Light Steel Frame: Um sistema alternativo

Vitor Dias Santos
Vitord@academico.uniages.edu.br

Professor orientador: Me. Raphael Sapucaia dos Santos

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

Nos dias atuais o sistema construtivo mais utilizado no Brasil, é o de alvenaria convencional, embora ainda seja muito artesanal, usando tijolos cerâmicos para a sua construção, além de vigas, pilares e lajes de concreto armado. Esse método é caracterizado pela alta geração de resíduos, desperdício e baixa produtividade. Contudo a população está ficando cada vez maior, gerando a necessidade de métodos mais rápidos e sustentáveis. Com isso em vista, essa pesquisa tem como intuito apresentar o sistema Light Steel Frame (LSF), suas vantagens como flexibilidade, velocidade de construção e organização, leveza da estrutura, alívio da fundação, sustentabilidade, facilidade na manutenção, sem gasto excessivo com descarte de resíduos e qualidade, assim como também destacar suas desvantagens, como a limitação de pavimentos, o alto custos e a escassez de locais para adquirir os materiais necessários, a dificuldade de achar profissionais qualificados para planejar, fazer e executar os projetos e a falta de interesse das pessoas por optarem por um novo sistema. Para a concepção deste trabalho foi realizado uma pesquisa exploratória básica, e foram utilizadas fontes secundárias, como trabalhos acadêmicos, artigos, livros e afins, sendo essa pesquisa de caráter qualitativo com destaque em revisão bibliográfica.

Palavras-chave: Sistema Construtivos. Alvenaria Convencional. LSF.

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de achar sistemas construtivos inovadores, e opções que possam aprimorar o desenvolvimento habitacional, essa pesquisa tem como objetivo, apresentar de maneira sucinta um sistema alternativo, sendo ele o Light Steel Frame, também conhecido como LSF, que embora ainda seja pouco utilizado no Brasil, é um sistema eficiente, sustentável, rápido e leve. Contudo a alvenaria convencional ainda é amplamente utilizada no Brasil, embora seja facilmente ligada a obras com um nível baixo de planejamento, sem mão de obra especializada, com altos índices de desperdícios e qualidade duvidosa, muitas vezes manifestando patologias (ABDI, 2015).

Para Azevedo (1997), a alvenaria convencional, é uma construção realizada como as estruturas de fundação, contendo pilares e vigas de concreto armado, esses elementos são moldados e calçados com madeira ou com a própria alvenaria de vedação, feita de blocos cerâmicos. A alvenaria de vedação tem como função principal, separar ambientes, seja ambientes internos ou a separação do ambiente externo (NASCIMENTO, 2002).

Lordsleem Jr. (2000), complementa dizendo que a alvenaria convencional é caracterizada pela falta de padronização em seus processos construtivos, assim como possui pouca fiscalização de seus serviços.

Oliveira e Lopes (2014), aponta que o método convencional ainda conta com uma excelente qualidade final, possuindo diversas possibilidades de acabamentos e com uma indiscutível aceitação da população em geral, isso devido aos traços culturais muito bem

estabelecidos. Contudo, ainda é um método extremamente antigo e totalmente artesanal, que contém diversos vícios construtivos, seja deixando a construção fora de prumo, nível ou esquadro, além disso a taxa de improvisos no decorrer da obra é muito alta, principalmente por conta de ser um processo artesanal, contando com inúmeros processos construtivos que são realizados na própria obra (MAGALHÃES et al, 2018).

Segundo Neves (2014), A falta de especialização da mão de obra causa da baixa produtividade, assim como, gera dificuldades a construtoras que pretende atuar em ritmo acelerado, além de gerar inúmeras perdas, tanto de tempo, quanto de material, seja causado por trabalhos mal feitos, ou pela necessidade de um retrabalho, como é o caso das instalações hidráulicas e elétricas, onde se faz necessário rasgar as paredes depois de levantada, para realizar a instalação dos mesmos, como na Figura 1 (SOUZA, 2013).

