produtos referente ao projeto de investimento considerado pode interferir nas vendas de outros produtos comercializados pela empresa (SOUZA, 2003, p.125).

As entradas de um fluxo de caixa estão em função de alguns elementos fundamentais, como quantidades vendidas com seus preços unitários e cronograma físico-financeiro do empreendimento. Enquanto as saídas de caixa estão relacionadas com as estimativas de custos de operação do projeto para a base de caixa (SANTOS, 2001).

Ross, Westerfield e Jordan (2000) afirmam que para construir os fluxos de caixa de um empreendimento, primeiramente fundamenta-se no fluxo de caixa operacional. E para isso, é necessário considerar a depreciação somada ao lucro operacional líquido. E se tratando de capital de terceiros, o resultado líquido pode sofrer alterações se comparado com a presença de capital próprio único, considerando-se que economiza-se no Imposto de Renda pago por despesas financeiras.

Para que não se cometa erros nas previsões de fluxo de caixa, as respostas de algumas perguntas são de extrema importância:

“O que neste investimento leva a um VPL positivo?” Devemos ser capazes de apontar algo específico como fonte de valor. Por exemplo, se a proposta em consideração envolvesse um novo produto, deveríamos fazer perguntas tais como: “Temos certeza de que nosso produto é significativamente melhor do que nossos concorrentes? Podemos realmente produzir a um custo baixo, distribuir o produto

mais eficientemente, identificar nichos de mercado inexplorados, ou assumir o controle de um mercado?” (ROSS; WESTERFIELD; JORDAN, 2000, p. 247).

Dessa maneira, pode-se dizer que as projeções de um fluxo de caixa de um dado projeto pode ser utilizado como método comparativo na análise de investimentos, pois apresenta a estruturação dos recursos despendidos e receitas organizados no tempo e planejados de acordo com as expectativas do novo empreendimento a ser implantado.

5.2.3.8. Índice de Lucratividade e Rentabilidade de Projeto

Segundo Salgado (2003), rentabilidade pode ser definido como um indicador que apresenta a velocidade de retorno do capital investido. Pode ser obtido através de seu valor percentual por unidade de tempo que representa a taxa de retorno do capital investido ao longo de um período. A rentabilidade de um projeto significa o valor percentual dos investimentos realizados que são computados como lucro.

Equação da taxa de rentabilidade

Tabela 11: Fórmula de Taxa de Rentabilidade. Fonte: SALGADO, 2003.

$$\text{Taxa de Rentabilidade} = \left(\frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Investimento}} \right)^n \cdot 100 ; \text{ sendo n: período de investimento}$$

Índice de lucratividade é a razão entre o valor presente das receitas líquidas e a receita total. É um indicador que apresenta o ganho percentual que o projeto consegue alavancar sobre o trabalho desenvolvido (SALGADO, 2003).

Para a NBR 14653-4 (ABNT, 2002), o projeto pode ser apresentado como viável se o índice de lucratividade for maior ou igual a um, para uma taxa de desconto igual ao custo de oportunidade de mesmo risco.

Tabela 12: Fórmula de Índice de Lucratividade. Fonte: SALGADO, 2003.

$$\text{Índice de Lucratividade} = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Receita Total}} \cdot 100$$

5.2.4. Viabilidade Econômica

O aspecto econômico de viabilização de empreendimentos é supostamente o primeiro aspecto para que se possa executá-lo ou não. Partindo-se de uma gama de oportunidades de investimento, é possível optar pela mais interessante, utilizando dos artifícios e métodos mencionados. Aplica-se as estimativas realistas para se obter sucesso (CERQUEIRA, 2009).

Para Bezerra da Silva (1995), a viabilidade econômica é utilizada se a decisão de investir for tomada se baseando em análises comparativas de recursos entrantes e saídas referentes ao custeio do empreendimento que resulta em lucro.

5.2.5. Métodos Sugeridos para o Estudo de caso

Para fins deste estudo, os métodos utilizados serão TIR e VPL. Eles servirão de artifício comparativo para os dois tipos de construção: a convencional e o de Light Steel Framing. O empreendimento consiste em uma unidade unifamiliar popular.

Como se trata de uma empresa nova no mercado, de pequeno porte e ainda em processo de estruturação com enfoque em obras privas financiadas com recurso próprio, estes métodos de análise de viabilidade econômica serão os utilizados para este estudo devido a sua simplicidade de cálculo e do investimento ser pequeno.

6. Estudo de Caso

6.1. Descrição

O estudo de caso referido será feito com o objetivo de se obter a comparação entre dois métodos construtivos (o convencional e o em LSF) no âmbito da viabilidade técnica e econômica. Será utilizado o orçamento já pronto de dois empreendimentos diferentes executados pela JRM Empreendimentos Imobiliários Ltda.

A empresa conta com a liderança do engenheiro Carlos Roberto Lopes de Farias com quarenta anos de experiência na construção civil nas áreas de projeto e de produção. Na época, a empresa era nova no mercado, de pequeno porte e ainda em processo de estruturação com enfoque em obras privadas financiadas com recurso próprio.

A comparação será feita entre dois sistemas construtivos para edificação de baixa renda, ou seja, residências populares unifamiliares, onde se analisará o orçamento, o cronograma físico-financeiro, fluxo de caixa e VPL, e TIR.

Sobre os dois empreendimentos, eles estão localizados no Rio de Janeiro no bairro de Campo Grande na região de Santa Luzia, e ambos os terrenos podem ser considerados o mesmo preço, pois um está exatamente ao lado do outro e tem aproximadamente a mesma área. O empreendimento em LSF são duas casas populares geminadas com dois pavimentos com dois quartos, dois banheiros completos, cozinha, sala e área externa. A área edificada das duas casas em LSF equivale a 116,20 m². O empreendimento utilizando o sistema construtivo convencional são duas casas, porém não geminadas, em que cada uma dispõe de dois quartos, um banheiro

completo e um lavabo, dois pavimentos, uma varanda, sala, cozinha e área externa. A área edificada das duas casas utilizando o sistema construtivo convencional é de 109 m².

A Figura 25 retrata ambos os empreendimentos. O em amarelo utiliza o sistema convencional e representa duas casas populares “solteiras”, como chamadas na região por não serem geminadas. A construção marcada em vermelho é em LSF e representa duas casas populares geminadas. Como visto, ambos os empreendimentos estão na mesma região, e mais especificamente, são “vizinhos”. Portanto, pode-se atribuir o mesmo preço do terreno para ambos.

Figura 25: Localização dos Empreendimentos do Estudo de Caso. Fonte: GoogleMaps, acesso em 8 ago 2013.



