

VIABILIDADE ECONÔMICA, TÉCNICA E SUSTENTÁVEL DA CONSTRUÇÃO DE CASAS POPULARES UTILIZANDO “LIGHT STEEL FRAME”

Ananias Pinto Ferreira Neto¹
Miguel Menezes dos Santos¹
Cristina das Graças Fassina²
Universidade São Francisco

Miguelmenezes02@outlook.com

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Pta.

²Professora Mestre Orientadora Cristina das graças Fassina, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. O Brasil enfrenta um grave déficit populacional que tem assolado diversas famílias, e os projetos criados para execução de residências populares utilizando construção convencional não são os mais eficientes existentes. Este relatório visa, portanto, analisar a viabilidade técnica, financeira e sustentável a utilização de um método construtivo pouco utilizado no país, conhecido como *Light Steel Frame (LSF)*, para resolver este problema com menores prazos, de maneira mais sustentável, e com o menor impacto no orçamento possível. Para isto, foi realizada uma comparação de orçamentos para um mesmo projeto arquitetônico de uma casa popular realizada aos moldes utilizados para a execução de projetos residenciais de baixo custo atualmente. Para contrapor o uso de LSF, foi escolhida a utilização de alvenaria estrutural, muito comum neste tipo de obras por seu baixo custo. Foram realizadas comparações nos diferentes aspectos da composição de custo, e detalhou-se a forma como foi executada cada obra, dispondo estes em gráficos que por sua vez foram discutidos. Observou-se também os pontos positivos e negativos de cada método construtivo estudado e quais são os impactos destes no meio ambiente.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, Construção convencional, Desenvolvimento Sustentável, Light Steel frame, Tecnologia da construção civil.

Introdução

Com o grande crescimento demográfico que o Brasil vem passando, um problema que tem assolado a sociedade do país é a falta de moradia digna para a população de baixa renda. Inúmeros projetos foram propostos para resolver esse problema, como é o caso do projeto “Minha Casa, Minha Vida”, lançado pelo governo federal em março de 2009, o projeto “Casa verde e amarela” também federal, existente no período de 2019 e 2022, entre outros. Porém, todos estes programas esbarram no mesmo ponto em comum: o custo elevado e a demora no tempo de construção, agravando cada vez mais esta situação. Estes utilizam, na maioria dos casos, métodos construtivos que podem ser considerados como convencionais, por utilizarem como base da construção alvenaria, concreto e mão de obra não especializada. Outro problema a se considerar é a quantidade de impactos ambientais gerados por esta construção convencional, sendo alguns destes a destruição de áreas verdes, poluição atmosférica, geração de resíduos, consumo de recursos naturais, e redução de reservas hídricas.

Com estes problemas, tem-se a necessidade urgente da criação de residências populares de maneira mais barata tanto para o consumidor final, quanto para o provedor, estas sendo realizadas da maneira mais sustentável possível.

A maneira ideal para se resolver esta situação é seguir um caminho de industrialização da construção civil, otimizando os custos ao evitar desperdício de materiais, utilizando mão de obra especializada, produção em escala, com cronogramas mais rígidos na execução e planejamento da obra. Mesmo que as empresas presentes no mercado da construção civil sejam, há muito tempo, resistentes a mudanças no meio, estas inovações tecnológicas são a melhor forma de atingir a industrialização plena dos processos construtivos.

Levando os pontos anteriormente citados em consideração, uma forma de solucionar os problemas causados pela construção convencional é a troca deste método construtivo por outro considerado industrializado e sustentável, como o LSF (*Light Steel Frame*), que propõe uma nova abordagem para a construção civil, mas ainda não é muito difundido em território nacional.

O artigo busca, portanto, comparar de maneira técnica, financeira e sustentável a utilização dos métodos construtivos citados (LSF e construção convencional).

Construção convencional e seus problemas

Os métodos de construção convencionais utilizam uma variedade de materiais, que não são sustentáveis e reutilizáveis, causando uma grande geração de resíduos durante o processo de construção.

Segundo Bauer (2019), essa indústria é a maior consumidora de recursos naturais e de energia, resultando em impactos ambientais significativos. A construção gera mais de 50% dos resíduos sólidos provenientes de atividades humanas, o que evidencia a relação entre a atividade e os desafios ambientais. A *ConstruBusiness*, como é conhecida a cadeia produtiva da construção, utiliza intensamente matérias-primas como água e energia, gerando poluição e resíduos que afetam tanto os ambientes urbanos quanto naturais.