Figura 1 – instalações elétricas e hidráulicas: Alvenaria convencional

Fonte: (OLIVEIRA E LOPES, 2014)

Com isso em mente, a construção civil tem a necessidade de construir de forma mais rápida e sustentável, devido a um aumento da conscientização das pessoas acerca do meio ambiente. Tendo isso em vista, é preciso buscar sistemas construtivos mais eficientes, e o LSF é um sistema alternativo que tem como princípio ser sustentável, rápido, limpo e leve, esse sistema se utiliza de perfis de aço galvanizado, que são usados na composição dos painéis, podendo ser estruturais ou não estruturais, sendo um sistema que contém vários subsistemas, como, fundação, acabamento, cobertura, etc (RODRIGUES, 2006). Devido a isso essa pesquisa tem como finalidade apresentar o LSF, que é uma possível alternativa ao sistema de alvenaria convencional, demonstrando as vantagens e desvantagens desse sistema.

2. DESENVOLVIMENTO

O Light Steel Frame, também conhecido como LSF, tem como tradução, estrutura de aço leve, sendo um sistema construtivo que se utiliza de perfis de aço leve. Na Figura 2 é possível ver a estrutura de aço de uma casa de 2 pavimentos em LSF, além de uma amostra da casa finalizada. De acordo com o manual de procedimento da Consulstell (2002), o LSF é um sistema destinado a construção de edificações, sendo composto de inúmeros subsistemas, sendo eles estruturais, isolamento termo acústico, fechamento interno e externo, instalação hidráulica e elétrica.

Figura 2 – Sistema construtivo light steel frame

Fonte: (GRUBLER, 2021)

Esse sistema possui diversas características, entre elas está, a sustentabilidade, que se tornou uma das grandes tendências nos dias atuais, se tornado cada vez mais relevantes na concepção de novos projetos. O LSF é um sistema ecologicamente correto, e pouco agressivo ao meio ambiente, tendo componentes pré-fabricados e industrializados possibilitando uma grande redução de perdas no canteiro de obras, no custo dos descartes do entulho e também proporciona um maior controle de qualidade (GRANJA E JACOMIT, 2010).

A flexibilidade é outra grande vantagem desse sistema, Hass e Martins (2011), afirmam que o LSF é muito flexível podendo ser utilizado de diversas maneiras, seja para reformas, mudanças de ocupação de edifícios ou ampliações, assim como se adapta bem em conjunto a outros sistemas construtivo, não limitando o LSF, além de facilitar a passagem de água, esgoto, elétrica e etc. Por ser uma estrutura mais leve, ocasiona no alívio do carregamento da fundação, podendo diminuir o valor final dessa etapa (MACHADO, 2008).

Para Campos e Sousa (2010), as maiores vantagens do LSF estão na facilidade de executar reparos e fazer a manutenção quando necessário, já que não é preciso fazer aquela bagunça comum na alvenaria convencional. além de gerar um produto de qualidade e segurança, mas para isso, é necessário mão de obra especializada, peças e equipamentos.

