

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS *LIGHT STEEL FRAME* E ALVENARIA CONVENCIONAL PARA A HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA/MG

Luigi Barboni¹

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo comparar, através de uma planta padrão para casa popular, os sistemas construtivos alvenaria convencional e o *Ligth Steel Frame* (LSF), mediante os critérios rapidez de execução, vantagem econômica e melhor adequação ambiental. Justificou-se, pois a Engenharia Civil é desafiada a propor métodos construtivos mais exitosos para o enfrentamento do déficit habitacional brasileiro. Optou-se pelo estudo exploratório, escolhendo o município mineiro de Boa Esperança, considerado seu posicionamento geográfico, turismo local e crescimento populacional, impondo a necessidade de habitações urbanas. Procedeu-se à coleta de dados sobre o quantitativo de materiais, custos e cronograma de execução de obra dos dois sistemas construtivos. Apesar dos resultados obtidos demonstraram que o LSF acarrete em valor/custo mais elevado em detrimento ao sistema de alvenaria convencional, as suas propriedades operacionais (redução do tempo de execução da obra, poucos resíduos gerados implicando em menor impacto ambiental, agilidade e mão de obra qualificada, tecnologia no processo pela industrialização oferecida) demonstram grande eficácia. Esta afirmativa pauta-se na tecnologia racionalizada, dota-se de estrutura construída a partir de perfis formados a fio de aço galvanizado, cuja organização se dá em painéis estruturais e não-estruturais, possibilitando uma construção a seco, de grande rapidez de execução. Concluiu-se então, que apesar dos resultados do comparativo entre o sistema de alvenaria convencional demonstra um custo mais reduzido de 18,38%, ainda sim, considerando a capacidade de cumprir as propostas socioambientais envolvidas (promoção de sustentabilidade e redução do déficit habitacional), o sistema LSF seria o mais ideal para projetos de habitação de interesse social.

Palavras-chave: Construção Civil. Habitação de Interesse Social. *Ligth Steel Frame*. Inovação. Sustentabilidade.

¹Bacharelado em Engenharia Civil do Unis-MG. E-mail: luigi.barboni@alunos.unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) da Organização das Nações Unidas (ONU) de 2019 aponta o Brasil como um dos países de maior concentração de renda do mundo, ao mesmo passo em que um dos mais baixos índices de desenvolvimento humano (IDH). Uma das formas mais efetivas de tradução da desigualdade social é o tamanho do seu déficit habitacional (CUNHA, 2020) – impondo a necessidade da expansão de programas e políticas públicas de governo (FJP, 2021a; 2021b).

E, nesta cadeia expansionista, tem-se o envolvimento da Construção Civil devidamente subsidiada pelos avanços tecnológicos, imperando atendimento de produtividade a partir de estudos mais eficientes de construção, visando ainda a moderação do desperdício de materiais e minimização de recursos naturais (SANTOS JÚNIOR; LIMA, 2022). Entretanto, este segmento ainda encontra-se enraizado na filosofia artesanal de construção, cujo método caracteriza-se por baixa produtividade e grandes índices de perdas materiais (RODRIGUES; SETTE, 2021). Para a reversão deste quadro, tem-se a aposta no aço enquanto uma alternativa para a conversão do quadro do sistema habitacional e redução do déficit existente (SANTOS JÚNIOR; LIMA, 2022).

Embora o país seja um dos maiores produtores deste setor, o aço é pouco utilizado pela Construção Civil e o sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF), baseado no aço a seco e galvanizado, é pouco empregado (SANTOS JÚNIOR; LIMA, 2022), sendo negligenciada a qualidade construtiva, bem como a sua contribuição na minimização dos impactos ambientais considerando seus resíduos reduzidos (RODRIGUES; SETTE, 2021).

Na verdade, a Construção Civil é uma das potenciais geradoras de resíduos e impactos ambientais desde o advento da industrialização, pois a civilização marcou-se pela chegada da população aos centros urbanos e pela necessidade da garantia de sua habitação e/ou moradia. Desde então, o uso indiscriminado de recursos naturais para processos produtivos e o descarte inadequado dos resíduos caracterizou-se como um problema (GARCIA; LONGO, 2020).

O estabelecimento de indicadores globais, como é o caso dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) vem desafiar não somente os engenheiros civis para proposição de projetos mais sustentáveis e econômicos, visando a promoção da redução do déficit habitacional em concomitância com a redução dos impactos negativos, consumo sustentável, manejo ambientalmente saudável e minimização dos resíduos (SANTOS JÚNIOR; LIMA, 2022).

Assim, frente ao contexto, tem-se a seguinte questão problema motivadora desta pesquisa: qual o melhor sistema construtivo para habitação de interesse social do município de Boa Esperança/MG, considerando a necessidade de rapidez de execução, vantagem econômica e melhor adequação ambiental? Enquanto hipóteses, acredita-se que o LSF, embora acarrete em um sistema de menor receptividade e de valor elevado ao sistema convencional, demonstra grande eficácia em relação à redução de tempo e de resíduos gerados, menor impacto ambiental, e agilidade, devido a industrialização e mão de obra qualificada.

Frente a necessidade da promoção da construção de casas populares através de um método construtivo mais produtivo (RODRIGUES; SETTE, 2021), este estudo se justifica e se faz relevante socialmente. Frente a necessidade de promoção do desenvolvimento sustentável e de ações e iniciativas privadas e públicas para atingir os ODS e metas da Agenda 2030 (GARCIA; LONGO, 2020), este estudo se justifica ambientalmente. Além disso, considerando que a habitação popular no Brasil centra-se em promoção de conjuntos habitacionais com casas padronizadas, são reduzidos os projetos para conjuntos habitacionais que se utilizam do sistema LSF, inclusive para a Região Sudeste e o estado de Minas Gerais (THIELKE, 2021), este estudo se justifica acadêmico-cientificamente, corroborando com estudantes e pesquisadores da Construção Civil.

O objetivo geral é comparar, através de uma planta padrão para casa popular, os sistemas construtivos alvenaria convencional e LSF, a partir dos critérios rapidez de execução, vantagem econômica e melhor adequação ambiental. Os objetivos específicos são: comparar o prazo de execução de uma obra de casa padrão popular em alvenaria convencional em relação à LSF; analisar a viabilidade econômica empregando os dois sistemas; comparar os sistemas construtivos evidenciando a menor geração de resíduos sólidos.

2 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E DÉFICIT HABITACIONAL

Compreende-se por Habitação de Interesse Social (HIS) o produto que atende às necessidades constantes e mínimas de abrigo dos homens, tendo como requisitos as condições de agradabilidade, segurança e adequação ambiental (CACCIA *et al.*, 2017). Define-se como uma moradia, sobretudo de baixo custo, haja vista ser destinada à população de baixa renda e objetivar a viabilização do acesso à habitação adequada, regular e de fácil acesso aos serviços públicos essenciais e, desta forma, reduzir a desigualdade (BONDUKI, 2017).

