



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Francisco das C. Janaylson Mendes Rocha

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO SISTEMA STEEL FRAME (LSF) COMO METODO CONSTRUTIVO DE UMA HABITAÇÃO RESIDENCIAL, EM PALMAS – TO

**Palmas – TO
2016**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Francisco das C. Janaylson Mendes Rocha

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO SISTEMA STEEL FRAME (LSF) COMO METODO CONSTRUTIVO DE UMA HABITAÇÃO RESIDENCIAL, EM PALMAS – TO

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientada pelo Prof. Esp. Miguel Ângelo de Negri.



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Francisco das C. Janaylson Mendes Rocha

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO SISTEMA STEEL FRAME (LSF) COMO METODO CONSTRUTIVO DE UMA HABITAÇÃO RESIDENCIAL, EM PALMAS – TO

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientada pelo Prof. Esp. Miguel Ângelo de Negri.

Aprovado em _____ de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Miguel Ângelo de Negri
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof.
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof.
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas – TO
2016

Aos meus pais, por todo amor e por sempre me incentivarem a estudar, ampliar meus conhecimentos e ir em busca da realização dos meus objetivos profissionais.

AGRADECIMENTOS

À minha Família pela força, carinho e incentivo recebidos em todos os momentos desta caminhada.

Aos Amigos e Colegas de curso, companheiros desta jornada inesquecível.

Aos Professores do Centro Universitário Luterano de Palmas-Tocantins (CEULP/ULBRA).

*Ao meu **Orientador Prof. Esp. Miguel Ângelo de Negri**, por todo apoio e incentivo, recebido durante os encontros de orientação para produção dos TCC I e TCC II. Muito obrigado.*

À Deus pela oportunidade de acreditar na realização do meu sonho de se formar em Engenharia Civil e poder dar início a minha carreira profissional.

“Abra os olhos para ver o muro em que você estagnou. E a partir daí, crie uma nova engenharia de pensamentos para enxergar além desse muro, e assim, terás novas perspectivas”.

Maurício Nuper

RESUMO

O Steel Frame é um sistema industrial e alternativo de construção a seco, que visa dar maior rapidez, facilidade, simplicidade, comodidade e sustentabilidade, proporcionando uma construção mais limpa e com ganho significativo da mão de obra, já que existe todo um processo de controle e planejamento durante o processo construtivo. Este estudo teve por objetivo analisar a viabilidade econômica do uso do sistema construtivo LSF (Light Steel Frame), considerando sua aplicabilidade em uma obra residencial na cidade de Palmas, TO, em relação ao sistema convencional. Para tanto, teve como objetivos específicos analisar as características do processo executivo do método construtivo Steel Frame (LSF), de uma habitação residencial, em Palmas, TO; verificar o custo de uma unidade habitacional, calculando a relação custo/benefício do empreendimento em relação à mão de obra, preço dos insumos, tempo de construção e disponibilidade de matérias-primas na região de Palmas, TO; bem como fazer um estudo comparativo, por meio de planilhas orçamentárias analíticas, dos custos por etapas de realização da obra residencial no sistema LSF, em relação ao sistema construtivo convencional. A metodologia desenvolvida para este estudo teve uma abordagem qualitativa e quantitativa, visando identificar as características do processo executivo da edificação e ainda a viabilidade econômica do sistema Light Steel Frame em relação ao sistema convencional, bem como analisar os benefícios sociais que este tipo de sistema construtivo pode trazer para a questão social do déficit habitacional brasileiro. Os resultados do estudo indicaram que o sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa bastante satisfatória, já que pode ser planejada dentro dos padrões financeiros de execução de obras residenciais, tendo em vista a sua viabilidade econômica nos quesitos de redução no tempo de obra e principalmente na qualidade habitacional.

Palavras-chaves: Sistema Construtivo. *Light Steel Frame*. LSF.

ABSTRACT

The Steel Frame is an industrial and alternative system of dry construction, aimed at providing greater speed, ease, simplicity, convenience and sustainability, providing a cleaner construction and significant gain of labor, since there is a whole control process and planning during the construction process. This study aimed to analyze the economic feasibility of using the building system LSF (Light Steel Frame), considering their applicability in a residential project in the city of Palmas, TO, compared to the conventional system. Therefore, we had the following specific objectives to analyze the characteristics of the executive process of the construction method Steel Frame (LSF), a residential housing in Palmas, TO; check the cost of a housing unit, calculating the cost / benefit of the project in relation to labor, price of inputs, construction time and availability of raw materials in the region Palmas, TO; and make a comparative study, using analytical budgetary spreadsheets, costs for performing the steps of work in the home LSF system, compared to the conventional construction system. The methodology developed for this study was a qualitative and quantitative approach to identifying the characteristics of the executive process of the building and also the economic viability of Light Steel Frame system in relation to the conventional system, and analyze the social benefits that this type of construction system can bring to the social issue of the Brazilian housing deficit. The study results indicated that the Light Steel Framing system is a very satisfactory alternative since it can be planned within the financial standards of implementation of residential construction, with a view to its economic viability in the reduction of questions on work time and especially in quality housing.

Keywords: Constructive System. Steel Frame. LSF.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Planilha Orçamentária do Sistema <i>Light Steel Framing</i>	46
Tabela 2: Planilha Orçamentária com custos e etapas de serviços da obra em LSF	47
Tabela 3: Custo do Material e Mão de Obra LSF.....	48
Tabela 4: Custo do Mão de Obra LSF	49
Tabela 5: Custo do Materiais LSF.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análise comparativa dos sistemas construtivos – Convencional e	25
Figura 2: Casas populares no sistema construtivo LSF, em Ponta Grossa, PR.....	27
Figura 3: Fundações do Sistema LSF	28
Figura 4: Fundações Sistema Construtivo LSF	29
Figura 5: Tubulação passando pelo perfil que compõe uma laje em LSF	29
Figura 6: Revestimento externo Sistema LSF	30
Figura 7: Instalações elétricas no sistema LSF	31
Figura 8: Isolamento térmico e acústico no sistema LSF	32
Figura 9: Tratamento de juntas em placas de gesso acartonado	33
Figura 10: Reforços em portas, perfis combinados	34
Figura 11: Aplicação de placas OSB em painéis estruturais	35
Figura 12: Planta Baixa Térreo.....	38
Figura 13: Planta Baixa Superior.....	39
Figura 14: Projeto piloto de uma casa no sistema LSF, em Palmas, TO	40
Figura 15: Fundação em Radier armado simples. Casa no sistema LSF, Palmas, TO	41
Figura 16: Instalação de membrana para impermeabilização do Radier.....	41
Figura 17: Maquete com projeção casa no sistema LSF	42
Figura 18: Cronograma de Atividade Final	44
Figura 19: Visão geral em 3D da Estrutura habitacional construída no sistema LSF	50
Figura 20: Estrutura da habitação Steel Frame (LSF)	51
Figura 21: Visão geral da estrutura da casa em LSF	51
Figura 22: Estrutura interna da habitação em LSF.....	52
Figura 23: Visão da estrutura interna da habitação em LSF	52
Figura 24: Vedação da estrutura da habitação em LSF	53
Figura 25: Vedação 2	53
Figura 26: Vedação 3	54
Figura 27: Vedação 4	54
Figura 28: Vedação 5	55
Figura 29: Vedação laje.....	55
Figura 30: Vedação da laje da casa LSF	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Problema	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Sustentabilidade na Construção Civil	17
2.1.1 Reduzir, Reutilizar e Reciclar	19
2.2 Sistemas Construtivos	21
2.2.1 Sistema Convencional.....	22
2.2.1.1 Características Gerais	22
2.2.1.2 Método Construtivo.....	23
2.2.2 Sistema <i>Light Steel Framing</i>	26
2.2.2.1 Características Gerais	26
2.3 Estudos Comparativos sobre os Sistemas Construtivos Tradicional e LSF.....	35
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Estudo de Caso	37
3.2 Procedimentos.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 Análise da viabilidade econômica e vantagens do método construtivo Steel Frame (LSF)	43
4.2 Relação Custo/benefício do Empreendimento.....	48
4.2.1 Custos da Obra	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Na pré-história o homem vivia em cavernas e não precisava construir, mas com o passar dos tempos às comunidades começaram a viver em abrigos, quando então o homem começou a dominar as técnicas de trabalhar com diferentes tipos de materiais como pedra e madeira. Posteriormente, novas técnicas foram se desenvolvendo e erguidos castelos, igrejas e palácios.

Com a Revolução Industrial no fim do século XVIII, surgiram novas possibilidades de construção, fazendo com que os antigos materiais, como madeira e pedras, fossem substituídos por cimento e concreto, que ainda hoje são usados. O cimento foi criado em 1924, por Joseph Aspdin e denominado de Portland. Depois surgiu o sistema de construção com vedação em blocos cerâmicos.