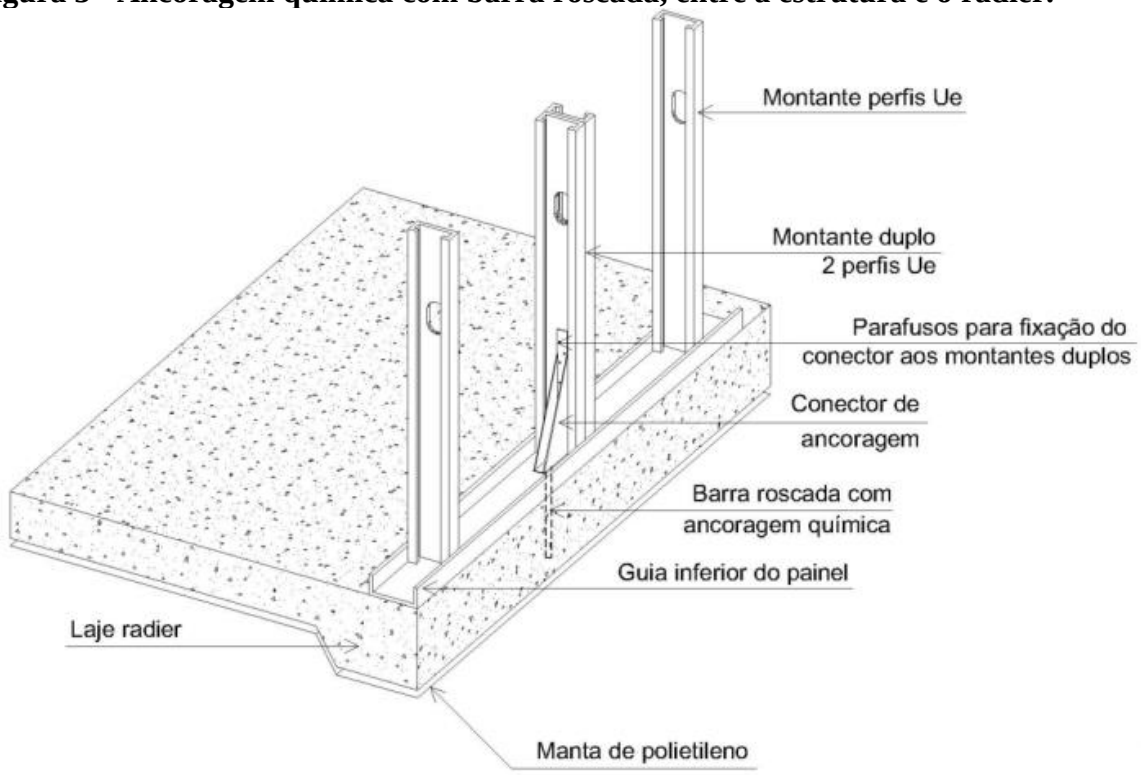
Glubler (2021) afirma que o LSF possui em relação a alvenaria convencional, uma estrutura mais leve, com maior precisão e velocidade de montagem, também como uma grande redução na perda e desperdício de materiais, podendo ainda reciclar 100% das sobras de aço, e possuindo garantia de qualidade pelas siderúrgicas que fornecem esse material. Os perfis de aço também possuem alta durabilidade e por serem galvanizados ainda contam com uma alta resistência à corrosão e exibem alta estabilidade dimensional (HASS E MARTINS, 2011).

Em contrapartida Barros (2020) vem trazendo as principais desvantagens desse sistema, sendo eles, um alto custo inicial, por se tratar de uma obra rápida a compra de materiais não pode atrasar, além disso, os valores para construção em LSF costumam serem mais altos devido à escassez de profissionais qualificados, seja na etapa de planejamento, projetos ou execução. O LSF também pode não compensar financeiramente na construção de prédios acima de 4 pavimentos, isso devido a estrutura de aço ser idealizada para ser leve.

Bortolotto (2015), afirma que o LSF é formado por elementos estruturais e/ou elementos de vedação, os elementos estruturais trabalham em conjunto para suportar todos os esforços mecânicos que a construção esteja sujeita, tornado cada um desses elementos, uma pequena parcela importante, que irá contribuir diretamente na resistência da carga total, ou seja, a união de vários perfis conectados forma a estrutura que recebe a carga de forma distribuída. Esse método exige menos da fundação por ser leve, tendo o radier e a sapata corrida como principais tipos de fundação que são mais se adéquam a esse sistema, devido a distribuição linear das cargas ao longo de sua estrutura (PRUDÊNCIO, 2013).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a pressão do vento pode causar movimentos na edificação, para evitar isso, os painéis devem ser ancorados de maneira firme na fundação, como mostrado na Figura 3. A fixação da superestrutura na fundação é feita a partir da ancoragem dos perfis com a fundação, para isso existem alguns tipos de ancoragem, como, ancoragem provisória, ancoragem expansível com parabolts, ancoragem com barra roscada em J e ancoragem com fita metálica, contudo a ancoragem química com barra roscada é mais utilizada nesse sistema (OLIVEIRA E LOPES, 2014).