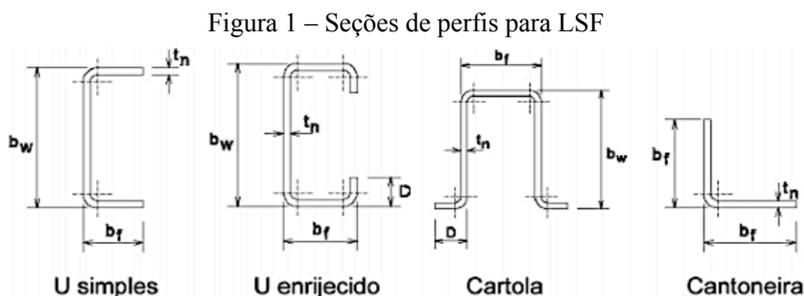
Contudo, o direito à moradia não se restringe somente a um teto e quatro paredes. Extrapola este conceito, abarcando um local digno para se habitar e ter acesso à educação, segurança, saúde, cultura lazer – ou seja, compreende um conceito digno para morar, dotado de infraestrutura básica para a oferta de desenvolvimento e melhoria contínua nas condições de vida desta população igualmente participante da sociedade (SANTANA, 2020).

Entretanto, não se pode desconsiderar que espaços específicos de habitação têm custos altos para que sejam adquiridos se comparados aos demais bens de consumo. Neste viés, pensar na população de baixa renda é pensar na grande demanda de habitação sem desconsiderar a situação socioeconômica desta camada da população e das dificuldades e desequilíbrios de desenvolvimento em que esteja inserida. É pensar em sistemas construtivos adequados para resolução do déficit habitacional (CAVALHEIRO *et al.*, 2022).

2.1 Sistema Light Steel Frame

O método LSF iniciou-se nos Estados Unidos e foi empregado em larga escala após a Revolução Industrial, quando se deu a evolução das indústrias do aço. No Brasil, ganhou notoriedade em 1998, em edificações de médio-alto padrão, considerando a rapidez e o baixo custo do projeto final. Contudo, o material era importado, e foi somente no ano 2000 que a indústria nacional passou a fabricar o suprimento (SALOMÃO *et al.*, 2019). No ano de 2005, foi apresentada a norma brasileira (NBR) 15253, denominada ‘Perfis de aço formados a frio, para painéis reticulados em edificações’, tendo-a as dimensões, massa e propriedades geométricas dos perfis de aço comerciais mais utilizados no LSF (ABNT, 2005).

Segundo a referida NBR, as espessuras das chapas de aço podem variar entre 0,80 e 3,0mm. As seções, comumente utilizadas nas construções são: o perfil “U” enrijecido (Ue) para montantes e vigas; o “U”, utilizado como guia na base e no topo dos painéis; o “Cartola” (Cr) empregado em ripas; e, finalmente, as cantoneiras (L) (ABNT, 2005) – Figura 1.

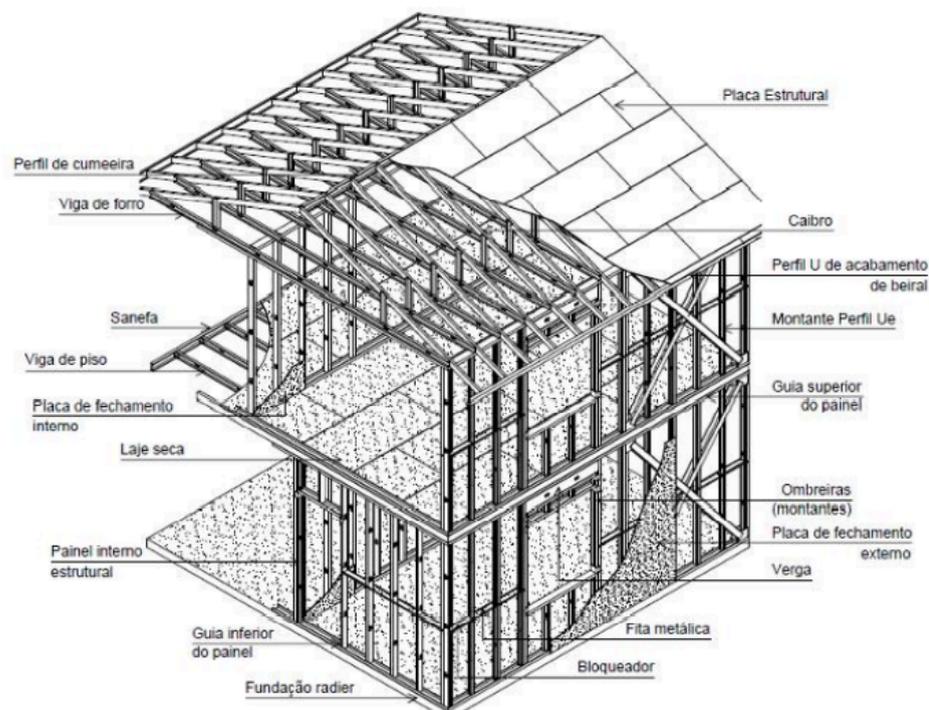


Fonte: Glubler (2021, p.51)

As características enaltecidas por Santos Júnior e Lima (2022) corroboram para a interpretação de que este método seja ideal para promoção de HIS, haja vista que: integra uma diversidade de materiais; controla gastos e utiliza-se de materiais reciclados; reduz os resíduos de uma obra de 25% para 5%; dispensa sistema de viga pilar e cargas estáticas e variáveis da edificação. Grubler (2021) o compreende como um método industrializado, racional e modulado, propenso à construção seca e leve, a partir de um esqueleto estrutural de perfis de aço galvanizados que são 100% recicláveis, formando painéis autoportantes.

A estrutura LSF compõem-se basicamente de paredes, pisos e cobertura – que juntos permitem a interação estrutural da edificação, resistindo aos esforços (DEGANI, 2018). Para que o mesmo desempenhe funções para quais foi projetado, demanda-se que seus subsistemas se convirjam corretamente, e que os elementos utilizados sejam apropriados – portanto, faz-se entender que a escolha dos materiais e de mão de obra seja primordial na rapidez de construção e no desempenho qualitativo do sistema (VILPERT, 2021). A Figura 2 sintetiza os principais componentes do método.

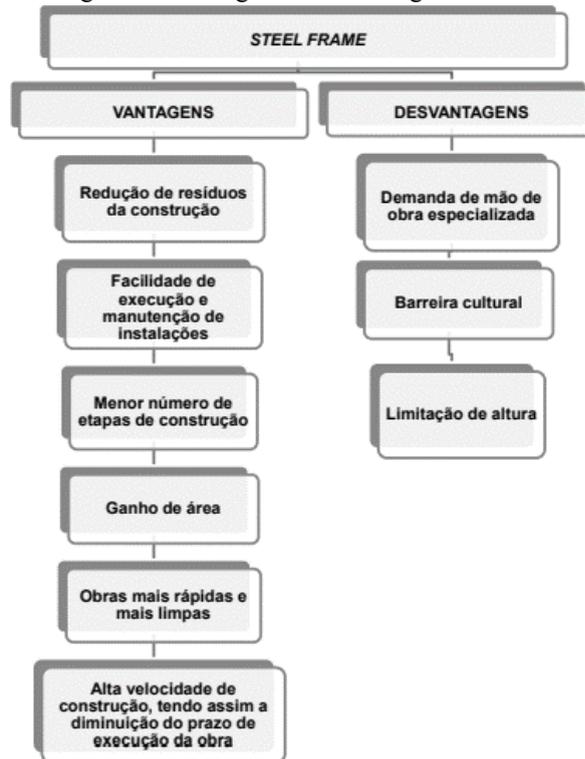
Figura 2 – Principais componentes do LSF



Fonte: Salomão *et al.* (2019, p.6)

Acerca das vantagens do LSF – e, conseqüentemente, das desvantagens –, encontra-se em Lopes (2019) um fluxo comparativo, permissivo ao rápido entendimento, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Vantagens e Desvantagens do LSF



Fonte: Lopes (2019, p.30)

Salomão *et al.* (2019) também destacaram algumas vantagens e desvantagens deste método construtivo. Enquanto vantagem elencaram: sustentabilidade – pela economia de água, energia, uso de recursos naturais e redução de resíduos; prazo de execução reduzido em 1/3; facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas, considerando o perfil perfurado; fácil na montagem, considerando a leveza e, por isso, promove economia em 75% na fundação; custo final vantajoso em projetos de conjuntos habitacionais. Já, enquanto desvantagens destacaram a dificuldade da mão de obra demandada para a inovação do método.