Mas com o decorrer dos anos e após a segunda guerra mundial, com o processo de evolução e com a globalização, o planeta teve um grande avanço na sua industrialização e com base nisso houve a necessidade de acelerar o processo de construção reduzindo a mão de obra, surgindo assim à construção *Light Steel Frame* (LSF).

A construção civil é um ramo de atividade muito importante e que representa um papel fundamental para o desenvolvimento do país e do mundo, no qual se destaca como uma atividade de grande crescimento na economia, produzindo a infraestrutura necessária e também por ser o setor que mais gera empregos, absorvendo assim, uma parcela significativa da mão de obra no Brasil, além de, estimular o consumo de bens e serviços de outros setores durante o seu processo produtivo.

O *Light Steel Frame* (LSF) surgiu a partir de um sistema denominado *Wood Framing* que, segundo Crasto (2005), é também conhecido como *Balloon Framing*, sendo formado por peças que apresentam pequena seção transversal em madeira serrada e unidas entre si. Esse sistema começou a ser utilizado, primeiramente no Canadá e nos Estados Unidos da América (EUA).

No Brasil, o LSF foi inserido lentamente por algumas construtoras nas regiões Sul e Sudeste, onde esse tipo de sistema construtivo é mais empregado. Porém, as edificações que são construídas por meio do sistema LSF são de médio a alto nível,

não sendo comumente utilizadas na construção de casas populares. Na região Nordeste, o LSF começou a ser difundido há poucos anos e, por isso, ainda é pouco utilizado.

O *Steel Frame* é um sistema industrial e alternativo de construção a seco, que visa dar maior rapidez, facilidade, simplicidade, comodidade e sustentabilidade, proporcionando uma construção mais limpa e com ganho significativo da mão de obra, já que existe todo um processo de controle e planejamento durante o processo construtivo.

Em razão do exposto, foram elaborados os seguintes objetivos de estudo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve por objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica do método construtivo *Steel Frame* (LSF), considerando sua aplicabilidade em uma habitação residencial na cidade de Palmas, TO, em relação ao sistema convencional, comparando os processos de Fundação, Estruturas e Vedações.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analisar as características do processo executivo do método construtivo *Steel Frame* (LSF), de uma habitação residencial, em Palmas, TO;
- ✓ Verificar o custo de uma unidade habitacional, calculando a relação custo/benefício do empreendimento em relação à mão de obra, preço dos insumos, tempo de construção e disponibilidade de matérias-primas na região de Palmas, TO;
- ✓ Fazer um estudo comparativo, por meio de planilhas orçamentárias analíticas, dos custos por etapas de realização da obra residencial no sistema LSF, em relação ao sistema construtivo convencional.

1.2 Justificativa

O atual modelo de desenvolvimento econômico e os impactos ambientais decorrentes do crescimento populacional têm demandado a adoção de alternativas sustentáveis para a exploração dos recursos naturais, incluindo-se também formas sustentáveis de construção.

O sistema construtivo tradicionalmente usado na construção de edificações populares é o da construção em alvenaria, enquanto o sistema LSF trata-se de uma estrutura de construção leve em aço, composta por um esqueleto estrutural, constituído de perfis formados a frio, em aço galvanizado (OLIVEIRA, 2012).

Por tratar-se de um sistema muito veloz, nota-se na grande maioria dos casos, o custo final é inferior ao custo conseguido na construção em alvenaria. Pois, os materiais utilizados no sistema Steel frame são mais nobres, a vantagem na escolha desse sistema é dupla: mais barato e de melhor qualidade.

A realização deste estudo é de grande relevância, pois oportuniza a este acadêmico adquirir amplos conhecimentos sobre o sistema construtivo LSF, o qual pode racionalizar o uso de materiais, diminuir as perdas, além de otimizar o tempo de fabricação e de montagem de uma edificação.

1.3 Problema

A indústria da construção civil tem buscado aprimorar tecnologias no sistema construtivo focadas no conceito de sustentabilidade como a reciclagem de materiais reaproveitáveis e processos construtivos que resultem em redução de custos, produtividade e qualidade.

Estudos realizados indicam que o sistema industrializado, LSF, pode reduzir custos e racionalizar o uso de materiais, diminuindo consideravelmente as perdas, além de otimizar o tempo de fabricação e montagem de uma edificação, já que se podem executar vários serviços concomitantemente, ou seja, enquanto as fundações estão sendo feitas no local da construção, os painéis das paredes ou, até mesmo, as tesouras da cobertura podem ser preparadas em fábrica e, posteriormente, montadas na obra (OLIVEIRA, 2012).

Em função da relevância do tema, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Qual a viabilidade econômica do uso do sistema Steel Frame (LSF) como método construtivo para uma habitação residencial, em Palmas – TO?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sustentabilidade na Construção Civil

Nos últimos anos, com o aquecimento global e a situação das mudanças climáticas, as condições ambientais tornaram-se extremamente preocupantes, pois deixou de ameaçar apenas algumas espécies animais e vegetais, para se tornar uma ameaça à vida das atuais e futuras gerações.

Em função desta realidade, cabe ao homem comum marcar os rumos do consumo responsável, conduzindo os processos produtivos, até que se possa impor a mudança fundada na sustentabilidade, garantindo assim os bens ambientais na expressão do desenvolvimento econômico administrado com ética responsável (BORGES & TACHIBANA, 2005).

Desta maneira, a incorporação de práticas de sustentabilidade tornou-se uma tendência cada vez mais crescente no mercado globalizado. Segundo Correa (2009, p. 20), esta prática é “um caminho sem volta, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades”.

Nesse contexto, segundo o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) a definição de construção sustentável é “o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2000).

A partir desta definição, verifica-se que o restabelecimento da harmonia, envolve diversos processos como o aproveitamento de fatores naturais, como luz, calor, ventilação, dentre outros, os quais foram deixados de lado devido ao advento das tecnologias de aquecimento e resfriamento artificiais.

Mas, na avaliação de Correa (2009), existe espaço para resgatar antigas tecnologias e processos produtivos que podem ampliar o aumento da sustentabilidade das edificações. Pequenas mudanças, adotadas por todos, podem trazer grandes benefícios sem grandes impactos no custo final do empreendimento.

No entanto, Romero (2009) explica que a construção da sustentabilidade nas cidades brasileiras está associada ao enfrentamento das grandes desigualdades sociais, fazendo-se necessário lidar com várias questões desafiadoras como:

[...] concentração de renda e a enorme desigualdade econômica e social, o difícil acesso a educação de boa qualidade e ao saneamento ambiental, o déficit habitacional e a situação de risco de grandes assentamentos, além da degradação dos meios construído e natural, e dos acentuados problemas de mobilidade e acessibilidade (ROMERO, 2009, p. 55).

Em função disso, faz-se necessário que o setor da construção civil se adapte a este novo contexto socioeconômico. Com isso, as empresas devem rever seu modelo de produção e de gestão de suas obras, procurando adotar “uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento” (CORREA, 2009, p. 21).

Nesse sentido, vale ressaltar que para um empreendimento ser considerado sustentável deve atender a quatro requisitos básicos: “adequação ambiental, viabilidade econômica, justiça social e aceitação cultural” (CORREA, 2009, p. 22).

Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (Asbea) e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) (apud CORREA, 2009), para que uma construção seja considerada sustentável, deve seguir os seguintes princípios básicos:

- a. Aproveitamento de condições naturais locais;
- b. Utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- c. Implantação e análise do entorno;
- d. Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- e. Qualidade ambiental interna e externa;
- f. Gestão sustentável da implantação da obra;
- g. Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- h. Uso de matérias-primas que contribuam com a ecoeficiência do processo;
- i. Redução do consumo energético e do consumo de água;
- j. Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- k. Introduzir inovações tecnológicas sempre que seja possível e viável;
- l. Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Desta maneira, verifica-se que a ideia de construção sustentável fazer parte de todo o ciclo de desenvolvimento do empreendimento, da concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição. Além disso, segundo Correa (2009),

deve-se fazer uma descrição do que pode ser realizado durante cada fase da obra, demonstrando os aspectos e impactos ambientais e como estes devem ser trabalhados para que assim se torne um empreendimento sustentável e/ou moradia sustentável.

Na avaliação de Romero (2009, p. 61), um urbanismo sustentável deve sempre se basear em “premissas de desenho participativo, arquitetura da paisagem, bioclimatismo e eficiência energética”. Pois, a sustentabilidade surge a partir da integração de quatro elementos:

- a) Desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade;
- b) Inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns;
- c) Previsão de objetivos em longo prazo (preservação para as gerações futuras);
- d) Qualidade pela preservação da diversidade e não a quantidade.

Diante do exposto, verifica-se que estes conceitos são de grande relevância e se complementam, permitindo uma maior compreensão sobre a questão da sustentabilidade e seus amplos significados na construção civil. No entanto, Romero (2009) destaca que para uma ação seja classificada como plenamente sustentável, nesta deve estar inclusa a dimensão social, o que irá contribuir para diminuir a pobreza e promover a igualdade social nas cidades.