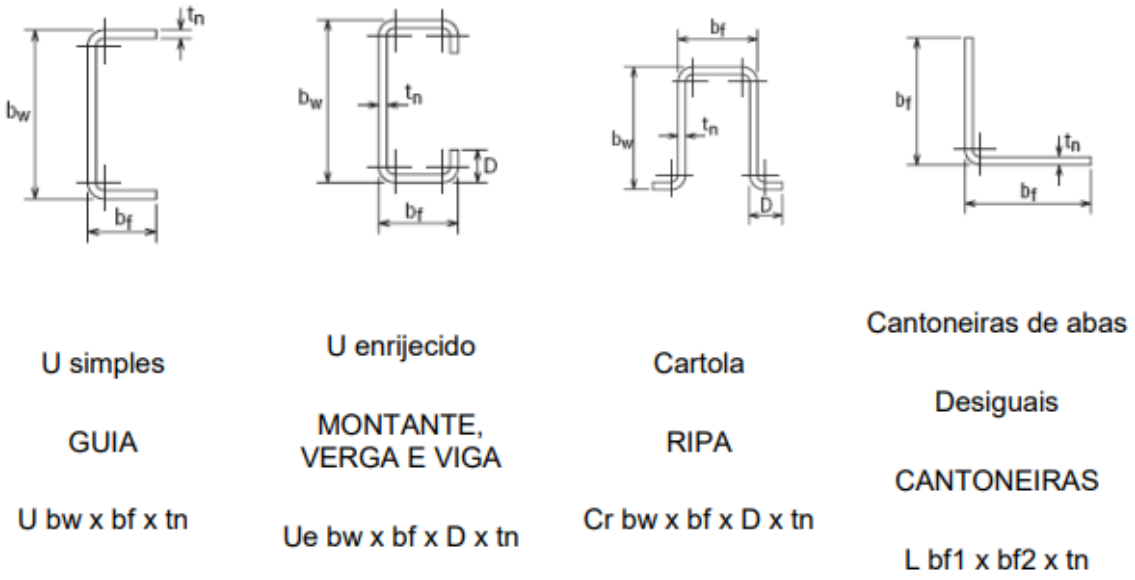
Figura 3 - Ancoragem química com barra roscada, entre a estrutura e o radier.



Fonte: (CRASTO, 2005)

Na Figura 4 são apresentados os tipos de perfis mais utilizados no LSF. De acordo com Gaspar (2013), esses perfis são usados na montagem dos painéis, que nada mais são que as paredes do edifício, sendo elas, internas ou externas, também são utilizadas na montagem das lajes e coberturas.

Figura 4 - Perfis e funções



Fonte: (CHONG, 2016)

Para Santos (2020) existem dois principais métodos de montagem no steel frame, sendo eles utilizando perfis comerciais, também conhecido como stick, ou perfis engenheirados. Perfis comerciais são produzidos em massa, com barra de 3 e 6 metros, seus tamanhos são definidos na obra, seguindo as especificações do projetista, ou seja, são necessários equipamentos de posicionamento, marcação, medição, corte e esquadro. Em contrapartida os perfis engenheirados são produzidos por meio do projeto, ou seja, os perfis vêm da fábrica enumerados, agrupados, com as aberturas para passagem das instalações e com local para a fixação, conforme o projeto, devido a isso a montagem é pode ser realizada de maneira mais rápida e fácil.

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), o telhado em LSF tem sua estrutura semelhante ao telhado do sistema de alvenaria convencional, tendo como principal diferença a mudança do material, onde a madeira é substituída por perfis de aço. Crasto (2005) completa dizendo que os telhados em LSF admitem inúmeros tipos de telhas ou coberturas, como eu por exemplo telhas shingles, que necessitam de um apoio, geralmente usado o OSB (oriented strand board), traduzindo painel de tiras de madeira orientadas, protegido por uma manta de impermeabilização, já para as telhas cerâmicas faz se necessário a utilização de perfis do tipo cartola paralelo aos caibros com intuito de proporcionar o escoamento da água, além disso, é necessário instalar ripas, que permitem que as telhas encaixem.