As casas no sistema construtivo convencional estão localizadas na Rua Renato Gabizo, Lote 2, Santa Luzia, Campo Grande, Rio de Janeiro. Enquanto as casas geminadas em LSF estão localizadas no endereço: Rua Surucuá, 19, Santa Luzia, Campo Grande, Rio de Janeiro.

6.2. Viabilidade Econômica no Sistema Convencional

6.2.1. Especificação

A especificação da construção de ambas as casas populares em concreto armado é dada a partir das especificações da Caixa Econômica Federal, de modo que sejam aceitas para o programa de financiamento para o comprador, o Programa Minha Casa Minha Vida.

Figura 26: Casas Populares referidas no Estudo de Caso no Sistema Convencional. Fonte: GoogleMaps, acesso em 8 ago 2013.



A fundação deste empreendimento foi feita em sapata. Ou seja, utilizou-se de equipamentos para escavação do terreno e concretagem das sapatas. Para execução do serviço de fundação até a primeira laje, foi contratada uma empreiteira local que cobrou um preço fixo para tal. Foi entregue a obra com as sapatas, cintamento e primeira laje.

As alvenarias foram feitas com mão de obra cobrando por m² executado. Foi utilizado bloco cerâmico, e o serviço inclui a execução de emboço em ambos os lados da alvenaria e vergas para suporte de esquadrias.

Não foi utilizado forro neste empreendimento. Foi feita e pintura de teto em que a mão de obra foi paga por m² produzido incluindo o emassamento e aplicação de tinta PVA.

O revestimento de paredes foi feito em cerâmica para banheiros e algumas paredes da cozinha.

O revestimento de piso da casa inteira foi feito em cerâmica.

As portas escolhidas para o empreendimento foram de madeira e as janelas em ferro com pintura anticorrosiva.

A instalação hidráulica foi feita com tubulações e conexões em PVC soldável. As tubulações de esgoto em PVC. O material escolhido para eletrodutos também foi o PVC, e fios e cabos com revestimento antichama.

A pintura interna foi toda feita com emassamento e pintura em PVC, inclusive o teto. Para exteriores, foi utilizada a tinta PVA para exteriores.

A escada das edificações foi feita em concreto armado e foi revestida com revestimento cerâmico, o mesmo de todo piso da casa.

A estrutura da cobertura foi feita em madeira. A telha utilizada para cobertura foi a cerâmica do tipo portuguesa.

6.2.2. Orçamento, Cronograma, Fluxo de Caixa, TIR e VPL para Casas Convencionais

Como já explicitado, tanto o terreno da construção no sistema convencional quanto o da construção em LSF tem as mesmas características e estão no mesmo local, e portanto o mesmo preço que na época valia R\$25.000,00 a área para as duas casas “solteiras” e para as casas geminadas em LSF. Os terrenos estavam sendo ofertados pela empresa ECIA – Irmãos Araújo, muito presente na região.

O orçamento feito para as casas construídas no sistema convencional, foi relevado somente os custos para a construção assim como os custos com despesas com aprovação de projeto e habite-se.

No cronograma físico-financeiro, os itens do orçamento foram distribuídos de acordo com sua ordem de execução e com a quantidade desprendida de capital para cada quinzena (15 dias).

Para a elaboração do Fluxo de Caixa e do cálculo da TIR e do VPL, foi adicionado o valor do terreno como despendido no tempo “t=0” para que os valores obtidos sejam coerentes com a realidade do investimento.

A taxa de juros média anual adotada foi de 10%. Portanto, segundo Fialho (2012), para converter taxas de juros compostas, se utiliza a fórmula a seguir:

$$Juros_{desejados} = [(1 + Juros_{conhecidos})^{\frac{\text{período desejado}}{\text{período conhecido}}}] - 1$$

Seguindo essa fórmula para calcular os juros quinzenais, tem-se:

$$Juros_{quinzenais} = \left[(1 + 0,10)^{\frac{1}{24}} \right] - 1 \approx 0,004 = 0,4\%$$

O valor de venda no qual as casas foram vendidas, foi de R\$ 90.000,00 cada uma. Sendo que as duas foram homologadas no Programa Minha Casa Minha Vida, liberando o financiamento para o comprador. Ambas as casas foram vendidas aproximadamente 90 dias após sua execução.