2.1.1 Reduzir, Reutilizar e Reciclar

Na segunda metade do século XX, o acelerado processo da industrialização e o surgimento de novas tecnologias, bem como a explosão populacional e o aumento da concentração de pessoas vivendo nas grandes cidades serviram para impulsionar e diversificar o consumo de bens e serviços, aumentando com isso, o volume de resíduos gerados que se transformaram em graves problemas urbanos devido a um gerenciamento oneroso e complexo do volume e massa acumulados (PINTO, 1999).

Nesse contexto, vale lembrar que o aumento da conscientização e a mobilização global efetiva para as questões ambientais ocorreu apenas a partir da ECO/92, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (UNCED) (BORGES & TACHIBANA, 2005).

Durante a Conferência da Rio/92, também foi concebida e aprovada a Agenda 21, que além da Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, da Convenção sobre Diversidade e da Convenção sobre Mudanças Climáticas, um dos destaques foi a urgente necessidade de se implementar um adequado sistema de gestão ambiental para os resíduos sólidos (BORGES & TACHIBANA, 2005).

Em relação a tal problemática, verifica-se que uma das formas indicadas pela ECO/92, para solucionar os problemas gerados é o da reciclagem de resíduos, já que a construção civil detém grande potencial de utilização dos resíduos, chegando a consumir até 75% de recursos naturais (PINTO, 1999; ÂNGULO et al., 2000).

Em função do exposto, verifica-se que na atualidade a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se tornando uma prática de grande relevância para a sustentabilidade, tanto por atenuar o impacto ambiental gerado pelo setor, como também, reduzindo os custos operacionais dos processos de produção (ÂNGULO et al., 2000).

Na análise de John (2013), ações isoladas de sustentabilidade não irão solucionar os problemas causados por este resíduo. Por isso, o recomendável é que a indústria busque alternativas para concluir seu ciclo produtivo de maneira a minimizar a saída de resíduos e a entrada de matéria-prima não renovável.

Na avaliação de Ângulo et al. (2007), ciclos para a construção tentam aproximar a construção civil do conceito de desenvolvimento sustentável, definido neste contexto como sendo um processo que resulta em mudanças na forma de exploração dos recursos, bem como na direção dos investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico e nas mudanças institucionais, todas têm por objetivo alcançar a harmonia e o entrelaçamento nas aspirações e necessidades humanas presentes e futuras. Nesse sentido, verifica-se que tal conceito não implica somente em multidisciplinariedade, mas, sobretudo, em mudanças culturais, educação ambiental e uma visão sistêmica.

No entanto, os benefícios da reciclagem na construção civil são inúmeros, dentre os quais se destacam:

a) Redução no consumo de recursos naturais não-renováveis: os quais podem ser substituídos por resíduos reciclados (CORRÊA, 2009).

b) Redução de áreas necessárias para aterro: como grande parte do volume de resíduos é destinada à reciclagem, há uma minimização de áreas para aterro. Segundo Pinto (1999), a reciclagem dos resíduos de construção e demolição representam mais de 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos.

c) Redução do consumo de energia durante o processo de produção: Na indústria do cimento usa-se resíduos de bom poder calorífico para se obter a matéria-prima por meio da co-incineração, ou seja, utilizando a escória de alto-forno, resíduo com composição semelhante ao cimento (JOHN, 2013).

d) Redução da poluição: no caso da indústria de cimento, há uma redução na emissão de gás carbônico pelo fato de utilizar-se escória de alto forno em substituição ao cimento *portland* (PINTO, 1999).

Colaborando com a visão dos autores supracitados, John, (2013) explica que embora a redução na geração de resíduo seja uma necessidade, esta ação é limitada, já que existem impurezas na matéria-prima, envolvendo custos e desenvolvimento tecnológico.

2.2 Sistemas Construtivos

Os principais sistemas construtivos utilizados no Brasil são: alvenaria vedação, alvenaria estrutural, tijolo ecológico, *Light Steel Framing*, paredes de concreto moldadas *in loco* e construção com container.

Ao se analisar cada um destes sistemas construtivos verifica-se vantagens e desvantagens, fazendo-se necessário a avaliação do proprietário, arquiteto ou engenheiro para ver qual destes sistemas irá atender aos requisitos visuais, estruturais e econômicos de acordo com a localidade da construção da edificação.

2.2.1 Sistema Convencional

2.2.1.1 Características Gerais

O método construtivo mais utilizado na construção civil brasileira é o denominado sistema convencional, cuja principal característica é a vedação (fechamento) e/ou separação dos ambientes e fachadas, utilizando-se também vigas e pilares moldados por formas de madeira. Utilizando-se para tanto a alvenaria comum e a alvenaria estrutural.

Desta maneira, utiliza-se alvenaria comum, que são tijolos cerâmicos ou de concreto, que embora não tenham função estrutural, normalmente são utilizados para dividir os ambientes, sendo, portanto, necessário à colocação de vigas e pilares formados com vergalhões de ferro amarrado, que são preenchidos com concreto a base de brita, areia grossa e cimento, formando uma estrutura de sustentação (ALVES, 2014).

As principais vantagens desse sistema é que os materiais são encontrados em qualquer loja de construção a um custo relativamente baixo e fácil disponibilidade de mão de obra. Além disso, aceita por todas as modalidades de financiamento imobiliário (ALVES, 2014).

Em relação às desvantagens, tem-se o tempo de construção que é maior e após a conclusão da obra é bastante comum o surgimento de patologias como trincas e fissuras. Além disso, pode acontecer de a edificação ficar com paredes tortas ou fora de esquadro; grande utilização de madeiramento para pilares, vigas, vergas e lajes; alta geração de entulho (ALVES, 2014).

A alvenaria estrutural trata-se da evolução dos tijolos de cerâmica e concreto, já que toda a parte estrutural – vigamentos, vergas e pilares –, estão embutidos dentro das cavidades dos tijolos, ajudando na diminuição de custos e tempo de execução da obra. Sua aplicação deve ter a supervisão de um profissional qualificado e com experiência neste sistema construtivo, evitando-se assim problemas no decorrer da obra (ALVES, 2014).

Os tijolos usados neste sistema construtivo têm propriedades mecânicas de tração e compressão que ajudam na função estrutural da edificação. Os pilares e vigas são passadas pelo interior destes tijolos, em locais pré-determinados pelo

engenheiro responsável, ajudando a diminuição significativa de concreto, ferro e madeira (ALVES, 2014).

Para elaboração de projetos construtivos no sistema convencional, faz-se necessário utilizar materiais como o concreto armado. Na avaliação de Alves (2014), a estrutura e a vedação oferecem diversas possibilidades à estética do projeto, permitindo assim que as reformas sejam mais flexíveis, muito embora possam acontecer vícios construtivos tais como deixar fora de prumo, de nível e esquadro, além de ficarem mais suscetíveis a gambiarras e improvisos (ALVES, 2014).

2.2.1.2 Método Construtivo

Normalmente, a maioria das construções convencionais gera bastante entulho devido à quebra de blocos do sistema, já que normalmente as paredes são erguidas e depois é que são rasgadas para receberem a tubulação, sendo assim, esta é a principal desvantagem econômica e ambiental. Segundo estimativas de estudos realizados, o prejuízo com mão de obra e materiais fica em torno de 20 a 30% (ALVES, 2014).

Na construção convencional, primeiramente é feita a fundação com base de concreto ou *radier*, que é a solução mais econômica, pois além de servir como base para a construção da casa, também serve como contra piso (RODRIGUES, 2006).

A etapa seguinte é a execução da alvenaria, que geralmente é feita com blocos cerâmicos autoportantes, dispensando a execução de estruturas, que consiste em passar por dentro dos blocos, barras de aço, que depois são concretadas com concreto tipo *grout*, ou seja, concreto com pedrisco como agregado (RODRIGUES, 2006).

As vigas são executadas com o uso de canaletas, dispensando o uso de formas e as lajes são pré-moldadas e apoiadas nas paredes. Posteriormente, as paredes são chapiscadas, emboçadas com argamassa de cimento, cal e areia trabalho este bastante artesanal, já que o prumo da parede depende da habilidade do operário. Depois de executada a alvenaria, o operário com uma talhadeira e uma marreta, quebra a parede formando rasgos para a passagem da tubulação. E o telhado é executado com estruturas de madeira ou em aço (RODRIGUES, 2006).

O sistema construtivo mais utilizado para a construção de casas populares e em obras de médio e grande porte é o de alvenaria de tijolos cerâmicos. Esse tipo de construção é bastante difundido na maioria dos estados brasileiros devido à grande quantidade de matéria-prima e de mão de obra, o que colabora para reduzir os custos quando comparado com outros sistemas construtivos (OLIVEIRA, 2012).

A resistência estrutural de residências construídas pelo sistema construtivo convencional é garantida pelas cintas de amarração. Entretanto, segundo Oliveira (2012), esse sistema estrutural é composto por cintas de amarração, vergas e contravergas, só garante a segurança estrutural para uma edificação térrea, não sendo adequada para edificações com mais de um pavimento.