O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas da edificação, para melhorar o isolamento termoacústico delas é possível utilizar alguns materiais como, lã de vidro ou lã de rocha, para evitar a variação de calor, seja para mais ou para menos, assim como mitigar a passagem de sons, servindo de barreira para o ambiente externo (OLIVEIRA E LOPES, 2014), na Figura 5, é mostrado a instalação da lã de vidro.

Santiago, Rodrigues e Oliveira (2010), propõe a utilização de lã de PET no lugar da lã de vidro ou lã de rocha, por ter um desempenho semelhante, mas com a vantagem de ser obtido a partir de materiais reciclados. Para fazer o fechamento no sistema LSF, os materiais utilizados devem ser leves e compatíveis com o conceito da estrutura, dentre eles, tem o OSB, a placa cimentícia e o gesso acartonado (CRASTO, 2005).

Figura 5 - Instalação de lã de vidro em painel *Drywall*

Fonte: (CRASTO, 2005)

Para Hass e Martins (2011), as placas OSB são painéis estruturais formados por 3 camadas perpendiculares de tiras de madeira, sendo elas 100% vindas de reflorestamento, elas são unidas com auxílio de uma resina resistente a intempéries e prensadas em altas temperaturas, tornando-as mais resistentes a esforços mecânicos, além de aumentar sua estabilidade e rigidez, elas podem ser usadas nas paredes, tetos, pisos, telhados, entre outros, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – Aplicação de placas OSB

Fonte: (GRUBLER, 2021)

Gomes (2007), afirma que as placas cimentícias se destacam em sua grande resistência à umidade e baixo peso próprio, além de acelerar a execução, possuindo um acabamento final

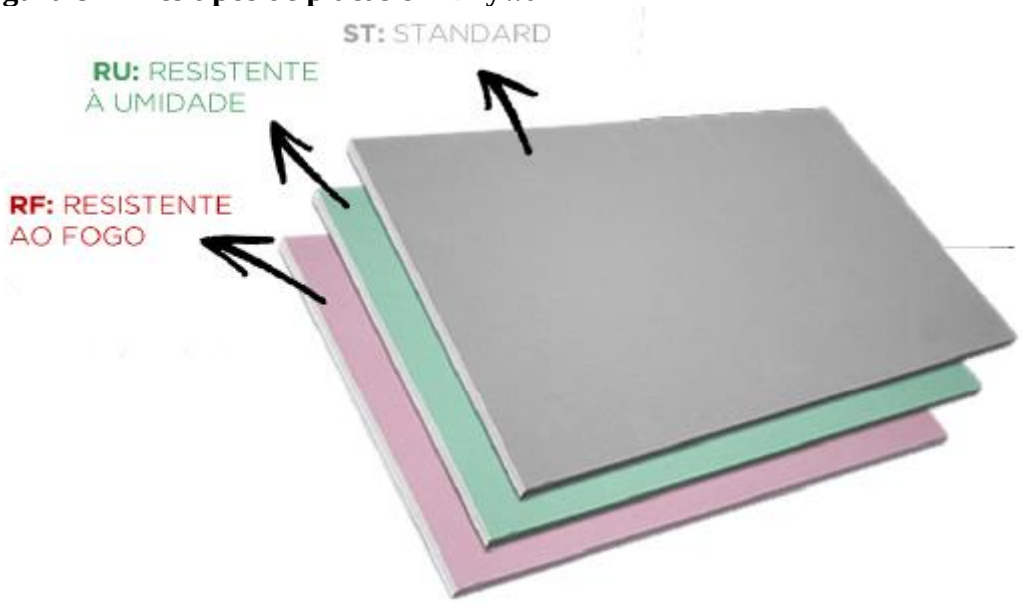
excelente, possibilitando a aplicação diretamente nas placas, como é o caso da pintura e revestimento. Na Figura 7 pode ser visto as placas cimentícias instaladas.

