

CONSTRUÇÃO EM LIGHT STEEL FRAME: Uma Forma mais sustentável e rápida para habitações populares

Marlon Rossignoli^{1*}

Geisla Aparecida Maia Gomes Gaspar^{2*}

RESUMO

Esse trabalho se propõe a fazer um estudo atual sobre Construção em *Light Steel Frame*. O estudo desse tema se faz necessário devido ao aumento recente das construções em *light steel frame*, e paralelo a esse aumento cresce também a dúvida se esse tipo de construção é viável financeiramente, se a confiabilidade e a durabilidade se assemelham aos métodos mais tradicionais de construção ou até mesmo se é mais rápida e limpa. A principal finalidade desse trabalho é pesquisar sobre a viabilidade financeira e temporal na construção de casas populares em steel frame. Foi usada uma metodologia comparativa entre a construção em alvenaria convencional e a construção em *light steel frame*. Com o propósito de tornar a pesquisa o mais precisa possível, empresas especializadas nos respectivos métodos construtivos foram consultadas usando a mesma planta arquitetônica. Devido à enorme abrangência do assunto, a pesquisa foi focada na cidade de Campinas/SP, que é uma cidade que contém os dois tipos de construção pesquisados, tornando factível tal comparação. O estudo demonstrou que em se tratando de custos, os métodos de construção em light steel frame e alvenaria convencional são bem parecidos, porém a alvenaria convencional continua ligeiramente mais viável financeiramente. Porém, falando-se em cronograma de obras, ou seja, tempo de construção, a construção em light steel frame em média leva menos da metade do tempo, em menos de três meses é possível finalizar uma obra de habitação popular em *light steel frame*, quanto que para a alvenaria convencional leva-se em média 8 meses.

Palavras-chave: Construção.Alvenaria.Light steel frame.Sustentabilidade

¹ * Bacharelado em Engenharia Civil no Grupo Educacional Unis
E-mail: marlon.rossignoli@alunos.unis.edu.br

² * Professora Orientadora no Grupo Educacional Unis
E-mail: geisla.gaspar@professor.unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho se propõe a fazer um estudo atual sobre Construção em *Light Steel Frame* e alvenaria convencional e posteriormente comparar esses métodos, a fim de se obter uma resposta referente ao tempo de construção e o custo da obra.

De acordo com Crasto (2005), *Light Steel Framing* (LSF) é uma denominação usada globalmente para referir-se a um método construtivo que não utiliza tijolo ou cimento e que tem como base principal o aço galvanizado formado a frio na parte estrutural, com fechamentos feito por painéis que podem ser de diversos materiais, dentre eles o drywall, madeiras ou placas cimentícias.

Em alguns países como Estados Unidos e Canadá, o uso do LSF já é bem difundido e não é mais uma novidade, juntamente com as casas de madeira (*Wood frame*), são os principais métodos construtivos lá, na frente até mesmo da alvenaria.

O uso do LSF no Brasil ainda é modesto se considerarmos seu potencial de crescimento, ainda mais se a iniciativa pública usar esse método construtivo na construção de casas populares, visto que os custos já são tão competitivos quanto a alvenaria, o tempo de construção e o desperdício de materiais são bem menores. (Hass e Martins 2011).

A utilização de diferentes sistemas construtivos podem reduzir significativamente as operações e usos de insumos nos canteiros de obras. No Brasil, entretanto, tem sido uma cultura do setor de construção a utilização de processos tradicionais, como alvenaria convencional em detrimento às tecnologias mais avançadas, como o *light steel frame* a *wood frame*, por exemplo.

Segundo a Abrainc (Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias - ABRAINC 2016), o déficit habitacional no Brasil é de 7.797 milhões de moradias (2016) . Esse é um problema crônico e recorrente no Brasil, e infelizmente não será de fácil solução a curto prazo.

Entretanto, algumas ações podem ser feitas para tentar acelerar o processo de construção de habitações populares, bem como tentar reduzir o custo da obra, dentre elas cita-se a construção através do método LSF, com ganho muito grande de tempo e custo comparável com a alvenaria.

Com custos de construção mais acessíveis e competitivos do LSF, mão de obra cada vez mais qualificada, e visão cada vez mais sustentável das construtoras, já é possível afirmar que a construção em steel frame é mais vantajosa no Brasil? Mais precisamente em Campinas/SP.

O objetivo principal será analisar a viabilidade financeira e técnica da construção de habitações em steel frame em habitações populares na cidade de Campinas. Será feita uma comparação analítica de todos os custos comparativos dos métodos construtivos a fim de embasar se o *steel frame* seja realmente vantajoso em comparação com a alvenaria, que é o tradicional método de construção atual de casas populares. Além da parte financeira que continua sendo a mais importante na decisão de qual método utilizar, será analisada também a viabilidade de tempo de construção e sustentabilidade focada em desperdícios da obra.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

2.1 ALVENARIA CONVENCIONAL

A alvenaria convencional é o método mais difundido e utilizado no Brasil, refere-se nesse estudo às construções onde a estrutura é feita em concreto armado, estruturada por pilares, lajes, vigas e com vedação em tijolos de blocos cerâmicos. onde as paredes não possuem função estrutural e todo o peso é absorvido pelo sistema pilares, lajes e vigas (ABRASFE 2021).

Os componentes que formam a alvenaria convencional são: Concreto, armaduras, formas, blocos cerâmicos (diversos tipos). Como o método já bastante conhecido, não será descrita nenhuma explicação adicional do tema, sendo o steel frame o foco da explicação detalhada.