Figura 1: Análise comparativa dos sistemas construtivos – Convencional e Alvenaria Estrutural

Construção Convencional	Alvenaria Estrutural
Separação de estrutura e vedação, estrutura [vigas, pilares e lajes em concreto armado com ferragem] vedação, [tijolos comuns, blocos cerâmicos vazados].	Maior rendimento da mão de obra para execução de alvenaria, o profissional executa maior área quadrada por dia.
Retirada de formas e escoramentos após o mínimo de 21 dias. W	A maioria das formas é feitas dentro das próprias canalizadas dos blocos, eliminando formas de madeira e diminuindo a quantidade de aço utilizada.
Para execução da alvenaria, leva quantidade maior de massa de assentamento.	Para execução da alvenaria, leva menor quantidade de massa de assentamento pois a medida do bloco é maior.
São necessárias formas de madeira para pilares e vigas.	A obra como um todo é modulado de acordo com o tamanho do bloco, levando a uma menor possibilidade de erro de medidas.
As tubulações elétricas e hidráulicas, são instaladas após a alvenaria executada, fato que leva a necessidade de se cortar as paredes para embutir a tubulação e conseqüentemente gerando desperdício de materiais, mão de obra e maior quantidade de entulho.	As tubulações elétricas e hidráulicas, são instaladas ao mesmo tempo em que vai se levantando a alvenaria, conseqüentemente gerando economia e menor desperdício de mão de obra e materiais.
Necessita de chapisco interno e externo para execução do reboco.	Não necessita chapisco interno o que leva a possibilidade da aplicação de gesso nas paredes e pintura logo após. Se comparado ao reboco é uma alternativa mais econômica pois além dos materiais empregados para o reboco serem mais caros que o gesso, ainda há a necessidade de aplicar massa corrida para se obter o mesmo resultado final. Nas áreas revestidas com azulejos ou similares há necessidade de chapisco.
Tem menor porcentual de industrialização / racionalização e maior uso de mão de obra o que leva mais tempo.	Revestimentos com baixas espessuras devido ao perfeito esquadramento dos blocos e da obra como um todo.
	Maior racionalização e industrialização gerando maior rendimento da mão de obra, possibilidade de programação de gastos em cada etapa e diminuindo o desperdício.

Fonte: Instituto Brasileiro do Desenvolvimento da Arquitetura (2015)

2.2.2 Sistema *Light Steel Framing*

O *Light Steel Framing* é um sistema de construção a seco constituído por uma estrutura leve de perfis de aço galvanizado que formam um esqueleto estrutural autoportante, composto de painéis, vigas, tesouras de telhado e outros elementos, projetados para suportar as cargas da edificação. Sobre este esqueleto estrutural são fixadas placas de fechamento internas e externas, isolamentos termo acústicos e barreiras, gerando uma construção com aspecto final semelhante ao da construção convencional e qualidade superior (OLIVEIRA, 2012).

O sistema construtivo *Light Steel Framing* já está consolidado em vários países, sendo amplamente utilizado nos EUA, Japão, Canadá, Argentina, Chile, Europa e Brasil, devido às suas vantagens frente à construção convencional em alvenaria (OLIVEIRA, 2012).

2.2.2.1 *Características Gerais*

O sistema construtivo LSF apresenta uma proposta de industrialização da construção civil, que permite a montagem de diferentes tipos de edificações, como: residências, edifícios, estabelecimentos comerciais, escolas, hospitais etc.

O sistema LSF é formado por perfis de aço revestidos por uma camada de zinco ou liga de alumínio-zinco, e é conhecido também como aço galvanizado. A camada mínima de revestimento para proteção do aço é definida pela NBR 15253:2005, e varia de 150 a 180g/m² para perfis estruturais e 100g/m² para perfis não estruturais. No entanto, pela diretriz SINAT é necessária uma camada maior de revestimento para os perfis metálicos (CAMPOS, 2014).

Por se tratar de um sistema industrializado, o LSF pode reduzir custos, porque, além de racionalizar o uso de materiais, diminuindo consideravelmente as perdas, otimiza o tempo de fabricação e de montagem da edificação, em que se podem executar vários serviços concomitantemente, ou seja, enquanto as fundações estão sendo feitas no local da construção, os painéis das paredes ou, até mesmo, as tesouras da cobertura podem ser preparadas em fábrica e, posteriormente, montadas na obra (ALVES, 2014).

Outra característica muito importante desse sistema construtivo são os tipos de materiais utilizados, que são muito leves, entre eles, destacamos os perfis em aço galvanizado formado a frio, as placas de fechamento e os materiais de preenchimento, que compõem, praticamente, toda a edificação construída em LSF, e tornam essas construções mais práticas e fáceis de serem executadas, porque diminuem ou até dispensam o uso de materiais pesados, como cimento, areia, brita e tijolos, não demandam tempo de montagem e desmontagem de formas nem tempo de cura. Assim, gera uma economia tanto nas fundações da edificação, que não precisam suportar cargas muito elevadas, quanto na diminuição da mão de obra e do tempo de execução (ALVES, 2014).

Figura 2: Casas populares no sistema construtivo LSF, em Ponta Grossa, PR



Fonte: CBCA (2015)

Fundações

A construção em *Light Steel Framing* possui peso próprio muito menor que a construção convencional de alvenaria. Isso reduz consideravelmente as cargas na fundação, gerando economia nesta etapa da obra, que pode chegar a 75%. A fundação mais comum é a do tipo Radier, uma laje em concreto armado leve e simples de executar, aplicável na maioria dos solos. Para terrenos com topografia mais acidentada, a fundação utiliza técnicas convencionais de engenharia, como

muros de arrimo e estacas, que têm sua dimensão reduzida em função da leveza da edificação (ALVES, 2014).

O sistema LSF caracteriza-se pelo baixo peso de sua estrutura, bem mais leve do que outros tipos de sistemas estruturais, como por exemplo, alvenaria estrutural e estruturas pré-moldadas de concreto. Desse modo, suas fundações em geral são mais econômicas do que as utilizadas normalmente em edificações de mesmo porte com outros sistemas construtivos (CAMPOS, 2014). A escolha da fundação depende não apenas do peso da estrutura que esta receberá, mas também da tipologia e das características do solo em que a edificação será aplicada. Esse cálculo deve ser realizado por um profissional especializado.

Figura 3: Fundações do Sistema LSF



Fonte: Campos (2014)

Figura 4: Fundações Sistema Construtivo LSF



Fonte: Campos (2014)

Figura 5: Tubulação passando pelo perfil que compõe uma laje em LSF



Fonte: Vivan (2011)

Revestimento Externo

O revestimento externo da estrutura do sistema construtivo *Light Steel Framing* pode ser realizado com placas cimentícias parafusadas diretamente nos perfis da estrutura, com tratamento das juntas com massa elastomérica e tela. As

placas são instaladas sobre uma barreira de vapor, bloqueando a entrada de água, mas que permite a parede respirar, evitando condensação de água em seu interior (CAMPOS, 2014).

Conforme Campos (2014), o outro sistema de revestimento externo utilizado para o LSF é o sistema EIFS (*Exterior Insulation and Finish System*), que é um agregado de elementos (OSB, barreira de vapor, EPS, tela em fibra de vidro e argamassa elastomérica), que possui alto desempenho térmico e acústico e acabamento final monolítico, liso e sem trincas.

Figura 6: Revestimento externo Sistema LSF



Fonte: Campos (2014)

Instalações Elétricas e Hidráulicas

As instalações elétricas e hidráulicas no sistema LSF são projetadas e executadas seguindo os mesmos princípios e materiais utilizados na construção convencional. A grande vantagem oferecida pelo sistema é a facilidade de execução dessas instalações, pois, devido ao vazio interno de paredes e forros e a presença de furos nos montantes, é possível uma execução rápida e sem quebra-quebra (ALVES, 2014).

Figura 7: Instalações elétricas no sistema LSF



Fonte: Campos (2014)

Isolamento Térmico e Acústico

Uma das várias vantagens propiciadas pela construção em *Light Steel Framing* é o seu desempenho térmico e acústico, que propicia conforto e qualidade no ambiente. Um dos fatores responsáveis por este desempenho superior são as mantas de lã de vidro ou de poliéster instaladas no interior das paredes e no forro de toda a edificação. Estas mantas são fabricadas em material poroso, dotado de grande capacidade de absorção, que reduz grandemente a transição de som e calor entre ambientes (ALVES, 2014).

Figura 8: Isolamento térmico e acústico no sistema LSF



Fonte: Campos (2014)

Revestimento Interno

O revestimento interno para construções do sistema *Light Steel Framing* é realizado mediante a colocação de placas de gesso acartonado parafusado sobre os perfis das paredes ou em forros estruturados e recebem tratamento nas juntas, deixando com um aspecto final liso e sem emendas. As placas de gesso acartonado possuem composição adequada para cada aplicação da residência: *Standard* (ST) para áreas secas, e Resistente à Umidade (RU), para áreas úmidas, como banheiros e cozinhas (ALVES, 2014).