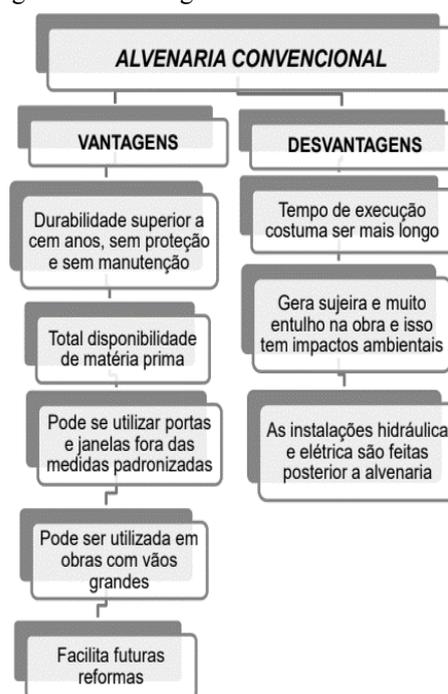
2.2 Sistema de Alvenaria Convencional

Tem-se que, no Brasil, o sistema/método construtivo prevalecente ainda é o de alvenaria convencional – também chamado como alvenaria de vedação –, popularmente conhecido pelo uso de concreto armado, vigas, pilares e aço, com blocos de cerâmica para o fechamento. É uma técnica moldada *in loco*, cuja função é concentrar as cargas atuantes geradas pela edificação e transmiti-la para o solo, sendo enraizada na cultura brasileira, principalmente para projetos de edificações muito altas.

O concreto armado apresenta-se resistente, considerando que esteja associado à junção de concreto e aço, o que acarreta em alternativa para que a falta de esforços de tração seja suprida. Entretanto, o sistema de alvenaria convencional de construção tem baixa produtividade e a grande quantidade de desperdícios de materiais (SALOMÃO et al., 2019).

Acerca das vantagens e desvantagens do sistema de alvenaria convencional, encontra-se em Lopes (2019) um fluxo comparativo – como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Vantagens e desvantagens do sistema de alvenaria convencional



Fonte: Lopes (2019, p.49)

Faria, Gomes e Mendonça (2022), destacaram algumas desvantagens deste método, citando que: velocidade da construção é impactada pela ausência do processo industrial; envolve maior tempo e mais material – por exemplo para secagem e cura do concreto; cada etapa é realizada separadamente, onerando no tempo de entrega da obra.

Salomão *et al.* (2019) também destacaram, em seus estudos, algumas vantagens e desvantagens. Em relação às vantagens, tem-se: aplicada em obras com grandes vãos; ideal para projetos maiores, considerando a possibilidade do uso do concreto armado; resistência ampliada; durabilidade estendida, sem necessidade de manutenção onerosa; matéria-prima e mão de obra acessíveis. Em relação às desvantagens, tem-se: instalações hidráulicas e elétricas realizadas somente quando a alvenaria está pronta, o que promove retrabalho com quebras de paredes e fechamento posterior com argamassa; desperdício de água; tempo mais longo no processo construtivo; acúmulo de sujeira e entulhos na obra.

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para o comparativo entre os sistemas construtivos alvenaria convencional e LSF, adotou-se a metodologia exploratória de pesquisa, que segundo Gil (2022), se resume em estudos dedicados à familiarização acerca do objeto que está sendo investigado.

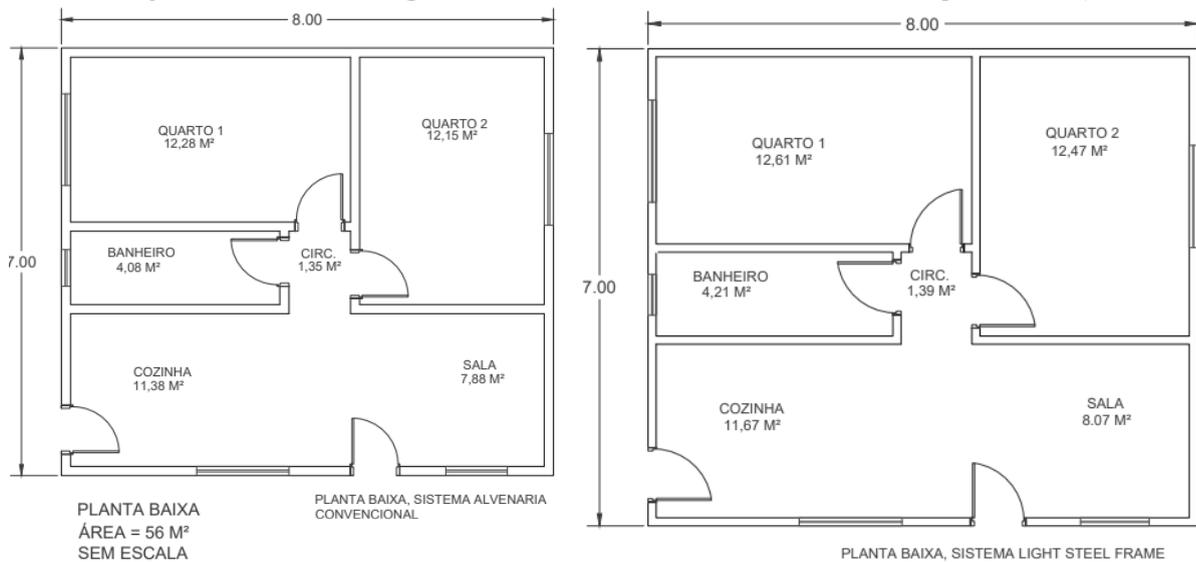
A pretensão real da pesquisa exploratória foi a difusão do sistema LSF enquanto relevante e comprobatório de tecnologia construtiva social para que a Caixa Econômica Federal aprove financiamentos para a produção de HIS. Para tanto, informações quantitativas foram levantadas para que análises qualitativas permissivas à pesquisa exploratória.

Para este comparativo exploratório, escolheu-se o cenário de habitação de interesse social do município mineiro de Boa Esperança, considerando seu posicionamento geográfico na Represa de Furnas, marcando-se pelo crescimento do turismo local e crescimento populacional. Desta forma, dentre as iniciativas do novo Plano Diretor de Boa Esperança (Lei Complementar nº 5.339, de 10 de dezembro de 2020), a garantia da redução do déficit habitacional se faz prioridade. O artigo terceiro do referido plano assegura a promoção da qualidade de vida no município por meio da oferta do cumprimento do direito à moradia digna, bem como reserva de áreas urbanas destinadas para projetos de HIS, preservando a sustentabilidade (BOA ESPERANÇA, 2020).

Partiu-se de um projeto, enquanto objeto de estudo, que se resumiu em uma área construída de 65 m², e uma área favorável de 56 m². Os limites municipais definem a área mínima do terreno para colocação da construção, respeitando os afastamentos mínimos e considerando as aberturas em todas as laterais da casa.