2.2 LIGHT STEEL FRAME

O sistema construtivo em *Light steel frame* surgiu nos Estados Unidos, idealizado pelos colonizadores a partir de um outro método de construção chamado *Wood Framing*

(Estrutura feita em Madeira), que fora desenvolvido para atender o forte crescimento populacional nos Estados Unidos.

A aplicação do LSF fora do Brasil já é bem difundida há muito tempo, em países como Estados Unidos, Canadá e Japão, a maioria das construções habitacionais e também em edifícios já são feitas em LSF. No Brasil, o sistema mais presente em nossas construções ainda é a alvenaria convencional. (SANTIAGO, 2012)

O LSF basicamente é um sistema que se utiliza do uso de perfis de aço galvanizado formados a frio, com características esbeltas para composição da estrutura, ou seja, as vigas de aço e seções dos pilares são mais esbeltas do que as feitas em concreto, isso permite que se aproveite melhor o espaço interno, vãos e aumento da área útil, principalmente em garagens. (ROCHA, 2017).

Em conjuntura com esse aparato estrutural, têm-se também os subsistemas que são mais leves, como por exemplo, o acabamento, cobertura e vedação. Todo este conjunto produz uma construção rápida e limpa. (SANTIAGO, 2008).

O LSF geralmente é montado sobre um tipo de fundação chamado radier, que é um tipo de fundação superficial em toda a carga da habitação é transferida para uma laje maciça de concreto, normalmente é executada sobre isolamento hidrófugo já com todo aparato elétrico e hidráulico já instalados. Como exposto anteriormente, a fundação do tipo radier é a mais utilizada, no entanto o cálculo estrutural é necessário para a escolha da melhor fundação para cada tipo de construção e solo. (TECHNE, 2008).

Devido ao desenvolvimento da indústria do aço, a partir de 1933, as construções em LSF tornaram-se uma alternativa viável a devido a algumas vantagens em relação a outros tipos de construção como eficiência estrutural e maior resistência e, além de maior capacidade de resistir melhor a catástrofes naturais tão presentes nos EUA. (PERKINS, 2009). Desde o início já utilizava basicamente em sua composição perfis formados a frio, materiais isolantes térmicos, acústicos e placas industrializadas com alta flexibilidade no processo construtivo.(VELJKOVIC; JOHANSSON, 2006).

O LSF é um método construtivo com uma abordagem mais racionalizada do que a convencional e tão difundida alvenaria, ele vem passando há um certo tempo por um processo de aceitação na construção civil brasileira.

A aplicação de métodos novos de construção podem representar reduções significativas no uso de materiais e operações, mas obras, especialmente nos canteiros, que

são mais limpos e demandam menos mão de obra tanto na execução quanto na limpeza diária e pós obra. Além disso, a logística pode ser otimizada, pois um canteiro de obra mais organizado e limpo, significa uma diminuição do tempo de descarregamento de materiais, otimizando assim todo processo logístico da obra.

O conceito estrutural do LSF assemelha-se com a alvenaria convencional, basicamente a carga que atua sobre a estrutura precisa ser dividida entre os elementos estruturais que suportarão tal carga, resumidamente, cada elemento estrutural resistirá a uma pequena parcela da carga total aplicada. (RODRIGUES 2006)

Segundo Hass e Martins (2011) os engenheiros e arquitetos têm uma flexibilidade grande ao trabalhar com o LSF, a gama de materiais e insumos é muito parecida com a alvenaria, não havendo qualquer prejuízo nesse aspecto em se construir com o LSF, mesmo apontamento pode-se fazer a durabilidade dos materiais, visto é tão durável quanto a alvenaria.

Atualmente no Brasil. o maior emprego do LSF é na construção de habitações unifamiliares de pequeno e médio porte (2 a 3 dormitórios), em sua grande maioria contendo somente o pavimento térreo. Além disso, seu uso também contempla variados tipos de construções, como pequenos edifícios de até 4 andares, escolas e sedes de pequenas empresas. (FREITAS e CRASTO, 2006).

A Norma Brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013) estabelece critérios e requisitos de desempenho no que tange à avaliação de métodos construtivos que precisam cumprir às exigências das obras com relação ao desempenho e capacidade estrutural, segurança das operações no canteiro de obras, desempenhos térmico, acústico e lumínico, segurança ao fogo, estanqueidade à água, dentre outros. Esta NBR tem como base o instrumento referencial internacional que prioriza as exigências do produto e qualidade dos sistemas e subsistemas construtivos.

Nesse contexto, o sistema de LSF apresenta-se como um processo de grande potencial tanto para construção estrutural, na vedação vertical externa e interna através do uso de placas de drywall ou gesso até mesmo em fachadas.

A aplicação do steel frame em vedações externas e internas vem ganhando espaço e despertando interesse de vários profissionais da construção civil, pois é possível utilizar para fechamentos externos de fachadas de pequenos e médios edifícios. Embora crescente, o uso no Brasil ainda é tímido, mas com muito potencial de crescimento, tendo em vista o interesse

dos engenheiros e arquitetos em encontrar alternativas mais eficientes e modernas em detrimento aos sistemas artesanais predominantes atualmente. (OLIVEIRA, 2012).

A alvenaria convencional lentamente vem perdendo seu espaço nos canteiros de obras por não atender à demanda crescente de sustentabilidade e competitividade do mercado da construção civil. (Casado, 2010).

O LSF pode apresentar-se como uma boa alternativa para a construção de habitações de várias metragens em larga escala, com vantagens de uma obra mais padronizada, como mão de obra qualificada, otimização nos prazos e custos da obra, e diminuição enorme de desperdícios.