Figura 7 – Aplicação de placas cimentícias

Fonte: (GRUBLER, 2021)

De acordo com Grubler (2021), existem 3 tipos de placas de gesso, como mostrado na Figura 8, uma para áreas secas como quartos, salas e circulação, sendo elas do tipo ST (standard), do tipo RU (resistente à umidade), também conhecida como placa verde, indicadas para áreas molháveis, como é o caso do banheiro, cozinha e área de serviço, e do tipo RE (resistente a fogo), também conhecida como placa rosa, indicada para áreas secas, onde seja exigido uma maior resistência a fogo, como saídas de emergência, escadas e ambientes onde o risco de incêndio é maior.

Figura 8 – Três tipos de placas em Drywall



Fonte: (GRUBLER, 2021)

As instalações do LSF é bem similar ao método convencional, seja elas hidráulicas, elétricas, sanitárias, gás, TV ou internet, tanto que os mesmos critérios usados no dimensionamento dessas instalações, poderão ser usados em ambos os sistemas construtivos, mudando somente a forma de se os instalar (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012). Os autores supracitados ainda afirmam que as instalações passam por furos feitos nas almas dos perfis Ue, tanto nas paredes, quanto nas vigas e lajes. Esses furos são estabelecidos e dimensionados no projeto estrutural. Na Figura 9 é possível ver as instalações e sua passagem pelas almas dos perfis.

Figura 9 – Instalações elétricas

Fonte: (GRUBLER, 2021)

Embora possa ser usado tubulações convencionais para fazer a parte hidráulica do projeto, Brescovit (2017) recomenda a utilização de tubos flexíveis denominados de tubos PEX (polietileno reticulado), como mostrado na Figura 10. Esses tubos PEX possuem resistência a temperaturas altas, além de garantir uma maior velocidade em sua execução.

Figura 10 - Instalação hidráulica com tubos PEX.

Fonte: (BRESCOVIT, 2017)

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos da presente pesquisa, foi utilizado o método de pesquisa exploratória básica com o objetivo de apresentar o sistema construtivo LSF como um método alternativo.

Com esse objetivo as principais fontes de estudos foram as secundárias, como trabalhos acadêmicos, artigos, livros e afins, que foram aqui selecionados. Para isso, foram utilizados como base para essa pesquisa os autores como Cristina Moraes de Crasto, Arlete Maria Sarmanho Freitas, Alexandre Kokke Santiago, Danielle Maciel de Oliveira, Diego Ferreira Lopes, entre outros autores que elaboraram trabalhos significativos sobre o assunto. Essa pesquisa possui caráter qualitativo com destaque em revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Rodrigues (2006), OLSF é um sistema construtivo que se utiliza de perfis de aço galvanizado, esses perfis são usados em algumas etapas da obra, como, montagem da estrutura e telhado. A Consulstell (2002), aponta que o LSF possui diversos subsistemas, como isolamento termo acústico, instalação hidráulica e elétrica, entre outros.

O LSF possui inúmeras vantagens, assim como:

- Sustentabilidade: Para Granja e Jacomit (2010), o LSF é um sistema que é pouco agressivo ao meio ambiente, e isso ocorre devido à baixa geração de resíduos na obra, já que os principais componentes desse sistema são industrializados, além disso, Glubler (2021), complementa afirmando que o aço é 100% reciclável, evitando assim, o acúmulo de resíduos no mundo.
- Flexibilidade: De acordo Hass e Martins (2011), o LSF pode ser utilizado de diversas formas, como para reformas e ampliações, além de conversar muito bem com outros sistemas, não ficando restrito somente à obra de LSF.
- Fundação: Machado (2008) afirma que o sistema LSF possui uma estrutura mais leve que outros sistemas, como o de alvenaria convencional, podendo baratear essa etapa da obra devido a um menor peso gerado na fundação do LSF.
- Manutenção: Campos e Sousa (2010), afirmam que a manutenção desse sistema é mais fácil, além de não ter que quebrar paredes, somente cortar a área necessária, depois só remendando o rasgo.
- Qualidade: De acordo com Campos e Sousa (2010), o LSF trabalha com recurso de qualidade, seja profissionais qualificados ou materiais industrializados, sendo eles assegurados pelas empresas fornecedoras, gerando uma maior segurança, já que o principal insumo que é o aço, possui alta durabilidade, além de serem galvanizados e terem garantia das siderúrgicas (HASS E MARTINS, 2011).
- Produtividade: Barros (2020) afirma que o LSF é um sistema de construção rápido, devido a parte da obra ser industrializada, a construção trabalha em ritmo acelerado, já que a montagem pode ser realizada de maneira rápida e fácil (SANTOS, 2020).