A composição do projeto é: uma sala medindo 7,88 m²; um quarto medindo 12,15 m²; uma área de circulação medindo 1,35 m²; um banheiro medindo 4,08 m²; uma cozinha medindo 11,38 m² (com espaço para copa conjugada) e; um quarto de casal medindo 12,28 m² – como mostra a planta baixa (para sistema de alvenaria convencional). Para o sistema LSF, a planta baixa original (de alvenaria convencional) foi ajustada, com a redução na dimensão das paredes em 12 cm, possibilitando uma área útil maior – como mostrado pelas plantas baixas na Figura 5, que segue. Tais plantas formalizaram-se no segundo semestre do ano de 2022, em ocasião de um estágio supervisionado realizado pelo autor deste estudo, em um escritório de Engenharia Civil de Varginha-MG, que presta consultorias e serviços de projetos para HIS para empreiteiras e prefeituras, quando intencionadas à oferta. Assim, mediante uma demanda da Prefeitura Municipal de Boa Esperança/MG na ocasião do estágio, aproveitou-se a ocasião para promoção deste estudo comparativo.

Figura 5 – Plantas baixas (para sistema de alvenaria convencional e LSF, respectivamente)



Fonte: Autor (2022)

O levantamento e o tratamento dos dados coletados deu-se a partir de: quantitativo de materiais; identificação de custos; e proposta de cronograma.

O levantamento de dados quantitativos de materiais realizou-se por meio da combinação dos projetos nos métodos LSF e Alvenaria Convencional, com o esboço dos quantitativos de materiais necessários. Este levantamento foi feito por meio da identificação de cada serviço e quantidade de material fundamental relacionado. Os dados apresentam-se por meio de tabelas condensadas

Para o levantamento dos custos, foram considerados os diretos e os indiretos. Em relação aos custos diretos, foram considerados todos os serviços e quantitativos de materiais apropriados. O uso do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) foi necessário para ajudar na formação dos quantitativos e composição do orçamento. A base adotada para constituição dos custos foi de setembro de 2022, na cidade de Boa Esperança-MG (conforme apresentado nos Anexos A e B). As despesas de mão de obra diretamente ligadas ao andamento de cada método construtivo foram tratadas no setor privado, com seu custo sendo considerado m². Em relação aos custos indiretos, os valores já se encontram embutidos no valor da mão de obra e na obra a partir de determinantes de empresas do setor privado da cidade de Boa Esperança-MG, considerados por m². Todos os dados coletados e transformados em resultados apresentam-se em tabelas (Tabelas 2 a 5, apresentadas nos resultados).

Para a produção do cronograma, empregou-se a ferramenta de planilhas do *software Excel 2013*, considerando o critério de dias produtivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Especificações dos materiais envolvidos nos projetos

Para a alvenaria convencional, adotou-se a fundação do tipo viga Baldrame e Radier, haja vista tratar-se de um plano com baixa carga a ser propagada para a fundação e o solo que será fixado possui boa condição de suporte. Utilizaram-se paredes de bloco/tijolo cerâmico, com seis furos medindo 9x14x19 cm, com chapisco, emboço e reboco com argamassa de 2 cm de consistência em cada lado para as paredes externas e limites internos, acabamento em massa corrida e tinta para áreas não úmidas, e acabamento em azulejo para áreas úmidas.

Para o telhado, utilizou-se estrutura de madeira sustentada sobre vigas sobre as paredes, estrutura de madeira para a estabilização do tarugamento e forro em policloreto de vinila (PVC). E para a cobertura do telhado, optou-se por telhas cerâmicas tipo Colonial de 44 cm. Para as esquadrias foram estabelecidas janelas em alumínio com vidros de 4 mm e 3 mm, portas internas em madeira chapeada e porta externa em madeira maciça. O acabamento dos pisos em materiais cerâmicos com cerca 33 x 46 cm foram feitos com argamassa fixa.

As instalações hidrossanitárias e elétricas foram realizadas em compreensão com os específicos projetos e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Levando em consideração a boa qualidade de suporte ao solo adotado, o tipo de fundação adotada para o sistema construtivo LSF foi o Radier, devido às características de leveza e favorabilidade. Foram considerados painéis estruturais de aço galvanizado, elaborados a frio para paredes de divisão externa cobertas com placas cimentícias de 12 mm e completas com lã de vidro. Para acabamento externo, utilizou-se tela de fibra de vidro, com intuito de impedir a ação dos agentes do intemperismo e conforto acústico e térmico. Para o acabamento final utilizou-se textura lisa, executada com rolo de pintura.

Nas paredes internas foram utilizados painéis não estruturais de aço galvanizados, elaborados a frio cobertos de placas de gesso acartonado de 1,20 m e inflexão de 400 mm a 600 mm e completas com lã de vidro com conclusão em massa corrida nas junções e acabamento em geral em pintura, tendo em conta assim as condições mínimas da Norma Brasileira (NBR) 10152 (ABNT, 2020), que define situações de ruídos (pressão sonora) estabelecidos em ambientes internos da construção/de edificações.

Em áreas úmidas, tais como cozinha e banheiro, foram empregues placas cimentícias de 12 mm de consistência, cobertas com azulejo de tamanho próximo de 33x46 cm. Para

acabamento dos pisos, peças cerâmicas de valor aproximado 30x30 cm, feitas com argamassa adesiva.

As instalações hidrossanitárias e elétricas foram realizadas de acordo com os planejamentos de alvenaria convencional, obedecendo às normas da ABNT, ficando modificado somente o desenvolvimento executivo conveniente ao LSF.

No esquema da cobertura foi usado telhado do tipo inclinado com armação estrutural incluindo caibros, ripas e contraventamentos em aço galvanizado fabricado a frio, acompanhando princípios do sistema de alvenaria convencional. E, para o telhado foram usadas telhas tipo onduladas de fibrocimento, que tem como aspecto a leveza e atuação eficaz na questão da isolamento do mesmo.

A Tabela 1 sintetiza as especificações utilizadas para os projetos de cada um dos métodos construtivos em análise.

Tabela 1 – Síntese das especificações dos projetos (Alvenaria Convencional X LSF)

Especificações	Sistema Construtivo Alvenaria Convencional	Sistema Construtivo LSF
Fundação	Baldrame e Radier	Radier
Superestrutura	Parede em bloco cerâmico	Painéis em aço galvanizado estruturais e não estruturais
Telhado	Estrutura em Madeira Telhas Cerâmica Colonial (44 cm)	Estrutura em aço galvanizado Telhas do tipo ondulada e fibrocimento
Esquadrias	Janelas em Alumínio Portas Internas em madeira chapeada Portas externas em madeira maciça	Janelas em Alumínio Portas Internas em madeira chapeada Portas externas em madeira maciça
Acabamentos	Áreas úmidas em tinta Áreas não úmidas em azulejo	Fibra de Vidro Pintura em textura lisa
Instalações	Especificações ABNT	Especificações ABNT

Fonte: Autor (2022)

Em relação ao método LSF, a partir do levantamento quantitativo da fundação, partiu-se para a identificação do necessário para a estrutura, para as paredes, apoios em aberturas de esquadrias e valores dos painéis de fechamento externos e internos. Após estes termos foi possível dimensionar os quantitativos da cobertura, que contaram com as treliças metálicas e ripas metálicas, telhas e forro.

Por meio dos projetos hidráulicos, sanitários e elétricos, foram efetuados todos os levantamentos de quantidades básicas para o andamento dos serviços. Por fim foram realizados os quantitativos de materiais de acabamento, tais como: argamassa, fita de fibra de vidro, massa corrida, tinta e azulejos.