Figura 9: Tratamento de juntas em placas de gesso acartonado



Fonte: Campos (2014)

Construção Acabada

As obras executadas utilizando o sistema *Light Steel Framing* resultam em edificações com aspecto similar aos sistemas tradicionais, porém com acabamento final superior, maior conforto térmico e acústico, canteiro de obras limpo e prazo de execução reduzido. O sistema integra tecnologia, resistência, sustentabilidade, durabilidade e agilidade, sendo por isso uma excelente opção para execução de residências que vem cada vez mais conquistando o mercado brasileiro (ALVES, 2014).

O sistema construtivo do *Light Steel Framing* consiste na aplicação de perfis de aço leve, para criar toda a estrutura da edificação, onde são fixados uns aos outros por parafusos auto brocantes formando uma estrutura rígida e flexível (RODRIGUES, 2006).

Figura 10: Reforços em portas, perfis combinados



Fonte: Campos (2014)

No processo de construção de uma casa térrea, Alves (2014) recomenda observar e estar atento a todas as fases do processo e do método construtivo:

- ✓ Fundação leve tipo radier, pois os materiais utilizados não produzem carga suficiente, para fundações mais profundas;

- ✓ Aplicação de manta de impermeabilizante industrializada, evitando que os perfis de aço fiquem em contato direto com a superfície do contrapiso;

- ✓ A estrutura é fixada a fundação por parafusos tipo parabolt;

- ✓ Todos os perfis são unidos através de parafusos auto brocantes, criando uma estrutura que distribui as cargas pelos perfis;

- ✓ Passagem de toda parte elétrica e hidráulica pelos orifícios existentes nos perfis de aço leve;

- ✓ Fechamento realizado com a colocação de manta específica para impermeabilização da parte externa evitando a entrada de umidade, vento, acústica, entre outros.

A adição de placas de OSB na área externa ajuda a fixar melhor as placas de concreto, que servirão de acabamento final (ALVES, 2014). Além disso, na parte interna o uso de placas de gesso acartonado auxilia as paredes a ficarem com um aspecto liso, possibilitando a aplicação de azulejos e/ou pinturas.

Figura 11: Aplicação de placas OSB em painéis estruturais



Fonte: Crasto (2005)

2.3 Estudos Comparativos sobre os Sistemas Construtivos Tradicional e LSF

Nos estudos realizados por Oliveira (2012) sobre a viabilidade econômica do sistema construtivo em LSF, em relação ao tradicional, o autor considerou este sistema com grandes vantagens técnicas e construtivas, destacou como vantagens a leveza da estrutura, a rapidez da obra e a resistência estrutural. E observou ainda qualidades semelhantes em algumas características técnicas, com bom desempenho termoacústico e boa resistência ao fogo.

No entanto, as críticas de Oliveira (2012), em relação ao sistema construtivo LSF são de que este ainda não é bem divulgado na região Nordeste, que apresenta déficit de mão de obra e de materiais, tornando o custo mais elevado. E mesmo que tenha vantagens, segundo Oliveira (2012), a velocidade construtiva não o torna financeiramente viável frente ao sistema tradicional que já é amplamente utilizado na região.

3 METODOLOGIA

Este estudo teve por objetivo analisar a viabilidade econômica do uso do sistema construtivo LSF (*Light Steel Frame*), considerando sua aplicabilidade em uma obra residencial na cidade de Palmas, TO, em relação ao sistema convencional.

A metodologia desenvolvida para este estudo teve uma abordagem qualitativa e quantitativa, visando identificar as características do processo executivo da edificação e ainda a viabilidade econômica do sistema *Light Steel Frame* em relação ao sistema convencional, bem como analisar os benefícios sociais que este tipo de sistema construtivo pode trazer para a questão social do déficit habitacional brasileiro.

Tal opção de pesquisa se justifica pelo fato de que a pesquisa qualitativa “preocupa-se com a compreensão, com a interpretação do fenômeno, considerando o significado que os outros dão às suas práticas” enquanto a pesquisa quantitativa “remete-se a uma explanação das causas, por meio de medidas objetivas, testando hipóteses e utilizando-se basicamente da estatística” (GONÇALVES, 2001, p. 64).

Esta pesquisa foi do tipo descritiva dedutiva, pois teve por finalidade descrever o fenômeno e as características da amostra em estudo, ou seja, as características do processo executivo no sistema LSF e a viabilidade econômica dos sistemas construtivos convencional e o *Light Steel Frame*.

Para tanto, foram feitas análises comparativas entre os dois sistemas construtivos no que se referem aos custos da mão de obra, vantagens da tecnologia LSF, bem como o tempo de construção, preço dos insumos e a disponibilidade de matérias-primas na região da capital tocantinense.

O embasamento teórico utilizado para o desenvolvimento deste estudo foi por meio de um levantamento bibliográfico e documental específico sobre sistemas construtivos: o convencional e o *Light Steel Frame*. Além ainda de tecnologias construtivas focadas no conceito de sustentabilidade (reciclagem de materiais de construção e processos construtivos que resultem em redução de custos, produtividade e qualidade).

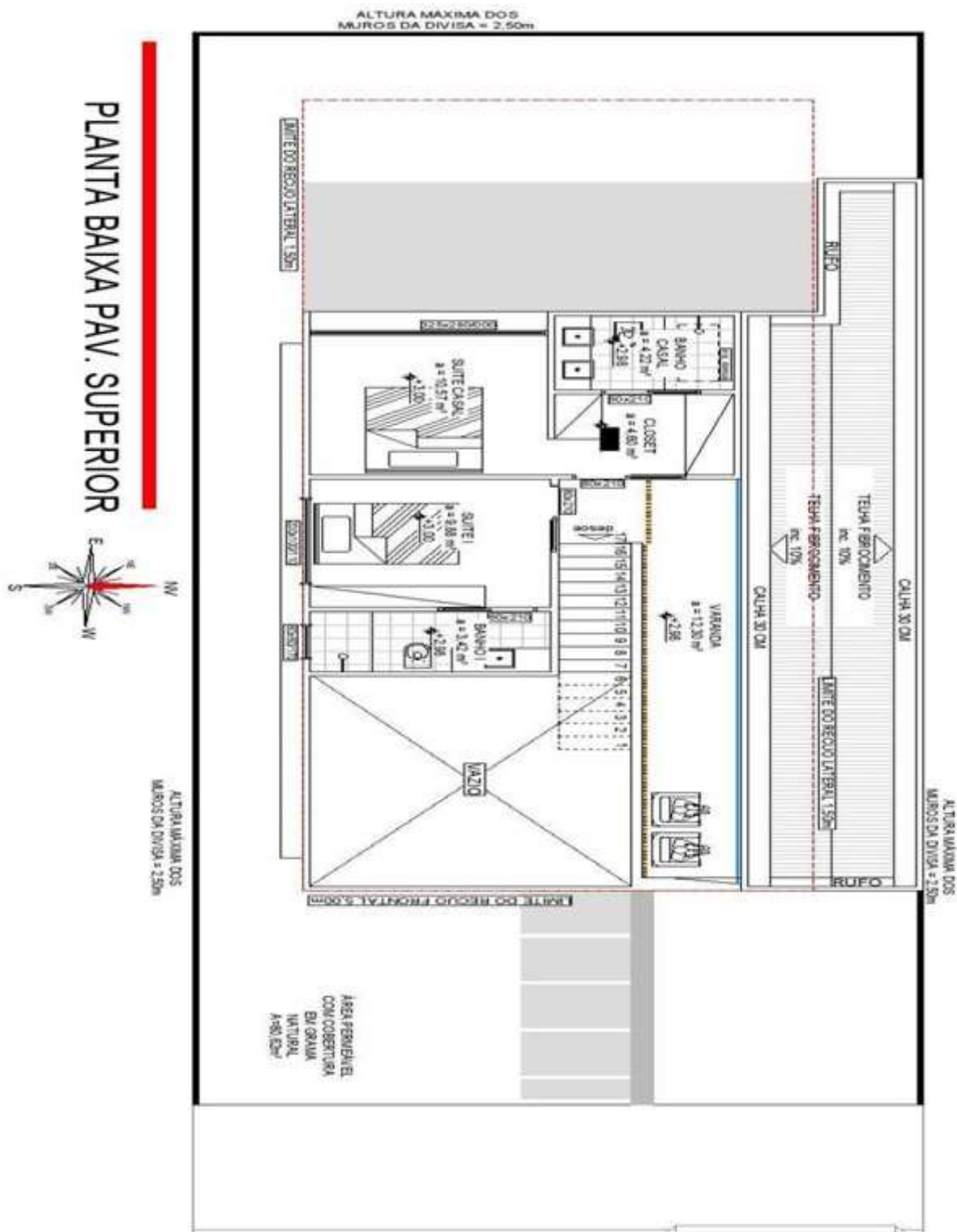
3.1 Estudo de Caso

Refere-se a uma residência padrão médio, em processo de construção, localizada em Palmas, Tocantins, com área total de 155 m², com dois pavimentos, sendo que no andar térreo, uma sala, cozinha, lavabo, área de serviço e garagem. No pavimento superior: uma suíte casal com *closet*, um quarto, um banheiro e uma varanda.