O cimento é o material mais utilizado no mundo, com cerca de 150 toneladas consumidas por segundo, totalizando 14 bilhões de metros cúbicos de concreto por ano, segundo a *Global Cement and Concrete Association*. A construção, que representa 13% do PIB global, é uma das maiores consumidoras desse material. No entanto, a produção de cimento, essencial para o concreto, é altamente poluente, contribuindo com cerca de 7% das emissões globais de CO₂. (AFB)

Criação do sistema Light Steel Frame (LSF)

O histórico do método construtivo "*Light Steel Frame*" remonta ao início do século XIX, quando dos primeiros colonos dos Estados Unidos começaram a conquistar o vasto território norte americano, e devido ao grande crescimento populacional, surgiu-se a necessidade da criação de um método construtivo que utilizasse materiais disponíveis no local, no caso a madeira, se unindo a conceitos de praticidade, agilidade e produtividade, já difundidos na indústria por conta da Revolução industrial. A combinação destes fatores gerou o hoje conhecido como "*Wood Frame*". (CONSULSTEEL, 2002)

No início do século XX, a economia estadunidense viveu um crescimento, e junto a abundância na produção de aço graças ao fim da segunda guerra mundial, houve a possibilidade da evolução dos métodos construtivos vigentes até então, com ênfase nos processos de fabricação de perfis de aço formados a frio, e o uso destes para substituir os de madeira. Isso se fez vantajoso por conta de o aço possuir uma maior resistência e eficiência estrutural, sendo capaz de resistir de forma mais concisa a catástrofes naturais, comuns no

território americano. Na mesma época, mas no outro lado do globo, outro país que começou a investir tempo e dinheiro na criação deste novo método construtivo foi o Japão, que desolado após estar no lado perdedor da segunda grande guerra, necessitava de uma forma de reconstruir as quatro milhões de casas que foram incendiadas por conta dos diversos bombardeamentos sofridos. Por conta disso, também somado ao fato de deixar de exaurir os recursos florestais limitados do arquipélago, o governo Japonês restringiu a utilização de madeira em construções autoportantes. (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012).

Nos anos 90, o uso de madeira em construções residenciais nos Estados Unidos passou a ser questionado devido ao aumento de preço no material e a crescente preocupação em relação ao desflorestamento necessário para a retirada deste material da natureza. Por conta disso, foram realizados estudos na época que estimavam que 25% das novas casas construídas optariam por utilizar *Light Steel Frame*, ao invés do dominante “*Wood Frame*”. (BATEMAN, 1998)

No Brasil, o sistema *Light Steel Frame* começou a ser utilizado a partir dos anos 1990, trazendo inovações significativas para a construção civil. Ele se tornou atrativo por oferecer vantagens em termos de custo-benefício, rapidez na construção e eficiência, tanto para os moradores quanto para os construtores. (THOMAZ, 2024)

Definição do Light Steel Frame

O método construtivo LSF pode ser definido em três aspectos principais:

- Estrutura “painelizada”, uma vez que a base da construção é feita a partir de painéis de aço galvanizado conformados a frio;
- Modulação dos elementos estruturais e de fechamento, pois é feita uma junção de uma quantidade de painéis a fim de transformar a construção em verdadeiros módulos de montagem;
- Estrutura alinhada, também conhecida como “*In Line Framing*”, que é o nome dado ao fato das vigas do piso se apoiarem aos montantes fazendo assim com que as almas dos dois painéis coincidam, garantindo a predominância de esforços axiais nos elementos da estrutura.

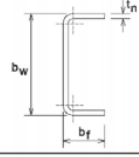
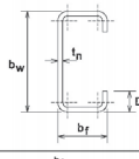
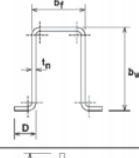
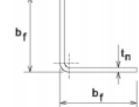
Os painéis estruturais, anteriormente citados, são compostos por perfis galvanizados, sendo assim muito leves. Quando utilizados em paredes, são denominados montantes, e tem função de distribuir as cargas de maneira uniforme, encaminhando-as ao solo. Já no solo, são utilizados os mesmos perfis, de maneira alinhada aos montantes, garantindo que a estrutura fique alinhada. (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012).