Tabela 13: Planilha de Orçamento para Empreendimento Sistema Convencional

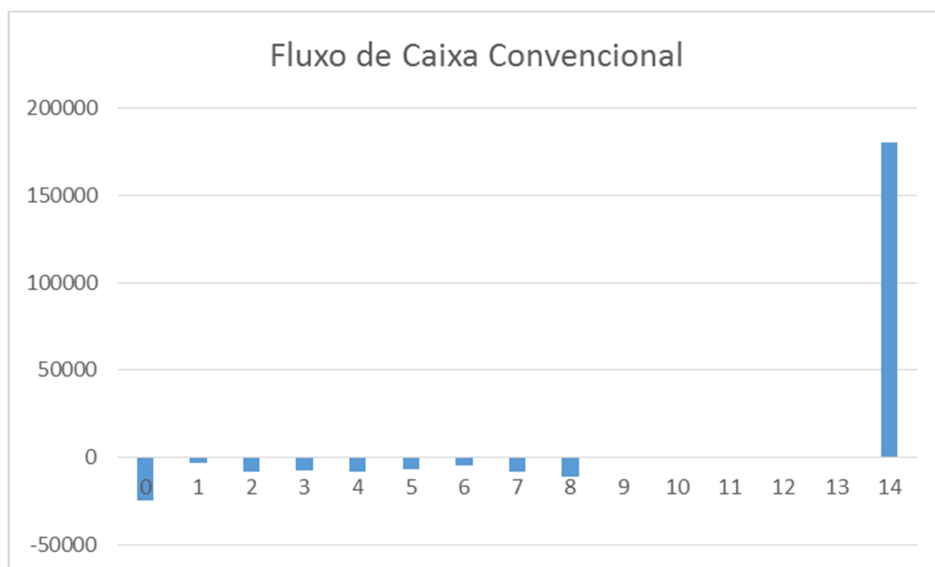
Orçamento em Construção Convencional								
Obra Rua Renato Gabizo, Lote 2 - Sta Luzia- Campo Grande								
ÍTEM	SERVIÇOS	QUANT.	UN	VALOR UNITÁRIO			VALOR TOTAL	%
				Mat	Mobra	Total		
1	Serviços Preliminares						3,200.00	
1.1	Aprovação do projeto de arquitetura					1,000.00	1,000.00	5.5%
1.2	Sondagem e Cálculo Estrutural					1,000.00	1,000.00	
1.3	Limpeza do Terreno e Locação da Obra					1,200.00	1,200.00	
2	Infra Estrutura						7,250.00	
2.1	Sapata, cintamento e laje do térreo	1.00	vb				7,250.00	12.5%
3	Supra Estrutura						4,355.00	
3.1	Pilar 20x20cm concreto armado fck=20MPa	1.50	m³	200.00	135.00	335.00	502.50	7.5%
3.2	Viga	10.00	m³	200.00	135.00	335.00	3,350.00	
3.3	Escada	1.50	m³	200.00	135.00	335.00	502.50	
3.4	Laje 2o piso e cobertura	12.00	m³	200.00	135.00	335.00	4,020.00	
4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)						9,710.00	
4.1	Alvenaria em bloco cerâmico e vergas	260.00	m2	5.00	8.50	13.50	3,510.00	16.7%
4.2	Revestimentos (emboço de paredes e tetos)	620.00	m2	5.00	5.00	10.00	6,200.00	
5	Cobertura						4,189.20	
5.1	Madeiramento	1.00	vb				1,805.00	7.2%
5.2	Telha de Cerâmica portuguesa	98.00	m2	14.00	6.00	20.00	1,960.00	
5.4	Arremate de cobertura	21.00	m	11.20	9.00	20.20	424.20	
6	Instalações Elétricas, hidro-sanitárias-gás						3,420.00	
6.1	Elétrica (conforme projeto)	1.00	vb	600.00	300.00	900.00	900.00	5.9%
6.2	Padrão (medidor de energia)	1.00	vb	100.00	300.00	400.00	400.00	
6.3	Inst.telefone e antena	1.00	vb	50.00	150.00	200.00	200.00	
6.4	Instalação hidráulica interna + caixa d'água em PVC	1.00	vb	700.00	300.00	1,000.00	1,000.00	
6.5	Abriço Hidrômetro	1.00	vb	80.00	20.00	100.00	100.00	
6.6	Instalação de gás - abriço para o bujão	1.00	vb	80.00	70.00	150.00	150.00	
6.7	Instalação de esgoto	1.00	vb	200.00	470.00	670.00	670.00	
7	Esquadrias						2,960.00	
7.1	Janelas em ferro com pintura anti-corrosiva - 1,20 x 1,00	8.00	unid.			150.00	1,200.00	5.1%
7.2	Báscula em ferro com pintura anti-corrosiva-0,60 x 0,60 (banheiros)	4.00	unid.			80.00	320.00	
7.3	Porta de ferro 0,80 x 2,10 (fundos)	2.00	unid.			270.00	540.00	
7.4	Porta de madeira 0,70 x 2,10 (quartos)	4.00	unid.			75.00	300.00	
7.5	Porta de madeira 0,60 x 2,10 (banheiros)	4.00	unid.			75.00	300.00	
7.6	Porta de madeira 0,80 x 2,10 (entrada social)	2.00	unid.			100.00	200.00	
7.7	Alçapão visita Cx. D'água	2.00	unid.			50.00	100.00	
8	Pintura Interna						7,500.00	
8.1	Emassamento e tinta PVA	500.00	m2	10.00	5.00	15.00	7,500.00	12.9%
9	Louças e metais						2,862.50	
9.1	Lavatório completo	4.00	unid.	40.00	20.00	60.00	240.00	4.9%
9.2	Vaso com caixa acoplada	4.00	unid.	150.00	20.00	170.00	680.00	
9.3	Tanque de louça branca com torneira	2.00	unid.	190.00	20.00	210.00	420.00	
9.4	Banca de pia com cuba	2.00	unid.	360.00	100.00	460.00	920.00	
9.5	Metais-torneiras, registros, rabichos, sifões	vb		100.00	502.00	602.00	602.50	
10	Revestimentos						2,540.00	
10.1	Piso cerâmico 40x40 com rodapé	80.00	m2	16.00	6.00	22.00	1,760.00	4.4%
10.2	Paredes- cerâmica 20x30 -(banheiros e cozinha)	40.00	m2	13.50	6.00	19.50	780.00	
11	Pintura externa						2,821.00	
11.1	Pintura PVA para exteriores	130.00	m2	12.00	5.00	17.00	2,821.00	4.9%
12	Área Externa						4,258.34	
12.1	Plaqueado (passeio - calçada + acesso da casa)	25.00	m2	6.00	4.70	10.70	267.50	7.3%
12.2	Gramma	40.00	m2	1.00	5.00	6.00	240.00	
12.3	Muros frontais,laterais e de fundos H= 2,00m	85.40	m2	18.00	6.60	24.60	2,100.84	
12.4	Portões - Garaçem e pedestre	vb					700.00	
12.5	CG/CI/CS - fossa	vb					950.00	
13	Habite-se						3,000.00	
13.1	Averbação do habite-se						3,000.00	5.2%
TOTAL							58,066.04	100%

Rio de Janeiro, 08 de Março de 2009

Tabela 14: Cronograma Empreendimento Sistema Convencional

Cronograma Construção Convencional												
Item	Serviço	1a quinzena	2a quinzena	3a quinzena	4a quinzena	5a quinzena	6a quinzena	7a quinzena	8a quinzena	Total do item	%/item	%Acum
1	Serviços Preliminares	100%								\$3,200.00	5.51%	5.51%
		\$3,200.00										
2	Infraestrutura		100%							\$7,250.00	12.49%	18.00%
			\$7,250.00									
3	Supraestrutura		25%	50%	25%					\$4,355.00	7.50%	25.50%
			\$1,088.75	\$2,177.50	\$1,088.75							
4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)			50%	30%	20%				\$9,710.00	16.72%	42.22%
				\$4,855.00	\$2,913.00	\$1,942.00						
5	Cobertura				50%	50%				\$4,189.20	7.21%	49.43%
					\$2,094.60	\$2,094.60						
6	Instalações			10%	10%	30%	30%	10%	10%	\$3,420.00	5.89%	55.32%
				\$342.00	\$342.00	\$1,026.00	\$1,026.00	\$342.00	\$342.00			
7	Esquadrias				20%	20%	25%	25%	10%	\$2,960.00	5.10%	60.42%
					\$592.00	\$592.00	\$740.00	\$740.00	\$296.00			
8	Pintura Interna						20%	50%	30%	\$7,500.00	12.92%	73.34%
							\$1,500.00	\$3,750.00	\$2,250.00			
9	Louças e Metais				20%	20%	20%	20%	20%	\$2,862.50	4.93%	78.27%
					\$572.50	\$572.50	\$572.50	\$572.50	\$572.50			
10	Revestimentos				25%	25%	25%	25%		\$2,540.00	4.37%	82.64%
					\$635.00	\$635.00	\$635.00	\$635.00				
11	Pintura Externa								100%	\$2,821.00	4.86%	87.50%
									\$2,821.00			
12	Área Externa							50%	50%	\$4,258.34	7.33%	94.83%
								\$2,129.17	\$2,129.17			
13	Habite-se								100%	\$3,000.00	5.17%	100.00%
									\$3,000.00			