Além disso, o LSF o fator ambiental também é essencial para uma sociedade em desenvolvimento, há uma crescente tendência de uso de soluções sustentáveis atualmente. (PEDROSO et al 2014).

Tratando-se especificamente de custo comparativo, Meneghel e Dare (2017) realizaram um estudo comparativo de custos entre os sistemas LSF e alvenaria convencional. Para tal estudo, que foi desenvolvido na construção de uma edificação multifamiliar de 65 m², foram considerados apenas custos diretos. Considerando a velocidade que o LSF vem se expandindo no mercado brasileiro, tal pesquisa será usada somente como base para um estudo atual e focado na cidade de Campinas/SP.

A comparação entre LSF e alvenaria convencional não pode se resumir somente em custo de obra, outros fatores importantes devem ser considerados, principalmente desempenho acústico, desempenho térmico, prazo e durabilidade.

No decorrer desse estudo, as comparações acima serão feitas embasadas em estudos já realizados por Ferreira (2015) e Meneghel e Dare (2017).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), há três métodos construtivos para a implantação do sistema LSF: o método tradicional, o método feito com painéis e o método de construção através de módulos.

De acordo com Crasto (2005), o método mais utilizado no Brasil é o tradicional, nele os perfis são cortados no próprio canteiro, e o restante são montados no local (painéis, contraventos, cobertura e lajes). A principal vantagem é não precisar de um outro lugar físico para cortar e montar todo o aparato, dificultando o transporte posteriormente.

No método dos painéis, os componentes são montados parcialmente fora do canteiro, transportados posteriormente para o canteiro, e depois são conectados no local. Finalmente as

construções modulares, que são totalmente pré-fabricadas fora do canteiro de obras e entregues completamente montadas na obra.

Por ser amplamente utilizado no Brasil, o método convencional foi utilizado na comparação.

2.2.1 ETAPAS CONSTRUTIVAS DO STEEL FRAME

- Fundação

Segundo Azevedo (2012), as fundações são elementos estruturais que transmitem ao solo as cargas de uma estrutura.

A estrutura de LSF por ser leve exige menos da fundação do que outras construções convencionais, como a alvenaria. Contudo, como a carga é distribuída uniformemente ao longo dos painéis estruturais, ela tem que ser contínua, pois deve suportar os painéis em todo o seu comprimento. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

- Painéis estruturais

Os painéis além de vedarem as estruturas de LSF, normalmente também tem uma função estrutural, suportando as cargas da obra. Quando são somente para vedação sem função estrutural são chamadas de não-estruturais. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

- Lajes

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), as lajes utilizam perfis galvanizados que são instalados horizontalmente, seguindo a mesma orientação dos montantes. Nas lajes, esses perfis são as vigas de piso, que tem a função principal de transmitir as cargas que estão sujeitas para os painéis, e também servem de apoio para o contrapiso.

- Cobertura

A função da cobertura da construção é proteger a obra da ação das intempéries, e também desempenhar uma função estética. Os telhados podem ser de simples execução, visando somente desempenhar a função de proteção, ou podem ter também uma função estética importante na obra, esse item está cada vez mais sendo usado por arquitetos e engenheiros nesse sentido.

- Fechamento vertical e acabamento

O fechamento vertical compõe-se pelas paredes internas e externas da obra e deve ser dimensionado para suportar vedações de baixo peso próprio e visando sempre uma obra limpa. (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia nada mais é do que “a demonstração de como os objetivos propostos foram alcançados, servindo para explicar tudo o que foi feito durante um estudo. O objetivo é descrever o método, os participantes, o tipo de pesquisa, e os instrumentos utilizados, comparações, entre outras coisas”. (MASCARENHAS, 2012, p. 35).

A abordagem da pesquisa dar-se-á de forma quantitativa e qualitativa, uma vez que se realizará o cálculo do custo de *steel frame* e alvenaria convencional, bem como a análise dos dados obtidos com maior profundidade.

Para Mascarenhas (2012, p. 45), a abordagem quantitativa “baseia-se na quantificação para coletar, e mais tarde, tratar os dados obtidos”. Já a abordagem qualitativa, deve ser utilizada “quando queremos descrever nosso objeto de estudo com mais profundidade” (MASCARENHAS, 2012, p. 46).

Uma comparação baseada nas pesquisas de bibliografias existentes sobre o tema *Light Steel Frame* será feita, o foco será na aplicação de steel frame na região pesquisada. Estudos de aplicações práticas também serão considerados, os dados serão pesquisados em escritórios de engenharia civil e arquitetura, bem como construtoras presentes na área pesquisada.

O comparativo foi realizado na Cidade de Campinas/SP, no modelo de residência descrito abaixo:

(1) Casa em baixo padrão de construção, contendo 60m² em bairro popular na cidade de Campinas/SP.

Serão comparados métodos construtivos LSF e alvenaria convencional.

As variáveis de comparação serão custo e prazo de conclusão da obra.

Os seguintes critérios serão adotados na comparação dos métodos:

(a) eles deveriam estar relacionados a empreendimentos para fins de moradia permanente ou temporária;

(b) deveriam utilizar o LSF e alvenaria convencional como construção estrutural;

- (c) a mão de obra em ambos métodos construtivos devem ser especializada;
- (d) A Construção deve estar na cidade de Campinas/SP.