Assim como também possui desvantagens, como:

- Profissionais: Ainda é muito difícil achar profissionais qualificados para planejar e elaborar e executar esse tipo de projeto (BARROS, 2020).
- Custo: Por se tratar de uma rápida construção, o custo inicial é muito elevado, podendo até ser necessário fazer a compra de todos os materiais antes da obra (BARROS, 2020).
- Pavimentos: O LSF tem uma limitação até 4 pavimentos, pois a partir disso o sistema pode não compensar financeiramente falando (BARROS, 2020).

Por ser um sistema não muito utilizado, os perfis podem ser escassos em determinadas regiões, obrigando as vezes, os construtores a comprarem toda a matéria que irá ser usada na

obra, tanto para não precisarem para vários fretes, quanto pela demora desses materiais chegarem no local da obra.

Hass e Martins (2011) fizeram uma comparação orçamentária de uma residência PIS (Padrão Interesse Social), onde o m² do sistema de alvenaria convencional saiu a R$ 964,02 e o LSF a R$ 981,36, sendo o m² do LSF R$ 17,34 mais caro. Oliveira e Lopes (2014) fizeram a mesma comparação com uma residência PIS, e obtiveram como resultados, o sistema de alvenaria convencional custando R$ 748,63 e o LSF a R$ 980,00, sendo o m² do LSF R$ 231,37 mais caro, possuindo uma diferença significativa de preço

CONCLUSÕES

De acordo com a presente pesquisa, pode se perceber que o método Light Steel Frame possui diversas vantagens como flexibilidade, velocidade de construção e organização, leveza da estrutura, alívio da fundação, sustentabilidade, facilidade na manutenção, sem gasto excessivo com descarte de resíduos, além de ser um método que proporciona qualidade.

Contudo, apesar de inúmeras vantagens, o LSF ainda é pouco difundido em nossa região, seja a limitação de pavimentos, o alto custos e a escassez de locais para adquirir os materiais necessários, assim como, a dificuldade de achar profissionais qualificados para planejar, fazer e executar os projetos ou a falta de interesse das pessoas por optarem por um novo sistema, além disso o sistema de alvenaria convencional ainda é tratado como prioridade a maioria das vezes por ser um método enraizado em nossa cultura.

O LSF também é um sistema mais caro se comparado a alvenaria convencional, porém, entrega consigo diversas vantagens, como já citado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mão, Neiri Fernanda Meneses Dias por sempre me apoiar e cuidar de mim, agradeço ao meu pai e meu irmão por me ajudarem em minha jornada e agradeço a todos aqueles que desejam meu bem, aqueles que estavam e estão presentes em minha vida e que contribuíram para a formação do meu eu, seja você professor(a), amigo(a) ou família, muito obrigado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. **Manual da Construção Industrializada: conceitos e etapas**. Brasília, DF: 2015, 208 pg.

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

AZEVEDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

BARROS, Letícia Gabriela Silva. Light Steel Frame: a industrialização da construção civil no Brasil. Civilização Engenharia. Ceará, 2020. Disponível em: <https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2020/07/14/light-steel-frame-a-industrializacao-da-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 20/06/2022.

BORTOLOTTO, Ana Larissa Koren. **Análise de viabilidade econômica do método Light Steel Framing para construção de habitações no município de Santa Maria** - RS. TCC (Graduação) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. 101p.