Os perfis utilizados no método construtivo *Light Steel Frame* são, em sua maioria, perfis estruturais de aço formados a frio. Estes podem ser concebidos a partir de dobras em prensas dobradeiras, ou máquinas conhecidas como perfiladeiras. A primeira citada apresenta limitações pois existe um limite para o comprimento de perfil que esta consegue dobrar, que é delimitado pelo tamanho da ferramenta de dobra, e é um processo mais demorado, pois a operação desta não pode ser completamente automatizada de maneira simples. A máquina perfiladeira, por sua vez, funciona de maneira contínua, em que no início da linha, utilizam-se bobinas de aço revestidas com zinco, conhecido como aço galvanizado, que é conformada em matrizes de dobra de maneira ininterrupta, permitindo uma maior velocidade na conformação do material, e perfis de comprimento variado. As seções mais utilizadas em edificações que utilizam o LSF são aquelas com formato em “C” ou “U” enrijecido, no caso dos montantes, e o “U” que é utilizado como guia na base e no topo dos

painéis (TABELA 1). Estes perfis podem ser vistos divididos em duas partes: A alma (b_w) e a mesa (b_f), assim como perfis tradicionais de estrutura metálica. A diferença entre o perfil “C” e o “U” é a presença de uma borda (D) nos montantes. A ausência deste recurso permite que o perfil “U” se encaixe na guia, que não deve transmitir e nem absorver esforços, papel desempenhado pelos montantes, vigas e eventuais pilares. (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012).

Existem ainda outros perfis que são utilizados em estruturas de LSF, como é o caso de tiras planas, tipicamente utilizadas para estabilização de painéis e formação de ligações; cantoneiras, utilizadas em conexões de elementos quando o perfil U não pode ser utilizado; e cartolas, empregadas como ripas em telhados.

TABELA 1: Perfis utilizados no LSF

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

(Fonte: NBR 6355:2003)

Processos Construtivos do Light Steel Frame

Existem basicamente três métodos construtivos utilizando *Light Steel Frame*, sendo eles: “Método *Stick*” (FIGURA 1), o mais simples de todos, em que os perfis de aço galvanizado são fornecidos para a obra em medidas padrão, e todo o trabalho de corte é realizado *in loco*, e com isso, toda a montagem de perfis estruturais, guias, acabamento de paredes e instalações é realizado no próprio canteiro de obras. Este método tem algumas vantagens, sendo elas o fácil transporte do material até a obra, a facilidade de não necessitar de um local para a pré-fabricação do sistema, porém aumentam o número de atividades na obra.



(Fonte: Soares, 2021)

FIGURA 1: Método “Stick”

O segundo método é conhecido como “Método dos Painéis” (FIGURA 2), que tem como diferencial o fato de todos os painéis, sejam eles estruturais ou de não estruturais, serem fabricados anteriormente ao transporte ao canteiro, ou seja, lajes, contraventamentos, tesouras de telhado e afins são pré-fabricados, e só “sobra” no canteiro de obras o trabalho de montagem do material. Este método tem como vantagem a velocidade de montagem, controle de qualidade e garantia de medidas da edificação.



(Fonte: Sulmodulos, 2015)

FIGURA 2: Método dos painéis

Por fim, tem-se o método mais completo, conhecido como “Construção Modular” (FIGURA 3). Neste, as unidades da edificação são completamente pré-fabricadas, sendo entregues no canteiro de obras com todos os acabamentos já alocados, incluindo instalações elétricas e hidráulicas, mobiliário e revestimentos. Portanto, este é o método mais rápido para a fabricação de uma edificação, porém apresenta dificuldades em relação a estoque e transporte de materiais, que se apresentam de maneira mais complexa. (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012).



(Fonte: Crasto, 2005)

FIGURA 3: Módulo de banheiro

Dentro dos dois primeiros métodos, “*Stick*” e “Método dos Painéis”, existem duas maneiras que estes podem ser executados em obra, sendo a primeira delas a construção *Balloon*, em que a estrutura do piso é fixada nas laterais dos montantes e estes painéis vão além de um pavimento, tendo a altura total do edifício gerando cargas excêntricas; e a segunda maneira, tida como uma evolução da primeira e mais utilizada nas obras atualmente, que é a construção “*Platform*”, em que os pisos são construídos sequencialmente, um pavimento por vez, com os painéis não sendo contínuos estruturalmente, gerando cargas axiais. (CONSULSTEEL, 2002)