3.1 Caracterização Da Pesquisa

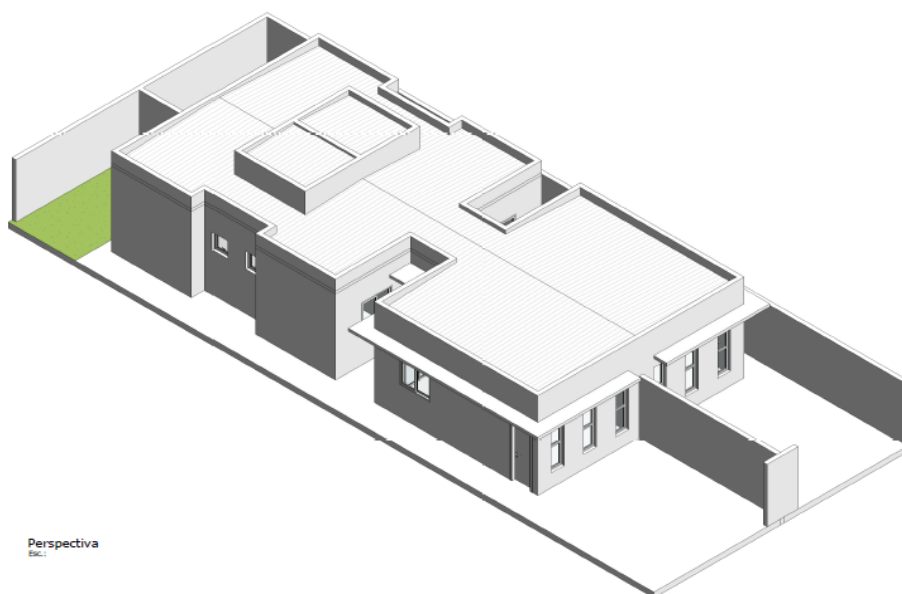
A pesquisa foi elaborada com o objetivo descritivo de análise de valores e custo x benefício, em relação aos orçamentos de LSF e alvenaria convencional.

Os orçamentos para o LSF foram solicitados em duas construtoras na região de Campinas/SP, aqui chamadas de Empresa A e Empresa B. O orçamento para a alvenaria convencional foi feito por uma outra construtora também da região de Campinas/SP, chamada aqui de Empresa C.

O modelo de casa a ser estudada é uma casa geminada, com área unitária de 60m², e área total das duas casas de 120m². A obra foi orçada para ser executada no bairro Ouro Verde, na cidade de Campinas/SP, em um terreno com dimensões de 10mx20m com área total de 200m², com testada principal de 10m.

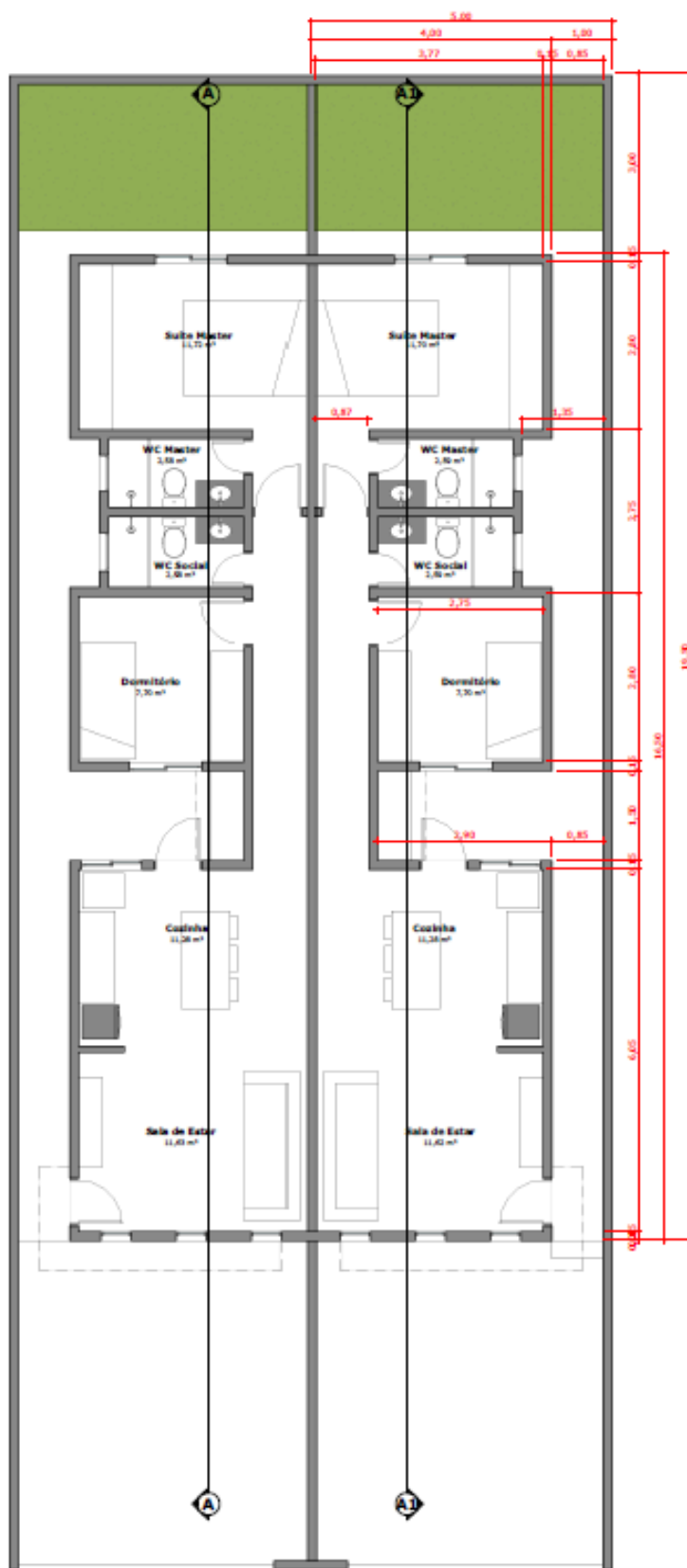
Abaixo, as figuras 1 e 2 respectivamente, se referem aos projetos que serviram de referência para a execução das planilhas orçamentárias dos dois métodos construtivos.