Em relação ao método de alvenaria convencional, os quantitativos serviram para saber a necessidade do contra piso, pilares, vigas de apoio e fechamento da alvenaria com blocos cerâmicos. Posteriormente foi possível dimensionar os quantitativos da cobertura, que compreendem o madeiramento, telhas e forro.

Mediante dos projetos sanitários, hidráulicos e elétricos, foram realizados todos os levantamentos de quantidades essenciais para o desempenho dos serviços. Por fim, através das capacidades de metragem das paredes foram efetuados levantamentos dos quantitativos de materiais de conclusão, tais como: massa corrida, argamassa, tinta e azulejos.

4.2 Custos relacionados aos projetos

Para a formação do custo total da obra e custo por m², considerando o sistema LSF, foram usados os valores levantados através da metodologia estabelecida e análise de custo de mão de obra no setor privado. Para conclusão de cálculo de valores de mão de obra foi utilizado o valor de R\$ 1.475,34 (Mão de Obra e Encargos Sociais). A Tabela 2 sintetiza custos diretos relativos dos materiais inerentes a este sistema.

Tabela 2 – Custos de relacionados ao LSF

Itens/Materiais	Custo (R\$)	%
Serviços Preliminares	597,30	1,14
Fundação	2.522,62	4,83
Calçada Externa	1.150,35	2,20
Superestrutura	23.816,70	45,57
Esquadrias	5.649,65	10,84
Coberturas e Proteções	6.363,55	12,18
Revestimentos, Forros e Pinturas	6.141,54	11,75
Pisos	2.134,92	4,09
Instalações Elétricas	1.048,12	2,01
Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Aparelhos	2.626,57	5,03
Limpeza Final	138,70	0,23
Total	52.206,09	100,00%

Fonte: Autor (2022)

Verificando os custos dos materiais que estabelecem o sistema construtivo LSF, detectam-se os capitais com parcelas maiores em relação ao total. É possível notar que a superestrutura corresponde a 45,57%, revestimentos correspondem a 11,75% do total e coberturas a 12,18%, todos esses serviços juntos correspondem a 69,50% do fundo financeiro atribuído aos materiais.

Após análise, é possível verificar na Tabela 3 que os gastos com o sistema construtivo LSF é de 53,06% dos recursos da obra, e o material de obra utilizado é de 46,94%. Considerando a área de construção de 56 m² o custo por m² de área construída é de R\$ 2.780,49 – o valor é aproximado aos custos do mercado comercial.

Tabela 3 – Custos de materiais e mão de obra relacionados ao LSF

Itens/Materiais	Custo (R\$)	%
Material	52.206,09	46,94
Mão de Obra + Encargos	59.013,60	53,06
Total	111.219,69	100,00%

Fonte: Autor (2022)

Já no sistema construtivo de alvenaria convencional, para a constituição do custo total da obra e custo por m², foram usados os valores apresentados através da metodologia definida de pesquisa, considerando os valores de mão de obra do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais (SINDUSCON-MG), em setembro de 2022.

Considerou-se então, como referência para o projeto, o valor correspondente à residência unifamiliar padrão baixo de 01 pavimento e até 02 dormitórios (código R1B na tabela própria do referido sindicato). Desta forma, para conclusões de cálculo de custo de mão de obra foi utilizado o valor de R\$ 1.436,56 (Mão de Obra e Encargos Sociais).

A Tabela 4 sintetiza custos diretos dos materiais, quantificados através da planta padrão. É possível detectar os capitais com parcelas maiores em relação ao total. A fundação corresponde a 12,85%, esquadrias correspondem a 17,01% do total e coberturas a 14,62%, revestimentos, forro e pintura a 23,29%. Todos esses serviços juntos correspondem a 67,77% de todo fundo financeiro atribuído aos materiais

Tabela 4 – Custos de relacionados a Alvenaria Convencional

Itens/Materiais	Custo (R\$)	%
Serviços Preliminares	597,30	1,79
Fundação e Baldrame	4.280,67	12,85
Superestrutura	3.664,26	11,00
Esquadrias	5.665,26	17,01
Coberturas e Proteções	4.870,51	14,62
Revestimentos, Forros e Pinturas	7.791,42	23,39
Pavimentações	2.887,80	8,67
Instalações Elétricas	786,33	2,36
Instalações Hidráulicas, Sanitárias e Aparelhos	2.626,42	7,89
Limpeza Final	138,70	0,41
Total	33.308,44	100,00%

Fonte: Autor (2022)

É possível verificar na Tabela 5 a distribuição dos custos de materiais e mão de obra para a alvenaria convencional. Registra-se que a mão de obra gasta é de 63,30% dos recursos da obra, e o material de obra custa 36,69% dos recursos determinados para a mesma. Considerando a área de construção de 56 m², o custo por m² de área construída é de R\$ 2.269,27 – o valor é aproximado aos custos do mercado comercial.

Tabela 5 – Custos de materiais e mão de obra relacionados a Alvenaria Convencional

Itens/Materiais	Custo (R\$)	%
Material	33.308,44	36,69
Mão de Obra + Encargos	57.462,60	63,30
Total	90.771,04	100,00%

Fonte: Autora(2022)

A Tabela 6, demonstra o custo total, para comparativo entre os custos envolvidos nos métodos em comparação

Tabela 6 – Comparativo de custos

Valores	LSF	Alvenaria Convencional
Valor Total (Material + Mão de Obra)	R\$ 111.219,69	R\$ 90.771,04
Valor por m ² de área construída	R\$ 2.780,49	R\$ 2.269,27
Valor de mão de obra por m ²	R\$ 1.475,34	R\$ 1.436,56
Volume de material por m ²	R\$ 1.305,15	R\$ 832,71

Fonte: Autor (2022)

Em análise comparativa, considerando os valores totais registrados na referida tabela, percebe-se que há uma desigualdade de valores de R\$ 20.448, 65 que inclui: materiais e execução, valores mais altos decorrente em parte dos custos mais alto dos componentes da superestrutura, especificamente as placas cimentícias e o aço galvanizado, e mão de obra especializada aplicada no sistema LSF. Já a Alvenaria Convencional apresenta valor menor em consequência aos materiais extraídos e fabricados de forma que acarreta o baixo valor de mão de obra.

É possível, também, comparar diretamente os valores da mão de obra dos dois métodos construtivos, registrando-se que a mão de obra do LSF é cerca de 2,63% mais cara que o método de Alvenaria Convencional, o que acaba deixando o sistema com um valor maior.

É possível, ainda, compreender que existe uma grande desigualdade no valor final entre os sistemas estudados. Conseguir-se provar que o método LSF aponta uma diferença em torno de 18,38% maior em comparação ao método de Alvenaria Convencional.

4.3 Cronograma de execução

Por meio de lançamento de todas as atividades relacionadas aos sistemas construtivos, foi possível visualizar um cronograma integral, abrangendo todo o período de realização da obra a partir de cada sistema construtivo, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Cronograma de execução (Alvenaria Convencional X LSF)

Alvenaria Convencional	LSF
66 dias	25 dias

Fonte: Autor (2022)

Evidencia-se o melhor proveito do método LSF no que diz respeito ao período dos serviços em dias corridos em detrimento a Alvenaria Convencional. De acordo com a tabela, o LSF mostra-se até 41 dias mais ágil do que a Alvenaria Convencional, resumindo-se em um prazo de 62% menor de tempo de execução da obra se comparado ao método convencional.