A estrutura executada em LSF tem uma vantagem muito grande em relação à construção convencional, que é o fato de esta ser muito leve, exigindo assim bem menos fundação para garantir estabilidade. A fundação escolhida deve, no entanto, ser contínua para suportar a carga da estrutura, que é uniformemente distribuída ao longo dos painéis estruturais. O tipo de fundação mais utilizado para construções em *Light Steel Frame* é o Radier, que consiste em uma laje rasa que transmite todas as cargas da estrutura de maneira uniforme no terreno. Um outro tipo de fundação que também pode ser utilizado é a sapata corrida, indicada para construções com paredes portantes. (SANTIAGO, FREITAS E CRASTO, 2012)

A estrutura de LSF, por ser leve, deve ser fixada firmemente a fundação, a fim de evitar translação (deslocamento lateral devido à ação do vento), e tombamento da edificação. (SCHARFF, 1996)

“A qualidade final de uma fundação está estreitamente vinculada ao funcionamento correto dos subsistemas que formam o edifício” (CONSULSTEEL, 2002).

Vantagens do LSF

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012), a construção em LSF é muito versátil, podendo se adaptar à criatividade do arquiteto responsável, uma vez que esta seja considerada na hora de se realizar o projeto, junto ao comportamento do sistema. O fato de a construção ser realizada em aço não obriga que este tenha que estar aparente, ao contrário do que normalmente se pensa sobre este tipo de construção.

Os principais benefícios no uso do sistema *Light Steel Frame* (LSF) são os seguintes:

- Comprovada resistência do aço e fabricação padronizada;
- Facilidade na obtenção de perfis;
- Durabilidade e longevidade da estrutura;

- Fácil montagem e transporte;
- Construção a seco, diminuindo o impacto ambiental;
- Rapidez na construção.

Para essas vantagens serem possíveis, deve haver um planejamento de maneira integral na obra, com um projeto detalhado em todos os âmbitos da construção, dimensionamento correto dos perfis e utilização de profissionais especializados, tanto no projeto quanto na execução.

Desenvolvimento Sustentável

O setor da construção civil é responsável por muitas intervenções que transformaram o ambiente natural e geram impactos muito fortes. Nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, há uma crescente demanda no mercado da construção civil. Isso alarga as dimensões do setor, aumentando o uso dos recursos naturais, da energia e da geração de resíduos.

Entretanto, a partir dos anos 1990, o setor vem executando ações significativas, como a reciclagem, a diminuição de desperdícios e o uso eficiente dos recursos, buscando reduzir estes efeitos negativos. Apesar disso, o Brasil carece de uma política sistêmica que integre essas iniciativas e seja realizada de forma mais eficaz. (AGOPYAN, 2011)

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são 17 metas estabelecidas pela ONU para promover o desenvolvimento sustentável até 2030, abordando questões como erradicação da pobreza, conservação ambiental e promoção da paz. O setor da construção civil está profundamente ligado a esses objetivos, uma vez que movimenta uma parte significativa da economia global e gera grandes impactos ambientais desde a extração de matérias-primas até a finalização das obras. (FILIPE, 2021)

Para alinhar suas práticas com os ODS, a construção civil tem adotado medidas mais sustentáveis, garantindo credibilidade e apoio da sociedade. Os ODS mais relevantes para este setor incluem:

- ODS 06 (água potável e saneamento): As empresas de construção e os órgãos públicos que executam as obras de infraestrutura para o saneamento e distribuição de água para todos, sendo possível também, o aproveitamento de água nos canteiros de obras podendo ser alcançado como solução construções a seco.
- ODS 7 (energia limpa e acessível): O setor pode colaborar na utilização de energias renováveis, também grandes como a solar e eólica, tanto em projetos de grande porte quanto em edificações, fazendo assim o uso de energias sustentáveis.
- ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico): A geração de empregos e a formação de trabalhadores na construção civil apoiando o crescimento econômico e promovendo um ambiente de trabalho inclusivo e diversificado.
- ODS 09 (Indústria, Inovação e Infraestrutura): A construção civil executa um papel fundamental na formação e conservação de infraestrutura urbana e energética, integrando estradas, pontes e redes de transporte público.
- ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis): A implementação de tecnologias inovadoras minimiza o impacto ambiental, o setor colabora na criação de cidades mais sustentáveis, empregando materiais ecológicos e projetos eficientes.
- ODS 12 (Consumo e Produção Sustentável) incluir processos mais circulares

que estimulem a reciclagem e reduzam o desperdício é uma forma adicional de contribuição.

- ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima): Para enfrentar eventos climáticos extremos, o setor pode adotar tecnologias e materiais que emitam pouco carbono, ajudando assim a minimizar os impactos climáticos causados pelo aumento das emissões de CO₂.
- ODS 17 (Alianças e Métodos de Implementação): Parcerias entre os órgãos públicos, o setor privado e a sociedade civil promovem projetos sustentáveis e ampliam seus impactos positivos. Tais projetos evidenciam que a construção civil pode funcionar como um exemplo de desenvolvimento que valoriza a sustentabilidade, trazendo contribuições significativas tanto para a economia quanto para a meta a ser alcançada. (VELOSO 2024)

Metodologia

A FIGURA 4 ilustra o desenvolvimento da metodologia adotada neste estudo, que parte da revisão bibliográfica de diversos artigos científicos, livros e sites analisando a viabilidade do método construtivo *Light Steel Frame*, tal qual manuais de execução deste. Foi analisada também a viabilidade sustentável quando comparado com a construção convencional.

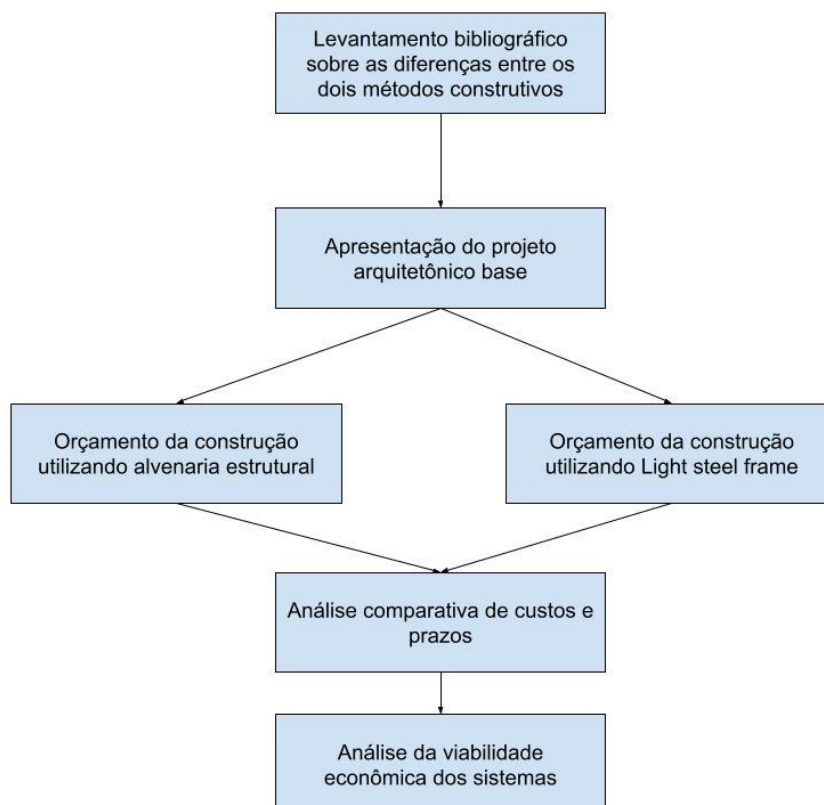


FIGURA 4: Fluxograma da metodologia

Para a comparação dos métodos construtivos, realizou-se um projeto arquitetônico de acordo com os padrões da caixa econômica federal. Na construção convencional, foi utilizado

o método de alvenaria estrutural, orçando o material necessário, mão de obra e prazo por meio de empresas que executam a obra.

Já em relação ao LSF, a composição de custos foi feita através da execução de um projeto estrutural a partir do projeto arquitetônico para se obter as quantidades de cada material necessário, e depois cada item foi orçado separadamente, com a mão de obra sendo orçada por uma empresa consagrada no setor. A partir disso, foi realizada a comparação geral entre os métodos construtivos, analisando a viabilidade técnica, econômica e sustentável de cada sistema.