Este estudo teve por objeto de investigação o acompanhamento da construção de uma edificação residencial, no sistema LSF, projeto piloto, em Palmas, TO, quando então foram analisados os custos do sistema LSF em relação ao sistema convencional.

Por se tratar de um Estudo de Caso, foi necessário o acompanhamento de todas as fases do processo construtivo, observando todos os procedimentos relacionados desde à confecção do projeto, o processo construtivo e todas as fases de execução da obra. Tais como contratação de colaboradores, entrevistas com estes, bem como todos os profissionais envolvidos na execução do projeto.

Figura 13: Planta Baixa Superior



Fonte: Placo Center Palmas (2015)

3.2 Procedimentos

Para alcançar os objetivos propostos, neste estudo de caso, foram realizadas visitas periódicas ao canteiro de obras, para acompanhamento de todo o processo construtivo, visando conhecer os aspectos gerais da obra como materiais utilizados, mão de obra e tempo de construção do empreendimento.

Para tanto, buscou-se ainda descrever todos os processos de sequências da obra residencial desde a fase de montagem da estrutura, vedação e cobertura de residências em LSF.

Além disso, foram feitos registros fotográficos da edificação e planilhas descritivas de todo o material utilizado, mão de obra e os respectivos custos financeiros.

Após este processo, foi feita uma análise comparativa em relação aos custos do empreendimento nos dois sistemas construtivos: o convencional e o LSF.

Figura 14: Projeto piloto de uma casa no sistema LSF, em Palmas, TO



Fonte: Placo Center Palmas (2015)

Figura 15: Fundação em Radier armado simples. Casa no sistema LSF, Palmas, TO



Fonte: Placo Center Palmas (2015)

Figura 16: Instalação de membrana para impermeabilização do Radier



Fonte: Placo Center Palmas (2015)

Figura 17: Maquete com projeção casa no sistema LSF



Fonte: Placo Center Palmas (2015)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo teve por objeto de investigação o acompanhamento da construção de uma edificação residencial, no sistema LSF. Trata-se de um projeto piloto, em Palmas, TO, quando então foram analisados os custos do sistema LSF em relação ao sistema convencional.

Dada a relevância do tema para o contexto socioeconômico atual, este estudo teve por objetivo geral realizar um estudo sobre a viabilidade econômica do método construtivo *Light Steel Frame* (LSF), considerando sua aplicabilidade em uma habitação residencial, em Palmas, TO, comparando os processos de fundação, estruturas e vedações com o sistema convencional.

Assim sendo, para alcançar os objetivos propostos neste estudo de caso, foram realizadas visitas periódicas ao canteiro de obras, para acompanhamento de todo o processo construtivo, com a finalidade conhecer os aspectos gerais da obra como materiais utilizados, mão de obra e tempo de construção do empreendimento.

Para tanto, foi necessário um acompanhamento constante de todas as etapas do processo construtivo da referida obra residencial, que incluiu desde a fase de montagem da estrutura, assim como a de montagem, vedação e cobertura da residência no sistema LSF.

Mediante o exposto, na sequência são apresentados os resultados do estudo por ordem dos objetivos específicos propostos no início deste trabalho.

4.1 Análise da viabilidade econômica e vantagens do método construtivo Steel Frame (LSF)

Ao iniciar esta análise da viabilidade econômica da obra vale ressaltar as vantagens do sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF), o qual já é uma realidade em muitas cidades brasileiras devido principalmente no que se refere as questões de sustentabilidade ambiental.

Atualmente tem sido cada vez mais comum o desenvolvimento de projetos de sustentabilidade que visam causar menos impactos ao meio ambiente e também

reduzir os custos de material e mão de obra que estão inseridos nos processos construtivos convencionais.

Nesse contexto, vale ressaltar que as questões relacionadas ao meio ambiente e a sua sustentabilidade passaram a ocupar o centro das discussões em várias partes do mundo com o intuito de conscientizar a sociedade sobre a importância do consumo responsável.

Nesse sentido, governantes, instituições públicas e privadas além de organizações não governamentais passaram a empreender ações para combater o desperdício, desenvolvendo para tanto alternativas sustentáveis de consumo visando assim uma coexistência pacífica entre o ser humano e o meio ambiente.

Dentre as questões relacionadas a alternativas sustentáveis de consumo, destaca-se neste estudo o sistema construtivo Steel Frame (LSF), que vem atraindo cada vez mais adeptos devido às vantagens custo benefício.

Cronograma Físico LSF X Alvenaria

Figura 18: Cronograma de Atividade Final

CRONOGRAMA FISICO													
OBRA: SOBRADO RESIDENCIAL													
TOTAL DE UNIDADES:1													
PERÍODO PREVISTO DE EXECUÇÃO DA OBRA DA OBRA:													
ETAPA	Duração da Atividade (dias)	dez/15				jan/16				fev/16			
		Semana				Semana				Semana			
		1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
LIMPEZA DO TERRENO	2	X											
COMPACTAÇÃO DE ATERRO	2	X											
LOCAÇÃO DA OBRA	1	X											
EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO – RADIER	1		X										
EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO – VIGA BALDRAME	1		X										
PREPARAÇÃO E SEPARAÇÃO DE PAINES ESTRUTURAIS EM STEEL	5			X									
MONTAGEM DE PAINEL STEEL FRAME (INFERIOR E LAJE)	15				X								
INSTALAÇÃO DE PAINEL MASTER BOARD (LAJE)					X								
MONTAGEM DE PAINEL STEEL FRAME (SUPERIOR)						X							
VEDAÇÃO DE PAREDES EXTERNAS(OSB, MANTA E PLACA CIMENTICIA)	10					X	X						
ACABAMENTO E TRATAMENTO DE JUNTAS PAREDES EXTERNAS	5						X						
VEDAÇÃO DE PAREDES INTERNAS(LA DE VIDRO E PLACA DRYWALL ST)	10						X	X					

Fonte: Autor do estudo (2015)

CRONOGRAMA FISICO													
OBRA: SOBRADO RESIDENCIAL													
TOTAL DE UNIDADES:1													
PERÍODO PREVISTO DE EXECUÇÃO DA OBRA DA OBRA:													
ETAPA	Duração da Atividade (semanas)	DEZ/2015				JAN/2016				FEV/2016			
		Semana				Semana				Semana			
		1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª	1ª	2ª	3ª	4ª
SERVIÇOS PRELIMINARES	1	X											
INFRAESTRUTURA	4	X	X	X	X								
SUPERESTRUTURA/LAJE	5					X	X	X	X	X			
PAREDE E PAINES	5								X	X	X	X	X

Fonte: Autor do estudo (2015)

Na análise comparativa dos dois sistemas construtivos verificou-se, conforme demonstrado nos cronogramas acima, que em relação ao tempo de construção do imóvel, o sistema em LSF tem um ganho mais favorável em relação ao sistema convencional.

Vantagens

Em relação as vantagens verificadas no sistema construtivo LSF, constatou-se que em comparação com os sistemas convencionais houve redução dos custos tanto do material como também da mão de obra.

Outras vantagens verificadas no sistema LSF foram de que por se tratar de uma construção sustentável tem baixa utilização de água, economia de energia e baixo volume de resíduos gerados; além ainda de menor tempo de construção, já que o prazo de realização da obra foi em torno de 1/3 do prazo caso a obra tivesse sido realizada em alvenaria.

Outro aspecto vantajoso dos sistema LSF referere-se a leveza estrutural, já que o peso da construção permite uma economia de até 75% no custo da fundação; além ainda de ser uma obra limpa, com canteiro organizado e com baixíssimo desperdício de material. Finalizando, por meio deste sistema, pode-se quantificar com exatidão todos os quantitativos.