BRESCOVIT, Amarildo Sodré. Avaliação de custos entre o sistema construtivo Light Steel Frame (LSF) e o sistema Convencional. TCC (Bacharelado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. 96p.

CAMPOS, Holdlianh Cardoso; SOUZA, Henor Artur de. **Avaliação pós-ocupação de edificações estruturadas em aço, focando edificações em Light Steel Framing**. 2010. Disponível em: < https://www.abcem.org.br/construmetal/2010/downloads/contribuicoes-tecnicas/24-avaliacao-ps-ocupacao-de-edificacoes-estruturadas-em-aco-com-foco-em-edificacoes-em-light-steel-framing.pdf >. Acesso em: 20 junho. 2022.

CHONG, Cezar Rodrigo Faraone Wing. **Modelagem e simulação estrutural de uma residência empregando o sistema Light Steel Frame (LSF).** TCC (Bacharelado) – Departamento de Engenharia Civil, Unila, Foz do Iguaçu, 2016. 78p.

CONSULSTEEL. Construccioncon acero liviano – **Manual de Procedimento**. Buenos Aires: Consul Steel, 2002. 1 CD-ROM

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados - Light Steel Framing.** Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. 255p.

GASPÁR, André Poças. **Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing: Alternativa viável à construção tradicional**. 2013. Dissertação (Mestrado) Departamento de Arquitetura. Universidade Lusófona do Porto. Porto, 2013. 152p.

GOMES, Adriano Pinto. **Avaliação do desempenho térmico de edificações unifamiliares em *light steelframing***. Dissertação (Mestrado) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2007. 188p.

GRANJA, A. D.; JACOMIT, A.M. **Análise crítica da aplicação do custeio-meta no desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social**. Ambiente Construído. Porto Alegre, 2010.

HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade Econômica do Uso do Sistema Construtivo Steel Frame como Método Construtivo para Habitações Sociais**. TCC (Bacharelado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Curitiba, 2011. 76p.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. 1nd Ed. São Paulo: O Nome da Rosa editora, 2000. 104p, il.

MACHADO. J.P. **Estudo comparativo entre sistemas construtivos para habitações de interesse social: Alvenaria convencional versus steel frame**. São Paulo, 2008.

MAGALHÃES, R. M, MELLO, L. C. B. D, BANDEIRA, R. A. M. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, n.1, 2018. p44 - 55.

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. **Alvenarias** / Otávio Luiz do Nascimento. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2002.

NEVES, Suzana Andreassa. **A Qualificação da mão de obra para o aumento da produtividade em obras de Construção Civil:** responsabilidades compartilhadas. Dissertação (Pós-graduação) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014. 126p.

OLIVEIRA, Danielle Maciel de; LOPES, Diego Ferreira. **Alvenaria Convencional x Light Steel Framing.** Monografia (Bacharelado) — Departamento de Engenharia Civil, Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, Caratinga, 2014. 63p.

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e Análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing**. Monografia (Bacharelado) — Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013. 66p.

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

SANTIAGO, Alexandre Kokke; FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Cristina Moraes de. **Steel framing: arquitetura**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012. p152.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como alternativa para a construção de moradias populares**. 2010. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Maira-Neves-Rodrigues/publication/268299965_LIGHT_STEEL_FRAMING_COMO_ALTERNATIVA_PARA_A_CONSTRUCAO_DE_MORADIAS_POPULARES/links/5b23f3c60f7e9b0e3749ffea/LIGHT-STEEL-FRAMING-COMO-ALTERNATIVA-PARA-A-CONSTRUCAO-DE-MORADIAS-POPULARES.pdf >. Acesso em: 20 junho. 2022.

SANTOS, Luiza Yamada. **Análise do modelo de gestão enxuta na produção de edificações em Light Steel Frame**. Artigo (Bacharelado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal Uberlândia, Uberlândia, 2020. 36p.

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeiras de lei e Wood Frame**. Florianópolis, 2013.

THOMAZ, Ercioet al. **Código de Práticas Nº 01: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** São Paulo: IPT, 2009. 65p.