4.4 Discussão dos resultados obtidos

A partir dos resultados apresentados neste estudo realizado, algumas análises podem ser realizadas para compreensão do comparativo realizado entre os dois sistemas construtivos para HIS para a cidade mineira de Boa Esperança, considerando a proposta de seu novo Plano Diretor (Lei Complementar nº 5.339, de 10 de dezembro de 2020), tanto para a garantia da redução do déficit habitacional, quanto para que este seja ofertado em concordância e cumprimento aos ODS da Agenda 2030.

Constatou-se que no método LSF estes dois critérios têm custos maiores em detrimento ao de alvenaria convencional, sendo 18,38% mais alto. Desta forma, afirma-se então que a vantagem deste sistema seja maior custo.

A partir do cronograma, o LSF é mais rápido em aproximadamente 62%, se comparado ao de alvenaria convencional. Este resultado permite a análise da possibilidade de redução significativa da construção de um maior número de habitação em um curto tempo, reduzindo os custos indiretos que cercam a mão de obra, podendo tornar-se um ponto positivo e de grande relevância do LSF.

Além disso, afirma-se que os benefícios mais notáveis do LSF em detrimento ao sistema de alvenaria convencional sejam: peso menor, considerando os elementos estruturais envolvidos; prazo de construção menor; redução significativa da produção de resíduos durante

a obra. Entretanto, percebeu-se que a aceitação e a mão de obra qualificada para este sistema são os impedidores da difusão e propagação de seus benefícios para o cenário da Construção Civil de todo o cenário nacional e, especificamente, para o cenário local de Boa Esperança-MG.

Acerca das vantagens percebidas quando observado os resultados sobre o sistema de alvenaria convencional, evidenciaram-se as seguintes: baixo custo da mão de obra envolvida, considerando principalmente que esta possa ser de pouca qualificação; um sistema tradicionalmente aceito no mercado da Construção Civil, e fácil acesso à matéria-prima. Entretanto, percebeu-se que suas desvantagens estejam associadas: ao maior período de execução da obra; grande produção de resíduos no decorrer da obra, devido a quebras, falta de capacitação, estocagem de material, entre outros; e o peso da própria estrutura.

Desta forma, neste estudo, perante as análises realizadas, objetivando a comparar, através de uma planta padrão para casa popular, os sistemas construtivos alvenaria convencional e LSF, a partir dos critérios rapidez de execução, vantagem econômica e melhor adequação ambiental, afirma-se que o sistema de alvenaria convencional é vantajoso na acessibilidade, no preço dos materiais, na mão de obra na aceitação cultural. Entretanto, o LSF, apesar de ter um custo mais alto, emprega menor tempo de execução, um produto final com mais qualidade e tecnologia e apresenta-se mais próximo ao desenvolvimento sustentável almejado. Acredita-se que para as inovações pretendidas para a Construção Civil para HIS em Boa Esperança-MG, este sistema construtivo seja promissor, tendencial e mais adequado para aceitação de programas de financiamentos de moradias de interesse social para combate ao déficit habitacional.

Quando comparados estes resultados analisados com os demais outros estudos publicados pela literatura contemporânea (considerando estudos realizados e publicados no período de 2018-2023), percebe-se que estes não se diferem dos achados obtidos.

Degani (2018) desenvolveu um estudo cuja proposta foi apresentar soluções mais sustentáveis e tecnológicas para sistemas construtivos de habitações populares. Os resultados obtidos deram destaque ao sistema LSF, justificando-se que: (1) embora o custo do material na construção modular seja mais elevado, o prazo de construção é mais reduzido – o que, automaticamente, emprega menor custo na mão de obra; (2) o prazo da obra é reduzido, haja vista o uso de materiais pré-moldados como placas e perfis, aliado a uma configuração fabril que possibilita maior organização, sistematização e conseqüentemente maior produtividade; (3) existe a redução de desperdícios de materiais devido à produção em série e devido à padronização modular (perfis de aço, placas MDF, telhas sanduíche, etc) – o que acaba

acarretando em maior qualidade; (4) possibilita a relocação e elimina a necessidade de demolição para liberar o terreno, contribuindo para uma maior vida útil da edificação e diminuindo resíduos provenientes de demolições, fatores que contribuem para a sua sustentabilidade.

Lopes (2019) trouxe, em seu estudo, a importância do cumprimento dos ODS da Agenda 2030 na Construção Civil, apontando o uso exacerbado e indiscriminado de matérias primas geradoras de resíduos. Embora os seus resultados demonstraram que economicamente o LSF tenha um custo maior (em 13,5%) do que o sistema convencional para a planta utilizada como comparação, compreendeu que o sistema apresenta vantagens significativas, principalmente se interpretado à luz dos propósitos da ONU – ou seja, nos propósitos sustentáveis, haja vista a redução dos resíduos –, também na relação de menor tempo empregado na construção considerando as propriedades operacionais e a industrialização da mão de obra qualificada.

Salomão *et al.* (2019) desenvolveram um estudo comparativo de métodos construtivos (alvenaria *versus* LSF), contudo para residências unifamiliares (de um pavimento). Os seus resultados evidenciaram que o sistema LSF, pela sua característica primordial enquanto industrializado, apresenta maior produtividade, possuindo uma construção limpa, seca, e sustentável, além de apresentar baixo peso. Contudo, em relação ao custo da obra, o comparativo apresentou o sistema LSF como menos vantajoso quando comparado à alvenaria convencional, apresentando ser 18,09% mais caro.

Prates e Conforte (2019) apresentaram um estudo bibliográfico no qual sugeriram o LSF como sistema construtivo ideal, evidenciando suas vantagens enquanto menos impacto nos custos e no tempo de execução da obra de habitações de interesse social para a cidade de São Paulo. Além disso, considerando esta localidade, a intenção foi mostrar a necessidade de reduzir o impacto ambiental em um centro já muito prejudicado, considerando todos os problemas ambientais que neste se inscrevem. Assim, afirmaram o LSF como sistema promotor de obras limpas e secas.

Grubler (2021) desenvolveu um estudo comparativo entre os sistemas de alvenaria estrutural e convencional e o LSF. Constatou-se que, embora cada um dos métodos tenha seus aspectos positivos e negativos, ambos apresentam-se eficientes e cumprem seu papel, quando executados de forma correta. Contudo, perante uma avaliação global, concluiu-se que o LSF seja o mais vantajoso nos aspectos de desempenho, qualidade, manutenção, impacto ambiental, produtividade e prazo. Porém, em termos de durabilidade, custo, disponibilidade

de material e mão de obra, flexibilidade arquitetônica e facilidade de construção, a alvenaria convencional se mostra superior.

Vilpert (2021) promoveu um comparativo entre os sistemas construtivos LSF *versus* convencional. Destacou a pouca utilização e aceitação do sistema LSF no Brasil, enaltecendo a preferência dos engenheiros pela alvenaria. Entretanto, reconhece que o LSF seja um sistema que apresenta maior qualidade no produto final, maior rapidez na execução da obra, bem como maior viabilidade ambiental, haja vista que o resultado da sustentabilidade esteja atrelado à menor quantidade de matéria prima empregado e menos resíduo gerado.