Gráfico 3: Fluxo de Caixa Empreendimento em Sistema Convencional



Calculando-se a TIR e o VPL de acordo com as fórmulas já explicitadas neste trabalho, tem-se:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 88.272,62$$

$$\text{TIR} = 7,37\%$$

6.3. Viabilidade Econômica no Sistema LSF

6.3.1. Especificação

O empreendimento é caracterizada por duas casas populares geminadas construídas no sistema LSF. Ambas as casas também foram feitas baseadas na especificação do Programa Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal.

Figura 27: Casas Populares referidas no Estudo de Caso no Sistema LSF. Fonte: Própria.



A fundação foi feita em radier, o mesmo para as duas casas. A pequena carga de peso próprio da estrutura influi em uma fundação muito menos carregada e portanto menos custosa.

Os fechamentos foram todos feitos com painéis OSB, *drywall* e placas cimentícias. A estrutura onde foi fixada estes painéis e placas é formada por perfis de aço formados a frio, que caracterizam o sistema LSF.

Foi utilizado forro em *drywall* para embutir as instalações e como arremate da área interna.

O revestimento das paredes foi feito em tinta PVA e para áreas molhadas foi utilizado o revestimento cerâmico.

Para revestimento de piso foi utilizado o cerâmico para toda a casa.

As esquadrias utilizadas foram as mesmas da construção convencional descrita: portas em madeira e janelas em ferro com pintura anticorrosiva.

As instalações hidrosanitárias e elétrica utilizou os mesmos materiais que a outra construção em comparação. Instalação hidráulica com tubulações e conexões em PVC soldável e tubulação de esgoto em PVC. Para instalação elétrica foi utilizado eletrodutos em PVC com fios e cabos com revestimento antichama.

Pintura de exteriores e interiores foi feita com tinta PVA.

A escada foi feita com estrutura em LSF (perfis de aço formados a frio) e painel *wall* para os degraus. A escada foi revestida em cerâmica como todo piso da casa.

A estrutura de cobertura foi toda feita em LSF com telhas cerâmicas do tipo portuguesa.

6.3.2. Orçamento, Cronograma, Fluxo de Caixa, TIR e VPL para Casas em LSF

Todos os indicadores, ferramentas e taxas, como o orçamento, o cronograma, fluxo de caixa, TIR e VPL, e a taxa de juros quinzenal, foram calculado e elaboradas usando as diretrizes expostas no item 6.2.2 deste trabalho. Tanto o preço do terreno quanto o valor de venda das casas também foi o mesmo das casas feitas no sistema convencional.

O valor de venda no qual as casas foram vendidas, foi de R\$ 90.000,00 cada uma. Sendo que as duas foram homologadas no Programa Minha Casa Minha Vida, liberando o financiamento para o comprador. Ambas as casas foram vendidas aproximadamente 45 dias após sua execução. Isso se deu pela nível de acabamento que a construção em LSF apresenta, pelo conforto térmico em relação as casas em alvenaria de tijolos cerâmicos e estrutura em concreto armado, e devido ao fato de que estas residências têm dois banheiros completos.