Figura 1 – Vista Isométrica da Edificação Geminada



Fonte: Autor (2021)

Figura 2 – Planta baixa da Edificação Geminada

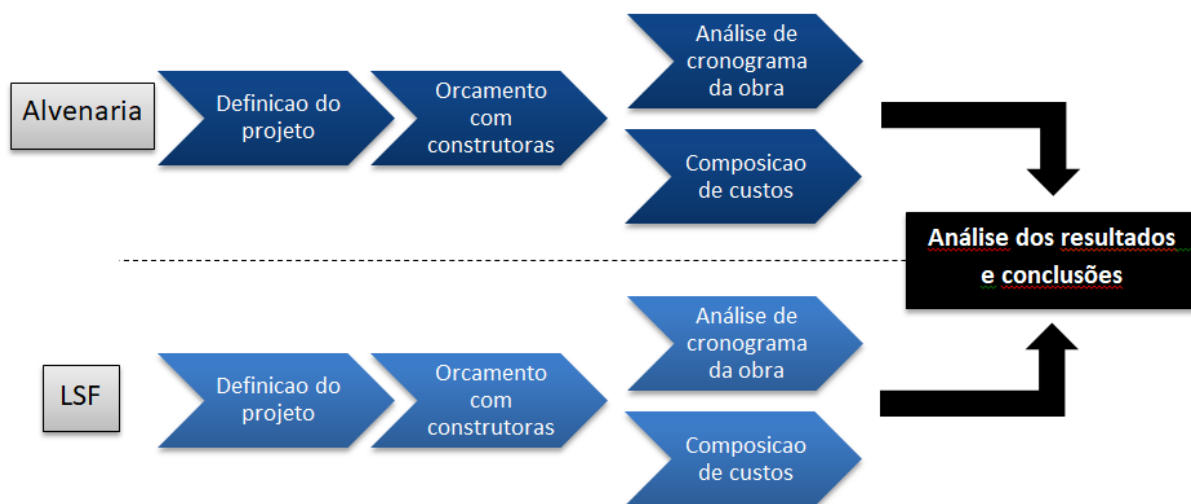


Fonte: Autor (2021)

3.2 ETAPAS DA COMPARAÇÃO

Com a intenção de explicar melhor o ordem das etapas que foram realizadas, foi elaborado um fluxograma conforme figura 3, abaixo.

Figura 3 – Fluxograma das atividades



Fonte: Autor (2021)

4 RESULTADOS

Foram solicitados dois orçamentos com metodologias distintas, o primeiro chamado de Orçamento A, se define na execução de uma cotação unitária, ou seja, considerando que seria construída somente 1 casa geminada, no total de 120m².

Tal cotação foi necessária devido ao fato de as empresas de *steel frame* fazerem os orçamentos com valor diferenciado para uma maior quantidade, pois ganha-se no volume de insumos comprados, isso geralmente não ocorre na alvenaria, pois tanto mão de obra quanto materiais e insumos são individualizados.

No orçamento B foi considerado a construção de 10 casas do mesmo modelo, todas no mesmo terreno.

O orçamento C foi feito somente por uma empresa, a justificativa se dá pelo fato do método construtivo em alvenaria já ser muito difundido no nosso mercado, e os custos já estão mais igualitários, diferentemente do LSF que por se tratar de um método relativamente novo, existe muita variação de custos construtivos.

Em todas as cotações foram solicitados os prazos para as respectivas construções, com a intenção de se comparar também o cronograma e não somente o custo.

4.1 CUSTO

4.1.1 Orçamento A

O Chamado aqui de orçamento A, na Tabela 1 abaixo, se refere ao custo de construção unitário, ou seja, 1 casa geminada para todas as situações pesquisadas.

Tabela 1 – Tabela comparativa (Cotação unitária)

		Alvenaria EMPRESA C	Light Steel Frame EMPRESA A	Light Steel Frame EMPRESA B
1	Servicos preliminares no canteiro de obra	R\$ 4.081,76	R\$ 4.081,76	R\$ 4.081,76
2	Radier / Fundacao	R\$ 45.150,00	R\$ 38.873,93	R\$ 31.300,00
3	Paredes / Paineis	R\$ 61.880,00	R\$ 264.964,74	R\$ 211.590,00
4	Revestimentos / Acabamentos	R\$ 23.220,00	R\$ 12.517,41	R\$ 9.830,00
5	Pisos / Rejuntas	R\$ 2.990,00	R\$ 2.990,00	R\$ 2.990,00
6	Cobertura / Laje	R\$ 18.400,00	R\$ 16.715,79	R\$ 11.770,00
7	Portas	R\$ 4.693,33	R\$ 4.693,33	R\$ 4.693,33
8	Esquadrias	R\$ 5.284,00	R\$ 5.284,00	R\$ 5.284,00
9	Pintura	R\$ 14.300,00	R\$ 9.951,73	R\$ 9.951,73
10	Metais em geral	R\$ 2.976,00	R\$ 2.976,00	R\$ 2.976,00
11	Eletrica (Mão de obra e Materiais)	R\$ 14.311,51	R\$ 14.311,51	R\$ 14.311,51
13	Hidrossanitário (Mão de obra e Materiais)	R\$ 15.548,79	R\$ 11.661,39	R\$ 11.661,39
		R\$ 212.835,38	R\$ 389.021,58	R\$ 320.439,72

Fonte: Autor (2021)

4.1.2 Orçamento B

O orçamento B, na Tabela 2 abaixo, se refere ao custo de construção de 10 casas geminadas para todas as situações pesquisadas.