Rodrigues e Sette (2021) também desenvolveram um estudo comparativo entre sistemas construtivos. Os autores evidenciaram o LSF como um método ideal, além de inovador, apesar de pouco difundido no Brasil, sugerindo uma mudança de cultura operacional para a Construção Civil. Enaltecem a economia de mão de obra para este sistema, a maior funcionalidade do mesmo, a redução de tempo de obra e de uso de matéria prima, tendo como consequência menos impacto ambiental considerando a minimização de resíduos

Malta, Arcipreste e Aguiar (2021) também apresentaram um estudo no qual somente sugeriram o LSF como sistema construtivo ideal para superação do déficit habitacional, sem efeitos de comparação com demais sistemas, mas evidenciando suas vantagens para a proposta de moradias de interesse social. Apostaram no estudo como relevante comprovatório de tecnologia construtiva social para que a Caixa Econômica Federal aprove financiamentos para a produção de HIS. A percepção de qualidade da edificação foi considerada positiva por 71%, destacando-se as características de conforto térmico e acústico.

Santos Júnior e Lima (2022), realizaram um estudo para analisar métodos construtivos e concluíram que os critérios sustentabilidade, tempo de execução (cronograma da obra), planejamento são mais assertivos, em curto prazo, para o sistema LSF. E que o critério controle de gastos (matéria prima e mão de obra) é ideal para este mesmo sistema, se considerado a médio e longo prazo, quando empregados em larga escala construtiva, gerando desta forma mais economia.

Farias, Gomes e Mendonça (2022), na realização de um estudo comparativo entre alvenaria convencional e LSF para construções habitacionais de interesse social, visando a redução do custo e o aumento da produção, obtiveram resultados que afirmaram o LSF como menos vantajoso em termos de custo e economicidade quando comparado à alvenaria convencional; mas, outros aspectos se sobressaem tendo em vista que o LSF possui maior viabilidade de execução, devido aos seus prazos serem consideravelmente reduzidos, dessa

forma compensando as diferenças exclusivas entre os dois sistemas. Concluíram o LSF como um método industrializado, de construção limpa, seca, rápida e sustentável e de produção mais rápida – e, por isso, ideal para construções habitacionais de interesse social.

5 CONCLUSÃO

A partir do todo apresentado, pode-se afirmar que este trabalho de conclusão de curso cumpriu seus objetivos – tanto a partir da revisão literária realizada, quanto do estudo exploratório comparativo realizado –, identificando as características quantitativas e qualitativas sobre os sistemas construtivos LSF e alvenaria convencional, comparando-os a partir de uma planta padrão para HIS, sendo este o objeto do estudo.

Embora, os resultados obtidos entre o comparativo dos sistemas demonstre que o LSF acarrete em valor/custo mais elevado em detrimento ao sistema de alvenaria convencional, ainda assim as suas propriedades operacionais – tais como: redução do tempo de execução da obra, poucos resíduos gerados implicando em menor impacto ambiental, agilidade e mão de obra qualificada, tecnologia no processo pela industrialização oferecida – demonstram grande eficácia, levando a entender que este sistema construtivo possa ser a melhor escolha para projetos de HIS.

Este sistema construtivo, cuja concepção pauta-se na tecnologia racionalizada, dota-se de estrutura construída a partir de perfis formados a fio de aço galvanizado, cuja organização se dá em painéis estruturais e não-estruturais, compatíveis com subsistemas (de fechamento, hidrossanitários e outros), possibilitando uma construção a seco, de grande rapidez de execução.

No cenário mundial, as experiências com o mesmo apresentam-se bem-sucedidas. No cenário Brasil, existe mercado potencial para sua utilização. Técnicas normativas e políticas podem contar com o método para experimento em atendimento a qualidade e a quantidade desta nova tecnologia. Afirma-se, então, que a implementação do aço enquanto um método construtivo rápido e sustentável, pode reduzir o déficit habitacional nacional.

O fato é que a Construção Civil vem evoluindo significativamente nos últimos anos, com materiais, técnicas e métodos construtivos mais aperfeiçoados, cabendo ao engenheiro civil se atualizar e escolher o que for mais adequado para seus projetos, não mais considerando somente custos envolvidos na obra, mas acima de tudo a tecnologia que possa ser ofertada para promoção de um produto final de mais qualidade, bem como o cumprimento emergencial dos objetivos do desenvolvimento sustentável.

Desta forma, o incentivo ao uso do sistema LSF em larga escala e como inovada cultura construtiva, tornaria o método um aliado ao enfrentamento do déficit habitacional, ao cumprimento da sustentabilidade proposta pela ONU no cenário nacional e ao que preconiza o novo Plano Diretor da cidade mineira de Boa Esperança.

Concluiu-se então, que apesar dos resultados do comparativo entre o sistema de alvenaria convencional demonstra um custo mais reduzido de 18,38%, ainda sim, considerando a capacidade de cumprir as propostas socioambientais envolvidas (promoção de sustentabilidade e redução do déficit habitacional), o sistema LSF seria o mais ideal para projetos de HIS.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN LIGHT STEEL FRAME CONSTRUCTION SYSTEMS AND CONVENTIONAL MASONRY FOR SOCIAL INTEREST HOUSING IN THE MUNICIPALITY OF BOA ESPERAÇÃO/MG

ABSTRACT

The objective was to compare, using a standard plan for a popular house, the conventional masonry construction systems and the Light Steel Frame (LSF), using the criteria of speed of execution, economic advantage and better environmental suitability. It was justified, as Civil Engineering is challenged to propose more successful construction methods to combat the Brazilian housing deficit. We opted for an exploratory study, choosing the Minas Gerais municipality of Boa Esperança, considering its geographic positioning, local tourism and population growth, imposing the need for urban housing. Data was collected on the quantity of materials, costs and work execution schedule for the two construction systems. Although the results obtained demonstrated that LSF results in higher value/cost compared to the conventional masonry system, its operational properties (reduction in work execution time, little waste generated resulting in lower environmental impact, agility and labor qualified, technology in the process through industrialization offered) demonstrate great effectiveness. This statement is based on rationalized technology, with a structure built from profiles formed from galvanized steel wire, whose organization takes place in structural and non-structural panels, enabling dry construction, with great speed of execution. It was then concluded that despite the results of the comparison between the conventional masonry system, it shows a lower cost of 18.38%, even so, considering the ability to fulfill the socio-environmental proposals involved (promotion of sustainability and

reduction of the housing deficit) , the LSF system would be the most ideal for social housing projects.

Keywords: *Civil Construction. Social Interest Housing. Light Steel Frame. Innovation. Sustainability.*

REFERÊNCIAS

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

Disponível em:

<<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/24619/abnt-nbr15253-perfis-de-aco-formados-a-frio-com-revestimento-metalico-para-paineis-estruturais-reticulados-em-edificacoes-requisitos-gerais>>. Acesso em: 10 out. 2023.

BOA ESPERANÇA. Leis Municipais. **Lei Complementar nº 5.339**, de 10 de dezembro de 2020 – Novo Plano Diretor. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/mg/b/boa-esperanca/lei-complementar/2020/534/5339/lei-complementar-n-5339-2020-dispoe-sobre-o-plano-diretor-do-municipio-de-boa-esperanca-mg-revoga-as-leis-municipais-n-s-3173-de-21-12-2006-e-3285-de-06-12-2007-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BONDUKI, N. G. **Origens da habitação social do Brasil:** arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. 7 ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2017.

CACCIA, L. S.; EVERS, H.; FERNANDES, C. S.; BETTI, L. P. **Sustentabilidade em habitação de interesse social:** benefícios e custos de medidas para eficiência no consumo de água e energia. São Paulo: WRI Brasil, 2017.

CAVALHEIRO, W. A.; PORTO, V. F.; SILVEIRA, E. F.; VIEIRA, A. G.; HONOR DE ALMEIDA NETO, H. A habitação como uma expressão da questão social no Brasil: das concessões de terra à habitação de interesse social. **Revista Humanidades e Inovação**, v.9, n.3, p. 281-288, 2022.