Tabela 15: Planilha de Orçamento para Empreendimento Sistema LSF

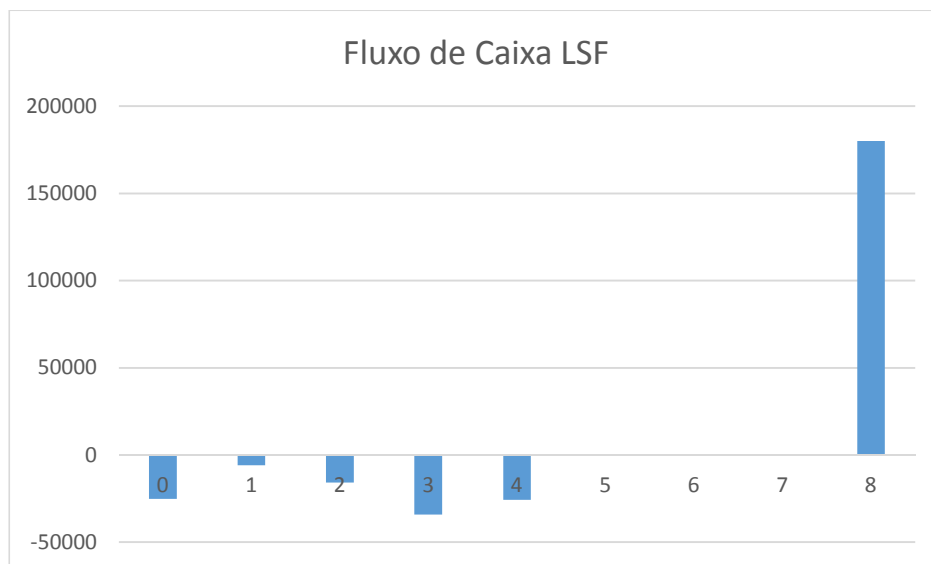
Orçamento em construção em LSF								
Obra Rua Surucuá, 19-aptos 101 e 102 - Sta Luzia- Campo Grande								
ÍTEM	SERVIÇOS	QUANT.	UN	VALOR UNITÁRIO			VALOR TOTAL	%
				Mat	Mobra	Total		
1	Serviços Preliminares						3,200.00	
1.1	Aprovação do projeto de arquitetura		vb			1,000.00	1,000.00	3.9%
1.2	Sondagem e Cálculo Estrutural		vb			1,000.00	1,000.00	
1.3	Limpeza do Terreno e Locação da Obra		vb			1,200.00	1,200.00	
2	Infra Estrutura						2,562.00	
2.1	Radier - concreto usinado - fck=20	9.00	m3	210.00	4.00	214.00	1,926.00	3.1%
2.2	Tela eletrosoldada - 4.2mm 15x15 cm	10.00	unid	39.60	6.00	45.60	456.00	
2.3	Forma	18.00	m2	6.00	4.00	10.00	180.00	
3	Supra Estrutura						20,915.40	
3.1	Aço Galvanizado 0.95 estrutural (incluindo escada)	2500.00	kg	4.71	1.50	6.21	15,525.00	25.6%
3.2	Laje em painel wall 0,04m	56.00	m2	62.15	20.00	82.15	4,600.40	
3.3	Fixações	1.00	vb	200.00	590.00	790.00	790.00	
4	Fechamentos (paredes e painéis e tetos)						19,696.50	
4.1	Fechamento externo- placa cimentícia 8mm	125.00	m2	15.60	8.00	23.60	2,950.00	24.2%
4.2	Fechamento interno-dry wall e=12,5cm	350.00	m2	17.00	7.00	24.00	8,400.00	
4.3	Termo Acústica - lâ de vidro	330.00	m2	7.45	3.60	11.05	3,646.50	
4.4	Manta impermeabilizante	125.00	m2	4.00	3.00	7.00	875.00	
4.5	Fechamento externo- placa OSB 8mm	170.00	m2	17.50	5.00	22.50	3,825.00	
5	Cobertura						6,424.20	
5.1	Aço Galvanizado 0.95 estrutural	500.00	kg	4.71	1.50	6.21	3,105.00	7.9%
5.2	Telha de Cerâmica portuguesa	98.00	m2	14.00	6.00	20.00	1,960.00	
5.3	Manta de Sub-cobertura	110.00	m2	5.50	3.00	8.50	935.00	
5.4	Arremate de cobertura	21.00	m.l.	11.20	9.00	20.20	424.20	
6	Instalações Elétricas, hidro-sanitárias-gás						3,420.00	
6.1	Elétrica (conforme projeto)	1.00	vb	600.00	300.00	900.00	900.00	4.2%
6.2	Padrão (medidor de energia)	1.00	vb	100.00	300.00	400.00	400.00	
6.3	Inst.telefone e antena	1.00	vb	50.00	150.00	200.00	200.00	
6.4	Instalação hidráulica interna + caixa d'água em PVC	1.00	vb	700.00	300.00	1,000.00	1,000.00	
6.5	Abriço Hidrômetro	1.00	vb	80.00	20.00	100.00	100.00	
6.6	Instalação de gás - abrigo para o buião	1.00	vb	80.00	70.00	150.00	150.00	
6.7	Instalação de esgoto	1.00	vb	200.00	470.00	670.00	670.00	
7	Esquadrias						2,960.00	
7.1	Janelas em ferro com pintura anti-corrosiva - 1,20 x 1,00	8.00	unid.			150.00	1,200.00	3.6%
7.2	Báscula em ferro com pintura anti-corrosiva-0,60 x 0,60 (banheiros)	4.00	unid.			80.00	320.00	
7.3	Porta de ferro 0,80 x 2,10 (fundos)	2.00	unid.			270.00	540.00	
7.4	Porta de madeira 0,70 x 2,10 (quartos)	4.00	unid.			75.00	300.00	
7.5	Porta de madeira 0,60 x 2,10 (banheiros)	4.00	unid.			75.00	300.00	
7.6	Porta de madeira 0,80 x 2,10 (entrada social)	2.00	unid.			100.00	200.00	
7.7	Alcapão visita Cx. D'água	2.00	unid.			50.00	100.00	
8	Pintura Interna						7,500.00	
8.1	Emassamento e tinta PVA	500.00	m2	10.00	5.00	15.00	7,500.00	9.2%
9	Louças e metais						2,862.00	
9.1	Lavatório completo	4.00	unid.	40.00	20.00	60.00	240.00	3.5%
9.2	Vaso com caixa acoplada	4.00	unid.	150.00	20.00	170.00	680.00	
9.3	Tanque de louça branca com torneira	2.00	unid.	190.00	20.00	210.00	420.00	
9.4	Banca de pia com cuba	2.00	unid.	360.00	100.00	460.00	920.00	
9.5	Metais-torneiras, registros, rabichos, sifões	1.00	vb	100.00	502.00	602.00	602.00	
10	Revestimentos						2,540.00	
10.1	Piso cerâmico 40x40 com rodapé	80.00	m2	16.00	6.00	22.00	1,760.00	3.1%
10.2	Paredes- cerâmica 20x30 -(banheiros e cozinha)	40.00	m2	13.50	6.00	19.50	780.00	
11	Pintura externa						2,210.00	
11.1	Pintura PVA para exteriores	130.00	m2	12.00	5.00	17.00	2,210.00	2.7%
12	Área Externa						4,258.34	
12.1	Plaqueado (passeio - calçada + acesso da casa)	25.00	m2	6.00	4.70	10.70	267.50	5.2%
12.2	Grama	40.00	m2	1.00	5.00	6.00	240.00	
12.3	Muros frontais,laterais e de fundos H= 2,00m	85.40	m2	18.00	6.60	24.60	2,100.84	
12.4	Portões - Garaçem e pedestre	1.00	vb				700.00	
12.5	CG/CI/CS - fossa	1.00	vb				950.00	
13	Habite-se						3,000.00	
13.1	Averbação do habite-se						3,000.00	3.7%
TOTAL							81,548.44	100%