Tabela 2 – Tabela comparativa (Cotação de 10 casas)

		Alvenaria EMPRESA C	Light Steel Frame EMPRESA A	Light Steel Frame EMPRESA B
1	Serviços preliminares no canteiro de obra	R\$ 4.081,76	R\$ 3.508,34	R\$ 3.660,00
2	Radier / Fundação	R\$ 45.150,00	R\$ 33.412,81	R\$ 28.920,00
3	Paredes / Paineis	R\$ 61.880,00	R\$ 227.741,69	R\$ 187.475,00
4	Revestimentos / Acabamentos	R\$ 23.220,00	R\$ 10.758,92	R\$ 9.120,00
5	Pisos / Rejuntas	R\$ 2.990,00	R\$ 2.990,00	R\$ 2.990,00
6	Cobertura / Laje	R\$ 18.400,00	R\$ 14.367,51	R\$ 10.225,00
7	Portas	R\$ 4.693,33	R\$ 4.681,50	R\$ 4.693,33
8	Esquadrias	R\$ 5.284,00	R\$ 5.284,00	R\$ 5.284,00
9	Pintura	R\$ 14.300,00	R\$ 8.553,68	R\$ 8.620,00
10	Metais em geral	R\$ 2.976,00	R\$ 2.976,00	R\$ 2.976,00
11	Elétrica (Mão de obra e Materiais)	R\$ 14.311,51	R\$ 12.427,42	R\$ 11.842,00
13	Hidrossanitário (Mão de obra e Materiais)	R\$ 15.548,79	R\$ 10.023,28	R\$ 10.510,00
		R\$ 212.835,38	R\$ 336.725,15	R\$ 286.315,33

Fonte: Autor (2021)

Considerando os orçamentos, o custo total para a obra em alvenaria convencional para ambas as situações (Unitária e 10 casas) foi de R\$ 212.835,38.

Em relação ao Sistema LSF, falando primeiramente da Empresa A, o custo total foi de R\$ 389.021,58 para a obra residencial unitária e R\$3.367.251,50 o valor total para a obra com 10 casas geminadas, ou o valor individual de R\$ 336.725,15 dividindo por 10 para efeitos comparativos, valor mostrado a tabela 2. Para a Empresa B, o custo total foi de R\$ 320.439,72 para a obra residencial unitária e R\$ 2.863.153,30 para a construção das 10 casas geminadas, dividindo por 10 temos o valor de R\$ 286.315,33.

4.1.3 Análise Dos Custos

Analisando as tabelas comparativas de custos, nota-se facilmente que o método construtivo LSF possui um custo mais elevado comparado com o método convencional, resultando em uma diferença de R\$ 176.186,20 (+ 83%) e R\$ 123.889,77 (+ 58%) considerando a EMPRESA A, respectivamente para os orçamentos unitário e de 10 casas. Para a EMPRESA B, a diferença foi menor, mas ainda substancial, R\$ 107.604,33 (+ 51%) e R\$ 73.479,94 (+ 35%) também respectivamente para os orçamentos unitário e de 10 casas.

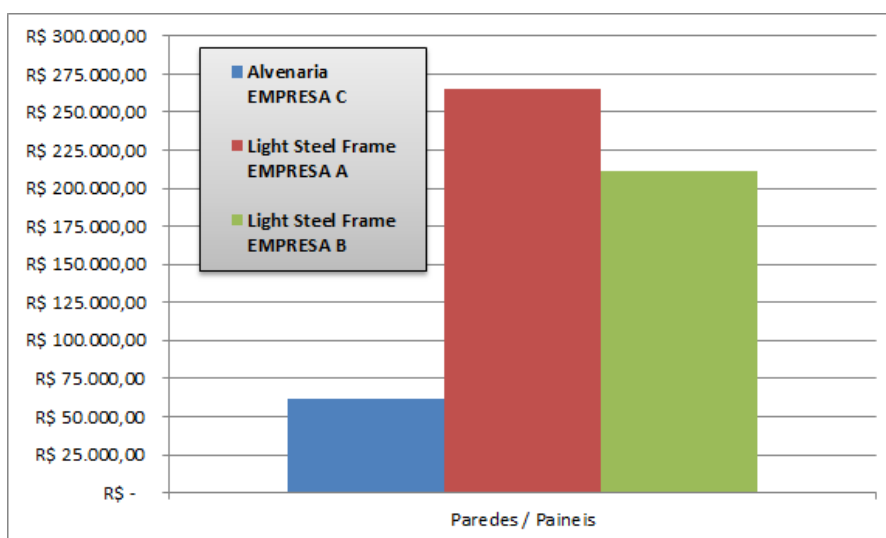
As explicações mais plausíveis para essa diferença discrepante seriam o aumento da matéria prima e insumos importados do LSF, esse aumento se deve a alta do dólar e da inflação nos últimos meses, especialmente devido à crise de abastecimento durante a pandemia do COVID-19. Segundo pesquisa divulgada pela FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), o aço, por exemplo, teve consecutivos aumentos acumulando a incrível variação de 79% entre janeiro de 2020 e março de 2021. Segundo a mesma pesquisa, 89,9% das empresas estão com dificuldade para encontrar aços, ao passo que 9,5% já não tem mais matéria prima para trabalhar.