CONTI, A.; FONSECA, B. M.; MARTINEZ, G. A. T.; VINHAS, C. B. Em defesa da identidade, da cultura e do desenvolvimento urbano e territorial sustentável: o novo Plano Diretor de Boa Esperança-MG. **Pluris Digital**, 2021. Disponível em:

<<https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper762.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2023.

CUNHA, G. A. C. Déficit habitacional: o tamanho da desigualdade social no BRASIL. **Boletim Economia Empírica**, v.1, n.1, p.59-62, 2020. Disponível em:

<www.portaldeperiodicos.idp.edu.br/bee/article/view/4014>. Acesso em: 10 out. 2023.

DEGANI, J. A. **Construção modular em light steel frame**: comparativo com construção em alvenaria convencional. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2018.

FARIAS, E. B. S.; GOMES, J. P. L.; MENDONÇA, F. C. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e light steel frame em habitação unifamiliar de interesse social**. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/26509/1/Emilly%20Beatriz%20da%20Silva%20Farias-Joa%CC%83o%20Pedro%20de%20Lima%20Gomes%20%281%29%20%281%29.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2023.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil – 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021a.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Metodologia do déficit habitacional e da inadequação de domicílios no Brasil – 2016-2019**. Belo Horizonte: FJP, 2021b.

GARCIA, J. M.; LONGO, R. M. Análise comparativa dos programas de Pagamento por Serviços Ambientais hídricos em Extrema/MG e Campinas/SP. **Periódico Eletrônico do Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v.16, n.6, p.12-24, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GRUBLER, T. H. **Estudo comparativo entre os métodos construtivos light steel frame, alvenaria convencional e alvenaria estrutural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado de Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2021.

LOPES, J. S. **Análise comparativa entre sistemas alvenaria convencional e light steel frame**: Alternativa à habitação de interesse social. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Paulista. São José do Rio Pardo, 2019.

MALTA, G. S.; ARCIPRESTE, C. M.; AGUIAR, T. F. R. Habitação de interesse social e light steel framing no Brasil. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.28, n.42, p. 241-279, 2021.

MEYLAN, A. A política de habitação social no Brasil: as inflexões da política habitacional pelo Programa Minha Casa, Minha Vida. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico**, Belo Horizonte, v. 5, n. 8, p. 77-97, 2019.

PRATES, B. T.; CONFORTE, M. E. O uso do sistema Steel Frame como alternativa para melhor produtividade na Construção Civil. **Boletim do Gerenciamento**, v. 9, n. 9, p. 35-44, out. 2019.

RODRIGUES, L. J. L.; SETTE, S. T. Análise comparativa do sistemas construtivos habitacionais: light steel frame x alvenaria convencional. **RMS**, v.3, n.4, p.442-449, 2021.

SALOMÃO, P. E. A.; SOARES, A. D. A.; LORENTZ, L. P. A.; PAULA, L. T. G. Análise comparativa alvenaria convencional e light steel framing: um estudo de caso em residência unifamiliar em Teófilo Otoni . **Research, Society and Development**, v.8, n. 9, 2019.

SANTANA, R. B. **Análise dos indicadores de déficit habitacional e inadequação de domicílios**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia de Produção do Ambiente Construído, Universidade de Brasília. Brasília, 2020.

SANTOS JUNIOR, W. P. P.; LIMA, D. S. Estudo comparativo estrutural e construtivo – light steel frame e alvenaria convencional. **Repositório de TCC**, nov. 2022. Disponível em: <<http://www.ienomat.com.br/revista/index.php/repositorio/article/view/255>>. Acesso em: 10 out. 2023.

THIELKE, V. V. **Análise da pós-ocupação em habitação de interesse social no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2021.

VILPERT, B. **Análise comparativa entre sistemas construtivos: light steel frame e alvenaria convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2021.

ANEXO A – TABELA CONDENSADA DE ORÇAMENTO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA CONVENCIONAL

Item	Descrição	Total
1	Serviços preliminares	R\$ 597,30
2	Fundação	R\$ 4.280,67
2.1	Radier	R\$ 2.522,62
2.2	Viga baldrame	R\$ 1.758,04
3	Superestrutura	R\$ 3.664,26
4	Esquadrias	R\$ 5.665,26
4.1	Esquadrias metálicas	R\$ 3.504,58
4.2	Esquadrias de madeira	R\$ 1.451,77
4.3	Vidros	R\$ 708,73
5	Coberturas e proteções	R\$ 4.870,51
5.1	Tesoura (madeira de lei)	R\$ 771,00
5.2	Terça	R\$ 202,26
5.3	Caibros	R\$ 134,84
5.4	Ripa	R\$ 938,70
5.5	Testeira	R\$ 707,25
5.6	Espigão	R\$ 135,04
5.7	Tesoura de canto	R\$ 117,19
5.8	Tarugamento	R\$ 1.051,27
5.9	Chapuz	R\$ 325,31
5.10	Pregos	R\$ 487,65
6	Revestimento, forros e pinturas	R\$ 7.791,42
6.1	Cimento, areia e reboco	R\$ 2.761,60
6.2	Cerâmicas de parede	R\$ 2.087,61
6.3	Forros	R\$ 1.163,92
6.4	Pinturas	R\$ 1.769,28

7	Pavimentos	R\$ 2.887,80
7.1	Piso	R\$ 1.888,45
7.2	Calçada Externa	R\$ 999,34
8	Instalações elétricas	R\$ 2.626,42
8.1	Instalações elétricas (e aparelhos)	R\$ 786,33
8.2	Instalações hidráulicas e sanitárias (e aparelhos)	R\$ 1.840,09
9	Complementação da obra (limpeza)	R\$ 138,70
		R\$ 33.308,44

ANEXO B – TABELA CONDENSADA DE ORÇAMENTO DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO DE *LIGHT STEEL FRAME*

Item	Descrição	Total
1	Serviços preliminares	R\$ 597,30
2	Fundação	R\$ 2.522,62
2.1	Radier	R\$ 2.522,62
2.2	Calçada externa	R\$ 1.150,35
3	Superestrutura	R\$ 23.816,70
4	Esquadrias	R\$ 5.649,65
4.1	Esquadrias metálicas	R\$ 3.489,59
4.2	Esquadrias de madeira	R\$ 1.451,32
4.3	Vidros	R\$ 708,73
5	Coberturas e proteções	R\$ 6.363,55
5.1	Montante	R\$ 1.582,35
5.2	Ripa metálica	R\$ 526,02
5.3	Telha de fibrocimento	R\$ 4.009,38
5.4	Cumeeira	R\$ 120,79
5.5	Parafuso para vedação	R\$ 126,00

6	Revestimento, forros e pinturas	R\$ 6.141,54
6.1	Cerâmicas internas cozinha	R\$ 514,32
6.2	Cerâmicas interna banheiro	R\$ 520,27
6.3	Argamassa	R\$ 1.053,00
6.4	Pinturas	R\$ 2.890,02
6.5	Forro	R\$ 1.163,92
7	Pavimentos (piso)	R\$ 2.134,92
8	Instalações	R\$ 3.674,69
8.1	Instalações elétricas (e aparelhos)	R\$ 1.048,12
8.2	Instalações hidráulicas e sanitárias (e aparelhos)	R\$ 2.626,57
9	Complementação da obra (limpeza)	R\$ 138,70
		R\$ 52.206,09