Rio de Janeiro, 19 de Janeiro de 2009

Tabela 16: Cronograma Empreendimento Sistema LSF

Cronograma em Construção LSF																																																																																																																																																															
Ítem	Serviço	1a quinzena	2a quinzena	3a quinzena	4a quinzena	Total do ítem	%Ítem	%Acum																																																																																																																																																							
1	Serviços Preliminares	100%				\$3,200.00	3.92%	3.92%																																																																																																																																																							
		\$3,200.00							2	Infraestrutura	100%				\$2,562.00	3.14%	7.07%	\$2,562.00				3	Supraestrutura		50%	50%		\$20,915.40	25.65%	32.71%		\$10,457.70	\$10,457.70		4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)			50%	50%	\$19,696.50	24.15%	56.87%			\$9,848.25	\$9,848.25	5	Cobertura			100%		\$6,424.20	7.88%	64.74%			\$6,424.20		6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%		\$1,710.00	\$1,710.00		7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%
2	Infraestrutura	100%				\$2,562.00	3.14%	7.07%																																																																																																																																																							
		\$2,562.00							3	Supraestrutura		50%	50%		\$20,915.40	25.65%	32.71%		\$10,457.70	\$10,457.70		4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)			50%	50%	\$19,696.50	24.15%	56.87%			\$9,848.25	\$9,848.25	5	Cobertura			100%		\$6,424.20	7.88%	64.74%			\$6,424.20		6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%		\$1,710.00	\$1,710.00		7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00								
3	Supraestrutura		50%	50%		\$20,915.40	25.65%	32.71%																																																																																																																																																							
			\$10,457.70	\$10,457.70					4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)			50%	50%	\$19,696.50	24.15%	56.87%			\$9,848.25	\$9,848.25	5	Cobertura			100%		\$6,424.20	7.88%	64.74%			\$6,424.20		6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%		\$1,710.00	\$1,710.00		7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																					
4	Fechamentos (alvenaria e revestimentos)			50%	50%	\$19,696.50	24.15%	56.87%																																																																																																																																																							
				\$9,848.25	\$9,848.25				5	Cobertura			100%		\$6,424.20	7.88%	64.74%			\$6,424.20		6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%		\$1,710.00	\$1,710.00		7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																		
5	Cobertura			100%		\$6,424.20	7.88%	64.74%																																																																																																																																																							
				\$6,424.20					6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%		\$1,710.00	\$1,710.00		7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																															
6	Instalações		50%	50%		\$3,420.00	4.19%	68.94%																																																																																																																																																							
			\$1,710.00	\$1,710.00					7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%		\$1,480.00	\$1,480.00		8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																												
7	Esquadrias		50%	50%		\$2,960.00	3.63%	72.57%																																																																																																																																																							
			\$1,480.00	\$1,480.00					8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%				\$7,500.00	9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																									
8	Pintura Interna				100%	\$7,500.00	9.20%	81.77%																																																																																																																																																							
					\$7,500.00				9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%		\$1,431.00	\$1,431.00		10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																																						
9	Louças e Metais		50%	50%		\$2,862.00	3.51%	85.27%																																																																																																																																																							
			\$1,431.00	\$1,431.00					10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%		\$762.00	\$762.00	\$1,016.00	11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																																																			
10	Revestimentos		30%	30%	40%	\$2,540.00	3.11%	88.39%																																																																																																																																																							
			\$762.00	\$762.00	\$1,016.00				11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%				\$2,210.00	12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																																																																
11	Pintura Externa				100%	\$2,210.00	2.71%	91.10%																																																																																																																																																							
					\$2,210.00				12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%			\$2,129.17	\$2,129.17	13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																																																																													
12	Área Externa			50%	50%	\$4,258.34	5.22%	96.32%																																																																																																																																																							
				\$2,129.17	\$2,129.17				13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%				\$3,000.00																																																																																																																																										
13	Habite-se				100%	\$3,000.00	3.68%	100.00%																																																																																																																																																							
					\$3,000.00																																																																																																																																																										

Gráfico 4: Fluxo de Caixa Empreendimento em Sistema LSF



Da mesma maneira referida no item 6.2.2, a TIR e o VPL deste empreendimento são:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 68.757,62$$

$$\text{TIR} = 9,43\%$$

6.4. Comparação

Pelo orçamento, nota-se que o custo total de construção das casas em LSF é 40% maior que o das casas em construção convencional. Pode-se ter, então, os valores comparativos de: R\$702,00/m² para construção em LSF, e R\$533,00/m² para a construção pelo método convencional. Isto nos dá uma diferença de aproximadamente 30% no preço do metro quadrado.

Os itens mais onerosos da construção em LSF são evidentemente a supra estrutura e os fechamentos, sendo aproximadamente 25% e 24%, respectivamente, do custo total da construção.

Portanto, os dois itens juntos correspondem a metade do valor total para construção. Já para as casas com estrutura em concreto armado, a parte mais onerosa é representada pela alvenaria e emboço de paredes, sendo 17% do custo total da construção.

Pelo cronograma dos dois sistemas construtivos, nota-se que o tempo de construção do LSF é bem mais curto que o convencional. Portanto, o desprendimento de capital no sistema construtivos LSF é feito mais rapidamente que o sistema convencional. Por outro lado, por sua execução ser mais rápida, é possível disponibilizar o empreendimento para venda em um tempo mais curto, e portanto podendo ter retorno mais rapidamente.

Ao se observar o fluxo de caixa dos dois empreendimentos, pode-se verificar que o tempo entre o fim da execução até a venda das casas em concreto armado foi mais extenso que o das casas em LSF. De acordo com os compradores das casas em LSF, isto se deu devido ao fato de que estas casas tinham um acabamento melhor que as outras da região além de oferecer um outro banheiro completo, o que não é comum em casas populares. Outro ponto que favoreceu, foi o fato de que a construção fornece um conforto térmico perceptível ao sair e entrar na edificação. A temperatura dentro da edificação é mais confortável que a temperatura no exterior, que normalmente é muito alta.

Analisando o VPL e a TIR, tem-se um conflito. No caso do empreendimento em concreto armado, o VPL é maior que o do LSF fazendo com que o convencional seja mais rentável. Observando a TIR, tem-se que o empreendimento em LSF tem uma TIR maior que o na estrutura convencional. Para efeitos de comparação, deve-se admitir o valor do VPL como o mais preciso e completo. Porém, deve-se atentar que com a velocidade construtiva do LSF, o empreendimento fica disponível para venda mais rapidamente e o retorno financeiro também. Portanto, pode-se

reinvestir este capital mais rapidamente. Além disso, se o capital for reinvestido em um novo empreendimento em LSF, pode-se gerar uma rentabilidade dobrada adicionando somente mais duas quinzenas ao tempo total para construção do empreendimento em estrutura convencional, visto que a diferença entre duas vezes o tempo de construção do empreendimento em LSF visto no estudo e o empreendimento em estrutura convencional é de duas quinzenas.

Na comparação descrita, deve-se manter em mente que custos com IPTU não foram contabilizados desde o momento em que se tem o Habite-se até o momento da venda dos imóveis. No caso deste estudo, já que o empreendimento em LSF foi vendido em aproximadamente 45 dias após o Habite-se, e o empreendimento em estrutura de concreto armado em aproximadamente 90 dias. Mudando o tempo até a venda, entre outros fatores, os valores de VPL e TIR mudariam juntos.

7. Considerações Finais

A análise comparativa feita neste trabalho nos fornece dados técnicos e econômicos de dois métodos construtivos com suas respectivas características. Para realização deste trabalho foi necessário adquirir uma capacidade de analisar comparativamente métodos construtivos, o convencional com o LSF que é um método alternativo inovador. Além disso, foi necessário realizar pesquisas e estudos para se obter noções boas de viabilidade e orçamento com seus respectivos métodos e indicadores, e também contextualizar a realidade brasileira de déficit habitacional junto com uma abordagem de métodos mais utilizados para construção popular de baixa renda no país.