Especificamente sobre o mercado regional de Campinas, a Ciesp-Campinas (Centro das Indústrias do Estado de São Paulo), apontou que no ápice da pandemia, 47% dos empresários da Região de Campinas estavam com dificuldade para conseguir insumos e matérias-primas. O aço plano, por exemplo, o preço subiu 76% em reais e 34% em dólares, causando um conseqüente aumento do preço final para o consumidor.

A mão de obra especializada que demanda o LSF também pode ser uma possível explicação, visto que a oferta e demanda do mercado costumam ditar o preço dos serviços, se a mão de obra é muito especializada, o valor tende a ser mais alto.

Ao analisar as tabelas 1 e 2, é possível perceber que o maior custo é referente a construção das paredes no caso da alvenaria e dos painéis no caso do LSF, e é justamente nesse aspecto que incide a maior diferença dos custos comparativos. No gráfico 1 abaixo, é demonstrada graficamente essa diferença:

Gráfico 1 – Detalhamento do orçamento



Fonte: Autor (2021)

4.2 TEMPO DE OBRA

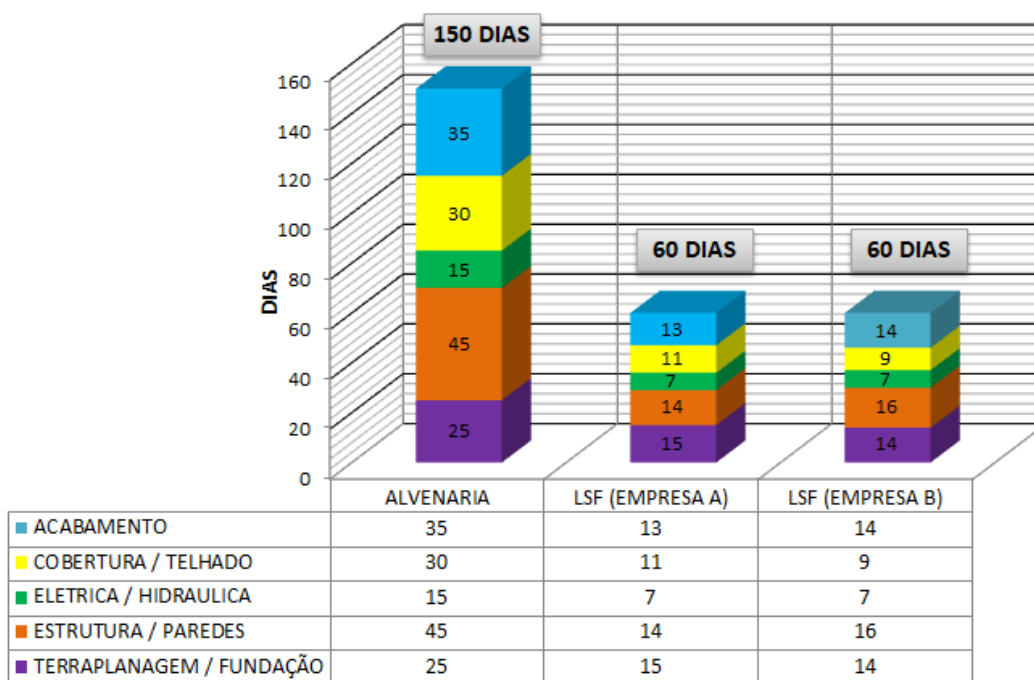
Paralelamente ao orçamento, foi solicitado também às empresas que fizessem uma estimativa de cronograma para a obra

Segundo Domarascki e Fasini (2009), a produtividade do LSF é bem maior que na alvenaria, o fator homem hora/m² na alvenaria é de 9,0 ao passo que no LSF é de apenas 2,9. Isso significa que o LSF precisa de menos pessoas em menos tempo para a execução de uma obra, e ajuda a justificar os dados do gráfico 2 mostrado abaixo.

Estima-se que a Alvenaria no projeto em questão demore 5 meses (150 dias) do projeto inicial a entrega das chaves, sem considerar nenhuma parada de origem técnica, financeira ou fatores climáticos. O tempo previsto para o LSF é de 60 dias (2 meses), com as mesmas considerações descritas acima, mas como uma chance de atraso menor, por questões de desperdício e também questões climáticas, visto que o LSF pode ser montado fora da obra e transportado posteriormente.

É importante salientar que as etapas construtivas do LSF muitas vezes são feitas em paralelo, por exemplo, na colocação das placas de *dry wall* já são inseridos os cabos elétricos, portanto, os prazos das etapas do LSF mostrados na figura abaixo são referenciais, o prazo total que deve ser levado em consideração.

Gráfico 2 – Detalhamento do cronograma



Fonte: Autor (2021)

4.3 OUTROS ASPECTOS A SE CONSIDERAR

Há uma vantagem para o LSF em relação às tubulações hidráulicas e elétricas, não é necessária quebra das paredes para a instalação dos cabos e canos e também para a manutenção deles, sendo necessária somente a retirada do revestimento interno, para a localização do problema, e ao concluir, recolocar a placa de *drywall* e finalizar com a pintura, caso seja necessária.

Como mostrado nas tabelas 1 e 2, o custo com o fundação é consideravelmente menor no sistema LSF em comparação com a alvenaria convencional, isso se justifica pela não necessidade de uma fundação robusta para o LSF, visto que a estrutura não é tão pesada quanto na alvenaria, isso gera uma interessante vantagem comercial e também no tempo de execução da obra.