Planilhas Orçamentárias

Na sequência estão as planilhas orçamentárias com custo total da obra, bem como suas etapas, onde se pode visualizar os custos por etapas do sistema LSF em relação ao Sistema Convencional;

Tabela 1: Planilha Orçamentária do Sistema *Light Steel Framing*

ORÇAMENTO - SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING-PLACO CENTER PALMAS							
PALMAS-TO				Orçamento MO e Material			
ENDEREÇO: QUADRA 1503 SUL				Moeda = Real			
MERCADO ATUAL				BDI: 00,0%			
				Palmas, TO - Abril/2016			
ITEM CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	QUANTIDADE CONSUMO	MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL BAT-NO	PREÇO TOTAL
FUNDAÇÕES E ESTRUTURA							
Fundações							
FUNDAÇÕES RASA							
	Tipo "RADIÉR"						
	movimentação de terra	m³	25,00		50,00	50,00	1.250,00
	Formas	m²	13,30	26,00	45,00	71,00	944,30
	Armadura	kg	283,40	5,30	1,20	6,50	1.842,19
	Concreto	m³	17,00	270,00	26,00	298,00	5.066,00
IMPERMEABILIZAÇÃO							
	Lona plástica	m²	100,00	2,80	0,50	3,30	330,00
Total da etapa				R\$ 9.432,40			
Estruturas Metálicas							
ESTRUTURA METÁLICA COMPLETA							
PEÇAS PRINCIPAIS							
	Perfil CR 150mm com 1,25mm de espessura (montagem e produção)	ton	12.532,00	4,63		4,63	58.023,18
	Montagem e Produção	m²	5.532,00		3,50	3,50	19.362,00
	Painel estrutural de madeira e placa cimentícia (laje seca)	m²	61,00	110,00	2,50	112,50	9.112,50
DISPOSITIVOS DE LIGAÇÃO							
	Rebites, parafusos e chumbadores	und	21.478,00	0,13		0,13	2.792,14
Total da etapa				R\$ 89.289,80			
ARQUITETURA E ELEMENTOS DE URBANISMO							
Arquitetura							
Paredes (vedações)							
	Painel OSB com fixação	m²	368,00	18,50	6,00	26,50	10.282,00
	Painel de gesso acartonado com tratamento de juntas e fixação	m²	211,6	12,5	6,00	18,50	3.914,60
	Painel cimentício com tratamento de juntas e fixação	m²	368,00	55,50	26,70	82,20	31.893,60
Total da Etapa				R\$ 46.090,20			
CUSTO TOTAL (SEM B.D.I.)						R\$ 144.812,40	

Fonte: Autor da pesquisa (2016)

Tabela 2: Planilha Orçamentária com custos e etapas de serviços da obra em LSF

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA								
OBJETO:							ELABORADO: ABRIL/2016	
LOCAL:							SINAPI: FEVEREIRO/2016	
SINAPI	ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	MÃO DE OBRA	MATERIAL	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
	1.0	SERVIÇOS PRELIMINARES						
73822002	1.0.1	LIMPEZA DE TERRENO C/ RASPAGEM MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL UTILIZANDO MOTONIVELADORA	M²	250,00	0,15	0,36	R\$ 0,51	R\$ 127,50
74077002	1.0.2	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTAL ETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 10 VEZES	M²	115,00	0,92	2,15	R\$ 3,07	R\$ 353,05
		TOTAL DO ITEM 1.0						R\$ 480,55
	2.0	INFRAESTRUTURA						
92776	2.0.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,3 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	52,30	3,11	7,27	R\$ 10,38	R\$ 542,87
92777	2.0.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	175,10	2,96	6,96	R\$ 9,97	R\$ 1.745,75
92778	2.0.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	141,70	2,43	5,68	R\$ 8,11	R\$ 1.149,19
92779	2.0.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	23,90	2,04	4,77	R\$ 6,81	R\$ 162,76
92780	2.0.5	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	31,40	1,66	3,88	R\$ 5,54	R\$ 173,96
92775	2.0.6	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	106,10	3,41	7,90	R\$ 11,35	R\$ 1.204,24
73972001	2.0.7	CONCRETO FCK-25MPa, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO	M³	7,67	117,04	273,09	R\$ 390,13	R\$ 2.992,30
74157004	2.0.8	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	M³	7,67	21,75	59,74	R\$ 72,49	R\$ 556,00
5970	2.0.9	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO, C/ REAPROVEITAMENTO 2X.	M²	106,13	14,08	32,86	R\$ 46,94	R\$ 4.981,74
59935	2.0.10	ATERRO INTERNO (EDIFICACOES) COMPACTADO MANUALMENTE	M³	75,00	11,52	26,42	R\$ 37,74	R\$ 2.830,50
		TOTAL DO ITEM 2.0						R\$ 16.819,88
	3.0	SUPERESTRUTURA/LAJE						
92776	3.0.1	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,3 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	58,40	3,11	7,27	R\$ 10,38	R\$ 606,19
92777	3.0.2	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	476,60	2,96	6,96	R\$ 9,97	R\$ 4.751,70
92778	3.0.3	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	496,50	2,43	5,68	R\$ 8,11	R\$ 3.783,32
92779	3.0.4	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	313,10	2,04	4,77	R\$ 6,81	R\$ 2.132,21
92780	3.0.5	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	41,30	1,66	3,88	R\$ 5,54	R\$ 226,80
92775	3.0.6	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM AF. 12/2015	KG	430,40	3,41	7,90	R\$ 11,35	R\$ 4.885,04
73972001	3.0.7	CONCRETO FCK-25MPa, VIRADO EM BETONEIRA, SEM LANÇAMENTO	M³	27,76	117,04	273,09	R\$ 390,13	R\$ 10.830,01
74157004	3.0.8	LANÇAMENTO/APLICAÇÃO MANUAL DE CONCRETO EM FUNDACOES	M³	27,76	21,75	59,74	R\$ 72,49	R\$ 2.012,32
5970	3.0.9	FORMA TABUA PARA CONCRETO EM FUNDACAO, C/ REAPROVEITAMENTO 2X.	M²	375,91	14,08	32,86	R\$ 46,94	R\$ 17.645,22
		TOTAL DO ITEM 3.0						R\$ 48.674,81
	4.0	PAREDE E PAINES						
87519	4.0.1	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 6X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MAIOR OU IGUAL A 6M² COM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF. 06/2014 P	M²	324,19	15,00	33,07	R\$ 62,63	R\$ 20.304,02
87570	4.0.2	CHAPISCO APLICADO SOMENTE EM PILARES E VIGAS DAS PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM MISTURADOR 500KG. AF. 06/2014	M²	648,38	0,51	1,90	R\$ 3,39	R\$ 2.196,01
74001001	4.0.3	RESOCO COM ARGAMASSA PRE-FABRICADA, ESPESSURA 0,5CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA	M²	648,38	5,85	13,66	R\$ 24,39	R\$ 15.813,99
87529	4.0.4	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:3, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES DE AMBIENTES COM ÁREA MENOR QUE 10M², ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALUCAS. AF. 06/2014	M²	648,38	6,91	16,12	R\$ 20,79	R\$ 18.866,86
		TOTAL DO ITEM 4.0						R\$ 56.982,88
		TOTAL GERAL						R\$ 129.677,55

Fonte: Autor da pesquisa (2016)

4.2 Relação Custo/benefício do Empreendimento

4.2.1 Custos da Obra

Na fase da estrutura é onde se concentra o maior custo do orçamento, com uso do Sistema LSF tem-se um custo maior, mas com mais agilidade no processo e é essa etapa que proporciona às condições de alívio de cargas a fundação, seu custo é mais elevado devido a aplicação das peças de aço galvanizado e em função da necessidade de criar um projeto com mesma equivalência ao projeto no sistema convencional. O projeto do sistema em Steel Frame desconsiderou a possibilidade de reduzir a espessura das paredes para diminuir o consumo de aço, devido a necessidade de ter um projeto que tenha maior proximidade possível da situação empregada no sistema convencional.

Na etapa de fundação verificou-se o menor custo por etapa dos dois sistemas, onde a fundação aplicada pelo sistema LSF apresentou um custo de 78,32% inferior ao custo da fundação aplicada no sistema convencional. O alívio de cargas proporcionado pelo uso do sistema LSF, implica diretamente no custo da fundação, uma vez que a redução da carga proporciona melhores condições de aplicação do tipo de fundação. Nesse item, o custo de material e da mão de obra no sistema LSF foi 20% maior que o sistema convencional (**Tabela 3**).

Tabela 3: Custo do Material e Mão de Obra LSF

Etapa	MATERIAL E MDO		IMPACTO DE CUSTO (LSF)
	LSF	CONVENCIONAL	
Fundação	R\$ 9.432,40	R\$ 16.819,86	78,32%
Estrutura	R\$ 89.289,80	R\$ 46.874,81	90,49%
Vedação	R\$ 46.090,20	R\$ 56.982,88	23,63%
Total	R\$ 144.812,40	R\$ 120.677,55	20,00%
M ²	R\$ 934,27	R\$ 778,56	155,00

Fonte: Autor da pesquisa (2016)

Na etapa de vedação, verificou-se uma redução de custo bastante considerável para o uso do sistema LSF, sendo este um dos motivos pelo crescente uso da vedação em LSF no sistema misto (estrutura de concreto armado e vedação em LSF). Essa diferença se dá em função da redução nos custos de mão de obra para aplicação das placas de vedação, que está ligada diretamente ao tempo de aplicação.

Os custos para o sistema LSF são maiores apenas na execução da estrutura e vedação que é onde se concentra maior demanda de trabalho. Porém comprando o custo por metro quadrado temos o maior custo com aplicação do sistema LSF. Nesse item, o custo da MDO no sistema LSF foi 12,90% maior que o sistema convencional para região de Palmas, TO (**Tabela 4**).