A realização deste trabalho propicia desenvolver para futuro o método de construção LSF e suas interfaces de modo a atender a realidade do mercado de construção de construção civil de baixa renda no país, tendo em vista a enorme demanda reprimida de habitações do Brasil. Com a utilização deste processo em larga escala, a tendência será queda sensível no preço dos insumos e materiais, bem como a capacitação de mão de obra especializada para fiel execução do método.

Tabela 17: Tabela Resumo do Estudo de Caso

Técnica	Convencional	LSF
R\$/m ²	R\$533,00	R\$702,00
TIR	7,37%	9,43%
VPL	R\$88.272,62	R\$68.757,62
Etapa Mais Custosa	Alvenaria e emboço 17%	Supraestrutura 25%
Desprendimento de R\$	Lentamente	Rapidamente
Tempo para execução	Lentamente	Rapidamente

Pelos dados apresentados neste trabalho, pode-se dizer que um empreendimento de casas de baixa renda em LSF é economicamente e tecnicamente viável. Como já explicitado antes, o

desprendimento de capital para este método construtivo é mais intenso devido a quantia e mais rápido, porém este fato traz junto um retorno mais imediato. Nos quesitos de qualidade e funcionalidade da construção, é mais provável obter melhores resultados com o LSF devido ao fato de se utilizar elementos isolantes como a lã de vidro ou de rocha, o acabamento das paredes e do forro em *drywall* facilita a colocação de revestimentos ou pintura, entre outros pontos positivos. A rapidez, facilidade e qualidade com alto desempenho do método construtivo habilita o LSF a poder contribuir para a diminuição do déficit habitacional brasileiro, e também se mostrando extremamente rentável para empreendedores do ramo.

8. Referências Bibliográficas

ABCP. Manual de Revestimentos de Argamassa. Comunidade da Construção. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>. Acesso em: 3 ago 2013.

ABIKO, A. K. *Introdução à gestão habitacional*. São Paulo: Escola Politécnica; Universidade de São Paulo, 2004. 44p. Texto técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12.

ABREU, Carlos Alexandre Camargo de; NETO, José de Paula Barros. HEINECK, Luiz Fernando Mahlmann Heineck. *Avaliação Econômica de Empreendimentos Imobiliários Residenciais: Uma Análise Comparativa*. XXVIII encontro de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008

ALMEIDA, M. I. R. *Manual de planejamento estratégico: desenvolvimento de um plano estratégico com a utilização de planilhas Excel*. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

ARAÚJO, H. N.; *Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural: Um estudo de caso*. Florianópolis, Dissertação de Mestrado em Engenharia da UFSC, 1995.

ARAUJO, Rodrigues & Freitas, Apostila de Concreto Armado. UFFRJ. 2006

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Avaliação de bens parte 4: Empreendimentos**. NBR 14653-4. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Edificações Habitacionais - Desempenho. NBR 15575. Rio de Janeiro, 2013.

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

AZEVEDO, Hélio Alves de. *Edifício e seu Acabamento*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 2004.

BEZERRA DA SILVA, M. *Planejamento Financeiro para o Setor da Construção Civil*. Texto Técnico 11 (TT/PCC/11). São Paulo: EPUSP, 1995.

BORGES, Alberto de Campos; MONTEFUSCO, Elizabeth; LEITE, Lopes. *Práticas das Pequenas Construções*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.

BRAGA, Roberto. *Fundamentos e técnicas de administração financeira*. São Paulo: Atlas, 1989.

BRASIL: Cartilha do Programa do Governo Federal Minha Casa Minha Vida, 2009. Informações disponíveis em: <<http://www.caixa.gov.br>> acesso em 30 jul 2013

CABRAL, Eduardo C. C. *Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação*. 1988. 106 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Informações disponíveis em: <<http://www.caixa.gov.br/habitacao/mcmv>> acesso em 30 jul 2013

CAMACHO J. S.; *Projeto de edifício de alvenaria estrutural*. Universidade Estadual Paulista, Ilha solteira, São Paulo, 2000.

CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKKE, Bruno H. *Análise de Investimentos*. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CASTRO, 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.

CASTRO, 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.

CERQUEIRA, LETÍCIA M. – *VIABILIDADE ECONÔMICA DE EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS*. 2009 – Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade de Minas Gerais, 2009.

COÊLHO, R.S., *Orçamento de obras prediais*. Editora UEMA, São Luís/MA, 2001.

DEMANDA HABITACIONAL NO BRASIL, Caixa Econômica Federal, 2012. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/documentos_gerais/demanda_habitacional.pdf> acesso em: 30 jul 2013

DIAS, P. R. V. *Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis*. 4. ed. Curitiba: Copiare, 2001.

FIALHO, Gilberto O. M. *Matemática Financeira (Disciplina: EEH592 – Gestão de Projetos)*. UFRJ, Rio de Janeiro. 2012.

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

Fundação João Pinheiro – disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/indicadores-sociais/deficit-habitacional-no-brasil>> acesso em: 30 jul 2013.

GITMAN, Lawrence J. *Princípios de Administração Financeira*. 7º Ed, São Paulo: Editora Harbra, 2002.

GOLDMAN, P. *Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil*. 4. Ed. atual. São Paulo: Pini, 2004.

GONÇALVES SOUZA, Laurilan. *Análise Comparativa do Custo em uma Casa Unifamiliar nos Sistemas Construtivos de Alvenaria*, Madeira de Lei e Wood Frame. 2013.

HEINECK, L.F.M. *Orçamento e programação de custos na Indústria da Construção Civil*. Porto Alegre: PPGECC/UFRGS, 1986.

HIRSCHFELD, Henrique. *Engenharia econômica e análise de custos*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1989.

HOJI, Masakazu. *Administração financeira: uma abordagem prática: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, análise, planejamento e controle financeiro*. 5ª ed. 3ª reimpressão. São Paulo: Atlas, 2006.

INSTITUTO DE ENGENHARIA, **Norma técnica para elaboração de orçamento de obras de construção civil**, [s.l.] 2011 Disponível em: <<http://www.sinaenco.com.br/downloads/Norma.pdf>>. Acesso em 23 jul. 2013.

JESUS, C. R. M. *Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação*. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

KERN, A. P. *Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção*. 2005. 234f. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

KERN, A. P.; FORMOSO, C. T. *Integração dos setores de produção e orçamento na gestão de custos de empreendimentos de construção civil*. In: *III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*. São Paulo: SIBRAGEC, 2003.

KNOLSEISEN, P. C. *Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações*. 2003. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

KRAYCHETE, Gabriel, **COMO FAZER UM ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA**, 1997.