Desenvolvimento

Vantagens de cada método construtivo

O Método construtivo *Light Steel Frame* apresenta diversos pontos positivos, porém em alguns aspectos, a construção convencional em geral se apresenta de maneira mais simples e viável, principalmente devido ao fato de estar presente a décadas no mercado Brasileiro de construção civil, sendo assim mais conhecida e difundida. A Tabela 2, a seguir, apresenta algumas vantagens presentes em cada método construtivo em diferentes temas para se observar em cada aspecto cada método leva vantagem nos diferentes temas que são abrangidos dentro da construção civil.

TABELA 2: Vantagens dos métodos construtivos

Vantagens	
<i>Light Steel Frame</i>	Construção convencional
Os materiais utilizados são padronizados e produzidos industrialmente, garantindo a qualidade e propriedades técnicas destes.	Materiais facilmente encontrados em lojas de material de construção.
O aço tem é um material que possui resistência comprovada e alto controle de qualidade na produção da matéria prima, garantindo maior precisão dimensional e desempenho da estrutura mais condizente com o calculado.	Estruturas executadas em alvenaria convencional possuem grande durabilidade, se bem executadas.
Mais facilidade no canteiro de obras para a montagem, operação e transporte de material por conta da leveza dos elementos utilizados.	Bom isolamento termo-acústico.
Menos desperdício de recursos naturais, por ser uma construção a seco.	Mão de obra facilmente encontrada, muitas vezes sem necessidade de especialização.
Agilidade nas instalações elétricas e hidráulicas devido a possibilidade de levar os perfis de sustentação com as perfurações necessárias à obra e facilidade em futuras manutenções.	
Possibilidade da combinação de materiais de fechamento para alcançar melhores níveis de desempenho termo-acústico.	
Menores prazos de construção, por conta da rapidez do sistema.	
Matéria prima (Aço) facilmente reciclável e não combustível.	

Ambos os métodos também apresentam algumas características que podem ser vistas como negativas, no que se diz respeito a facilidade de instalação de instalações, acesso a mão de obra e materiais e outros temas, conforme pode ser visto na Tabela 3.

TABELA 3: Desvantagens dos métodos construtivos

Desvantagens	
Light Steel Frame	Construção convencional
Crescente facilidade na obtenção dos perfis por conta de sua padronização, mas muito atrás do seu concorrente.	Materiais nem sempre possuem a qualidade desejada por conta do processo de fabricação destes.
Grande durabilidade da estrutura, por conta do processo de galvanização na fabricação dos perfis, porém não maior que a alvenaria.	Os componentes nem sempre possuem a resistência e dimensões especificadas, e o resultado final da construção pode variar de acordo com a qualidade dos materiais e execução do serviço.
Mão de obra especializada e não tão facilmente encontrada.	Dificuldade na movimentação de materiais, com grande variedade de processos.
	Grande desperdício de materiais e água durante a construção.
	Instalações elétricas e hidráulicas devem ser bem pensadas durante o projeto pois manutenções costumam ser complexas.
	Prazos de construção demorados.
	Grande geração de entulho não reciclável.

Apresentação do projeto arquitetônico de Comparação

Por conta do foco do trabalho acadêmico ser a construção de moradias populares de maneira mais rápida e econômica, levou-se em consideração, no processo de elaboração do projeto arquitetônico, as especificações fornecidas pela Caixa econômica federal, que busca por meio desta atender a municípios que necessitam de uma unidade residencial com baixo custo de produção, atendendo o maior número de famílias, a fim de reduzir um déficit populacional de aproximadamente 6,2 milhões de moradias em todo o Brasil, representando um total de 8,3% do total de domicílios ocupados. (MANSUR, 2024).

Dentre as especificações exigidas pela Caixa para realizar o orçamento, tem-se a área mínima construída de 41,87m²; um padrão de acabamento básico contendo piso de cerâmica, pintura em PVA e alvenaria com revestimento externo e interno (no caso do orçamento em construção convencional), uma planilha orçamentária com memorial descritivo.

Com os tópicos anteriormente citados levados em consideração, é apresentado na FIGURA 5 o projeto arquitetônico, e posteriormente os métodos construtivos utilizados para o orçamento de uma residência unifamiliar sendo uma construção térrea com uma sala, dois quartos, um banheiro e cozinha, somando uma área construída de 44,4m², dentro de um terreno de 93,5m².