Tabela 4: Custo do Mão de Obra LSF

Etapa	MAO DE OBRA		IMPACTO DE CUSTO (LSF)
	LSF	CONVENCIONAL	
Fundação	R\$ 2.714,58	R\$ 5.045,95	85,88%
Estrutura	R\$ 19.564,50	R\$ 14.062,44	39,13%
Vedação	R\$ 14.733,20	R\$ 13.674,33	7,74%
Total	R\$ 37.012,28	R\$ 32.782,72	12,90%
M ²	R\$ 238,79	R\$ 211,50	155,00

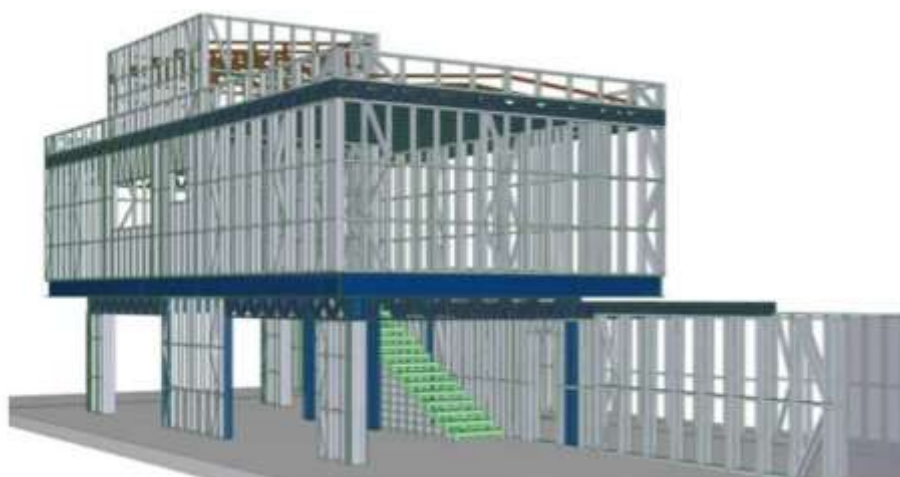
Fonte: Autor da pesquisa (2016)

Os custos com os materiais do sistema LSF, são maiores apenas nos matérias da estrutura, que é onde se encontra a maior demanda por materiais no sistema. Porém comparando o custo por metro quadrado temos um maior custo com aplicação dos materiais em LSF. Nesse item, os custos de materiais para o sistema LSF são 40,93% maior que o sistema convencional (**Tabela 5**).

Tabela 5: Custo do Materiais LSF

Etapa	MATERIAL		IMPACTO DE CUSTO (LSF)
	LSF	CONVENCIONAL	
Fundação	R\$ 6.717,80	R\$ 11.773,89	75,26%
Estrutura	R\$ 69.725,30	R\$ 32.812,37	112,50%
Vedação	R\$ 31.357,00	R\$ 31.906,78	1,75%
Total	R\$ 107.800,10	R\$ 76.493,04	40,93%
M ²	R\$ 695,48	R\$ 493,50	155,00

Na sequência estão as fotos do empreendimento objeto deste estudo, desde a fase inicial da estrutura a fase atual de vedação da habitação construída no sistema construtivo *Steel Frame* (LSF), em Palmas, Tocantins.

Figura 19: Visão geral em 3D da Estrutura habitacional construída no sistema LSF

Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 20: Estrutura da habitação Steel Frame (LSF)



Fonte: autor do estudo (2015)

Figura 21: Visão geral da estrutura da casa em LSF



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 22: Estrutura interna da habitação em LSF



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 23: Visão da estrutura interna da habitação em LSF



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 24: Vedação da estrutura da habitação em LSF



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 25: Vedação 2



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 26: Vedação 3



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 27: Vedação 4



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 28: Vedação 5



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 29: Vedação laje



Fonte: Autor do estudo (2015)

Figura 30: Vedação da laje da casa LSF



Fonte: Autor do estudo (2015)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil está sempre em busca de novas tecnologias construtivas, voltadas a atender a demanda do mercado imobiliário com construções mais sustentáveis e com redução significativa dos custos do empreendimento, bem como redução dos prazos para entrega.

Apesar do mercado brasileiro construtivo de residências já ser consolidado com o uso de concreto armado e vedação em blocos cerâmicos, dia a dia estão sendo agregadas novas tecnologias de sistemas construtivos, já que estes visam principalmente oferecer melhores condições para a indústria da construção civil principalmente, no que se refere aos impactos ambientais e aos custos das obras.

Durante este estudo, constatou-se que a utilização do sistema construtivo LSF no projeto da Placo Center Palmas, objeto de estudo deste trabalho, verificou-se que o resultado foi bastante satisfatório mediante os aspectos econômicos resultantes, oportunidade esta em se observou maior custo em relação ao sistema de concreto armado e vedação em bloco cerâmico.

Durante o trabalho de pesquisa, notou-se, que a utilização desse sistema se torna cada vez mais adotado e procurado pelos empresários da construção civil. Além disso, as vendas de material para o sistema LSF têm aumentado consideravelmente, conforme informações dos vendedores do ramo.

Verificou-se neste estudo, que uma das principais vantagens do sistema LSF é que a execução da obra é mais rápida, além ainda da facilidade de manutenção, redução do canteiro de obras, facilidade na auditoria, flexibilidade, qualidade habitacional, baixo impacto ambiental e melhor controle de custos da obra.

Desta maneira, a utilização do sistema LSF permite a industrialização dos serviços e das etapas da obra, dando maior rapidez; além de permitir rápido retorno do capital empregado, já que possibilita maior agilidade nos processos de execução da obra, reduzindo o volume e a densidade de materiais empregados na construção.

Além desses aspectos, o trabalho de manutenção nas instalações é bastante simples, pois a infraestrutura não está envolvida por massa rígida; permitindo assim que seja levantando toda a estrutura empregada na obra, por meio de detectores de metais. Também permite grandes vãos livres e um excelente desempenho térmico e

acústico. Por todas essas características, o LSF é um sistema ecologicamente correto, por ter o desperdício inferior a 5% e o material usado pode ser reciclado.

Em função disso, o baixo desperdício de materiais permite um controle bastante preciso do custo final da obra.

Na finalização deste estudo sobre o sistema construtivo LSF, conclui-se que o sistema *Light Steel Framing* é uma alternativa bastante satisfatória já que pode ser planejado dentro dos padrões financeiros de execução de obras residenciais.

No entanto, vale ressaltar que hoje, na região de Palmas, TO, nota-se um custo mais elevado do sistema LSF em relação ao convencional. Mas, isso ocorre em função da logística e da estrutura local, que com o decorrer do tempo, deverá se inverter, pois as perspectivas do setor construtivo para o sistema LSF são as melhores possíveis, o que possibilitará se tornar muito mais econômico.

REFERÊNCIAS

ALVES, Matheus Vinnicius da Silva. **Sistema de Construção Industrializada *Light Steel Framing***. Projeto Final de Graduação, Publicação ENC. PJ – 131/2014, Departamento de Engenharia Civil, Instituto de Ensino Superior Planalto, Brasília, DF, 2014. 62 p.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Eduardo; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica – PCC. Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000.

BORGES, F. H.; TACHIBANA, W.K. **A evolução da preocupação ambiental e seus reflexos no ambiente dos negócios**: uma abordagem histórica. In: Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia de Produção, 2005. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, PUC-RS.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. ***Light Steel Framing***: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2014. 196f. : il. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-11072014-155539/pt-br.ph>> Acesso em: 30/nov./2015.

CRASTO, Renata Cristina Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *Light Steel Framing***. Dissertação (Mestrado). Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2005. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp081196.pdf>> Acesso em: 21/set./2015.

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço. Disponível em: <www.cbca-iabr.org.br> Acesso em: 30/nov./2015.

CIB. CONSELHO INTERNACIONAL PARA A PESQUISA E INOVAÇÃO EM CONSTRUÇÃO. **Agenda 21 para a construção sustentável**. São Paulo. Escola Politécnica da USP, 2000. (Publicação CIB 237) Disponível em <www.cibworld.nl> Acesso em: 21/set./2015.

CORRÊA, Lasaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Monografia (Especialização). Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: UFMG, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DO DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA (2015). Análise comparativa dos sistemas construtivos convencional e alvenaria estrutural. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/ibda.php>> Acesso em: 10/out./2015.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em *Light Steel Framing* e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no Nordeste do Brasil**, aplicados na construção de casas populares. Monografia (Graduação Engenharia Civil). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB: 2012.

PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PCC). São Paulo, 1999.

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

ROMERO, Marta A. B. Estratégias Bioclimáticas de Reabilitação Ambiental adaptadas ao Projeto. In: **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística**. ROMERO, Marta Adriana Bustos. (Org.). Brasília: FAU/UnB, 2009.

VIVAN, André Luiz. **Projetos para produção de residências unifamiliares em *light steel framing***. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011. São Carlos: UFSCar, 2011. 209 f. Disponível em: <http://www.btd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4264> Acesso em: 30/11./2015.