LISBOA, Ricardo Q., *Análise Comparativa entre Prédios com Estrutura Convencional em Concreto Armado e Alvenaria Estrutural*. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade da Amazônia, Belém, PA. 2008.

LUNKES, Rogério João. *Manual de Orçamento*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MATTOS, A. D. - *Planejamento e controle de obras*. São Paulo: Pini, 2010

MATTOS, A. D. *Como preparar orçamento de obras*. São Paulo: Pini, 2007.

MATTOS, A. D. *Como preparar orçamento de obras: dicas para orçamentista, estudos de caso, exemplos*. São Paulo: Ed. PINI, 2006.

MELO, Francisca das Chagas, 2007, *Déficit Habitacional Brasileiro: fatores determinantes da expansão atual*. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) - Programa de Pós-Graduação em Política Social, UnB, Brasília.

MENDONÇA, A. M. de. *Análise de metodologias de orçamento para obras de Construção Civil: orçamento convencional, orçamento operacional e orçamento por módulos*. 2006. Monografia (especialista em Gestão de Negócios da Construção Civil) - Complexo de Ensino Superior Arthur Thomas (CESA), Faculdade Arthur Thomas (FAAT).

MORAIS, André. **Sala de Imprensa**. Disponível em: <<http://www.ushome.com.br/imprensa/sf1660m/sf1660m.htm>>. Acesso em: 07 ago 2013.

NETO, A. A. *Finanças corporativas e valor*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

OLIVEIRA, Gustavo V. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING E O SISTEMA CONSTRUTIVO TRADICIONALMENTE EMPREGADO NO NORDESTE DO BRASIL APLICADOS NA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES**. 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba. 2012.

PIETER, D. D.; VAART, T. Business conditions, shared resources and integrative practices in the supply chain. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2004.

POZZOBON, Cristina Eliza. Notas de Aulas da disciplina de Construção Civil II. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 21 p. 2007.

PRUDÊNCIO, L.R.; OLIVEIRA, L.; BEDIN, C.A. *Alvenaria estrutural bloco de concreto*. Florianópolis: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2002.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. *Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural*. São Paulo: Pini, 2003.

ROCHA, F. Menezes, **VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA EM EMPREENDIMENTO VOLTADO À LOGÍSTICA REVERSA E SUSTENTABILIDADE: o estudo de caso de uma empresa do ramo da construção civil**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ, 2008.

RODRIGUES, Francisco Carlos. *Steel Framing: Engenharia*. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série do Manual da Construção em Aço).

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. *Administração Financeira*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JAFFE, Jeffrey F. *Administração Financeira*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D. *Princípios de administração financeira*. Tradução Andréa Maria Accioly Fonseca Minardi. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SALGADO, V. M. *Parâmetros de análise de um empreendimento*. São Paulo: Caixa Econômica Federal, 2003.

SANCHES, Conrado D.; SATO, Lucas F. *Estudo Comparativo dos Sistemas Construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional*. Monografia (Engenharia Civil) 2009. Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. 2009.

SANEAMENTO DE GOIÁS (SANEAGO) - RELATÓRIO SINTÉTICO DE COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/supre/tabelapreco2012.pdf>> - Acesso em 27 jul 2013.

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.

SANTOS, A. de P.; WITICOVSKI, L. C.; GARCIA, L. E. M; SCHEER, S. A utilização do BIM em projetos de Construção Civil. IJIE – *Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial*, Florianópolis, vol. 1, 2009.

SANTOS, A. P. S.; SILVA, N. D.; OLIVEIRA, V. M. - *ORÇAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO PARA PARTICIPAÇÃO EM PROCESSO LICITATÓRIO* *Alfini Engenharia e Construção Ltda*. EPP - Lins – SP. 2012 – Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Ciências Contábeis) - UNISALESIANO Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, 2012.

SANTOS, Carla Almeida dos. *Diagnóstico da Gestão de Custos em uma Empresa Construtora com Foco em Obras Públicas*. 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia, 2010.

SANTOS, Edno Oliveira dos. *Administração financeira da pequena e média empresa*. São Paulo: Atlas, 2001.

SCOPEL, A. C.; BRANDLI, L. L.; KUREK, J.; PANDOLFO, A.; MORAES, A. G. *Controle da implantação de projeto através de curvas “S” aplicado na execução de estruturas metálicas*. In: *XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*. Fortaleza: ENTAC, 2006.

SILVA, Francimar N.; FERREIRA, Marco A. M.; PAZZINI, Felipe L. S.; ABRANTES, Luis A. Abordagem Determinística e de Simulação de Risco como Instrumentos de Análise de Viabilidade Financeira em Investimentos Imobiliários. *Revista de Negócios da FURB*, Blumenau, v.12, 2007.

SOUZA DOS SANTOS, Ayrton G., *ALVENARIA ESTRUTURAL: CONCEITOS, APLICAÇÕES E ANÁLISE DA VIABILIDADE DA SUA APLICAÇÃO NA CIDADE DE*

SINOP. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Universidade do Estado do Mato Grosso, Sinop, MG. 2010.

SOUZA, Acilon B. *Projetos de Investimento de Capital: Elaboração, Análise e Tomada de Decisão*. São Paulo: Atlas, 2003.

TISAKA, M. *Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução*. 2. ed. São Paulo: Pini, 2011.

TORRES, O. F. F. *Fundamentos da engenharia econômica e da análise econômica de projetos*. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de, *O Concreto no Brasil*. 2ª Ed. São Paulo: Pini. 1992.

VERONEZI, A. B. P.; LIMA JUNIOR, João da R. *Condições para Validação de Construção de Habitação Popular no Brasil*. São Paulo: Escola Politécnica; Universidade de São Paulo, 2007. VII Seminário Internacional da LARES.

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

WEBSITE LP BRASIL, 2013 – disponível em: <<http://www.lpbrasil.com.br/sistemas/wood-frame.html>> acesso em 30 jul 2013

WEBSITE PT.SCRIBD.COM – Casa de Alvenaria Estrutural em Curitiba. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/61287815/orcamento-da-casa-de-alvenaria-estrutural>. Acesso em 3 ago 2013.

ZAMIN, C. Alberto, *Comparação de Custos Entre Sistema Contrutivos de Casa Popular Executada em Concreto Pré-Moldado e o Sistema Convencional de Construção*. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS. 2009.

ZDANOWICZ, J. E. *Orçamento operacional: uma abordagem prática*. Porto Alegre: Sagra, 1984.

ZDANOWICZ, José Eduardo. *Fluxo de caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiros*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2000.