O desperdício é um ponto importante, na alvenaria muitos materiais e insumos são perdidos durante a construção, tijolos quebrados, sobras de cimento, a quebra de blocos e tijolos para as instalações elétrica e hidráulica, entre outras. No LSF não tem esse desperdício, e essa diferença de lixos gerados na obra, aumentam também os custos indiretos com caçamba de lixo por exemplo, e esses custos por serem pouco previsíveis, muitas vezes não são colocados nos orçamentos, como foi o caso deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa evidencia que embora ambos os métodos sejam viáveis no cenário da cidade de Campinas/SP, ainda é mais vantajoso financeiramente o método construtivo em alvenaria convencional, ainda mais no atual cenário econômico, em que os custos de matéria prima importada e mão de obra especializada aumentaram mais do que a inflação. Uma outra razão seria o fato do LSF necessitar de uma mão de obra qualificada, componentes industrializados e alguns importados, faz com que a procura por esse método construtivo ainda seja restrita às maiores cidades e pessoas com um maior aporte financeiro, tornando assim o método ainda pouco conhecido.

Porém, existem outros pontos de vista que devem ser considerados, um deles se refere à agilidade na construção. Como mostrado na pesquisa, uma habitação em LSF pode ser construída em 40% do tempo que gastaria no método de alvenaria convencional. Um outro

ponto importante se refere à sustentabilidade. Enquanto que na alvenaria convencional existe muito desperdício de insumos, como tijolos, cimentos e outros, no LSF isso não acontece, é uma conta simples, menos desperdício de materiais significa menos caçamba de lixo que causa menos impacto ambiental, ou seja, o LSF é muito mais sustentável que a alvenaria. Uma outra vantagem do LSF é a uma maior confiabilidade no cronograma de obra, uma vez que a montagem das placas pode ser feita externamente ao canteiro de obra, não ficando expostas às intempéries climáticas.

Por fim, pode-se afirmar que a escolha do LSF ainda não é vantajosa financeiramente na cidade de Campinas/SP, porém, como explicado nesta pesquisa, outros fatores devem ser considerados na escolha, tais como tempo de construção e sustentabilidade.

ABSTRACT

Proposal of this academic work is to make a current study on Construction in Light Steel Frame. The study of this topic is necessary due to the recent increase in light steel frame constructions, and parallel to this increase, the doubt also grows whether this type of construction is financially viable, if the reliability and durability are similar to the more traditional construction methods or even if it's faster and cleaner. The main purpose of this work is to research the financial and temporal viability in the construction of popular houses in steel frame. A comparative methodology was used between conventional masonry construction and light steel frame construction. In order to make the research as accurate as possible, companies specialized in the respective construction methods were consulted using the same architectural plan. Due to the enormous scope of the subject, the research was focused on the city of Campinas/SP, which is a city that contains both types of construction researched, making such a comparison feasible. The study showed that when it comes to costs, light steel frame and conventional masonry construction methods are very similar, but conventional masonry is still slightly more financially viable. However, speaking of the work schedule, that is, construction time, construction in light steel frame on average takes less than half the time, in less than three months it is possible to complete a low-cost housing project in light steel frame, as for conventional masonry it takes an average of 8 months.

Keywords: Construction. Brickwork. Light steel frame. Sustainability

REFERÊNCIAS

ABRASFE (Associação Brasileira de Fôrmas, Escoramentos e Acesso) <https://abrasfe.org.br/diferencas-entre-alvenaria-estrutural-e-convencional/>
Acesso em 14 de Novembro de 2021

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

CASADO A. Massa cinzenta. **A importância da racionalização construtiva**. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/a-importancia-da-racionalizacao-construtiva>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CASTRO, E. M. L. **Light steel framing para uso em habitações: construção metálica**. 2007. p. 22-26.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Barretos, 2009, 75p.

FERREIRA, R. C. L. **Desempenho de vedações verticais em Light Steel Framing: estudo comparativo com o sistema de alvenaria de blocos cerâmicos**. 2015. 74 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FREITAS, Arlene M. S.; CRASTO, Renata C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manuais da Construção em Aço).

HASS, Deleine Christina Gessi; MARTINS, Louise Floriano. **Viabilidade Econômica do Uso do Sistema Construtivo Steel Frame Como Método Construtivo Para Habitações Sociais**. 2011 TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2005

MENEGUEL, G; Dare, M. E. **Comparativo de custos diretos entre os sistemas construtivos light steel framing e concreto armado com vedação em blocos cerâmicos e em blocos de concreto celular autoclavado**. UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2017.

OLIVEIRA, L. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. **O Projeto de Edifícios Habitacionais Considerando a Norma Brasileira de Desempenho: análise aplicada para as vedações verticais**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 7, n. 1, maio. 2012.

PEDROSO, Sharon Passini et al. **Stell Frame na construção civil**. 2014, 14 f. Anais do 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional.

PERKINS, M. Z. **The Utilization of Light Gauge Steel in Residential Construction on the State of Utah**. Utah, 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Brigham Young University, Utah, 2009.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing**: Engenharia. 2006, 127 f. Rio de Janeiro: IBS/CBCA – (Série Manual de Construção em Aço).

ROCHA, A. C. **Análise Comparativa de Planejamento e Custo de Fachadas de Edifício de Múltiplos Pavimentos Com as Tecnologias Tradicional E com Chapas Delgadas Estruturadas em Light Steel Framing**. São Paulo, 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não-estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R. C. M. **Steel Framing: arquitetura. manual de construção em aço**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil; Centro Brasileiro da Construção em aço, 2012.

TECHNE, Pini. **Steel Frame – fundações (parte 1)**. 2008, edição 135. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285722-1.aspx>. Acesso em: 08 de março de 2021.

VELJKOVIC, M.; JOHANSSON, B. **Light Steel Framing for Residential Buildings**. Sweden, 2006. University of Technology, SE 97187 Lulea.