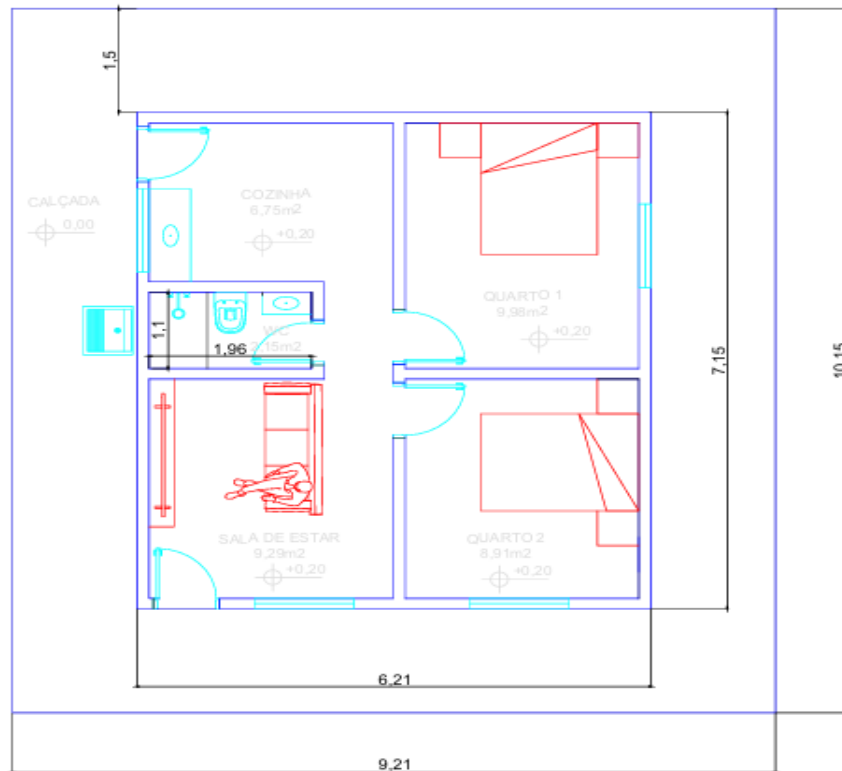


FIGURA 5: Projeto arquitetônico da residência alvo do estudo

Levantamento de material e mão de obra

Para a realização do comparativo entre a construção em LSF e a construção convencional, alguns subsistemas presentes em ambos os métodos construtivos não foram considerados, por conta de não haver diferença no processo de execução em ambos os casos. Alguns destes subsistemas desconsiderados são a fundação, serviços preliminares, a cobertura, revestimentos de piso e parede, pinturas e esquadrias. Tem também o caso das instalações elétricas e hidráulicas, que mesmo sendo executadas de maneira diferente, sendo mais simples em construções utilizando *Light Steel Frame*, utilizam os mesmos materiais, e esta execução já é considerada na mão de obra de ambos os métodos. Portanto, só será apontado no comparativo itens particulares de cada método.

Construção em alvenaria estrutural

O método construtivo utilizado para representar a construção convencional no presente estudo foi o de alvenaria estrutural, que é o mais utilizado em construções residenciais e comerciais de baixa e média altura devido a sua eficiência estrutural, rapidez na execução e economia de materiais. A principal particularidade da alvenaria estrutural é que as paredes desta possuem função estrutural, ou seja, suportam as cargas da edificação sem a necessidade de vigas e pilares de concreto armado.

Para o bom funcionamento do método é preciso tomar algumas precauções na execução e planejamento para ter uma construção segura e duradoura.

O projeto de alvenaria estrutural é realizado definindo cargas que as paredes precisam suportar, o que faz com que o planejamento seja detalhado. Em geral, as aberturas de portas, janelas e passagens de tubulações já são projetadas previamente, pois estas aberturas

interferem diretamente na resistência da parede. A modulação é uma parte importante, e os tijolos ou blocos são dispostos de modo que se reduza ao máximo os cortes e ajustes na obra, procurando-se obter o mesmo encaixe de parede.

O principal material utilizado é o bloco estrutural, sendo de concreto ou cerâmica, que são projetados para suportar grandes cargas. A argamassa de assentamento é que une os blocos e precisa ser aplicada em uma quantidade e com qualidade específicas para não comprometer a resistência estrutural, sendo que em pontos específicos podem ser colocadas camadas de reforço com vergalhão de aço e concreto para melhorar a resistência da estrutura. As instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias são planejadas de modo que passem entre os espaços vazios dos blocos, o que não danifica as paredes. Após a execução, são aplicados os acabamentos, como reboco, tinta e revestimentos, seguindo o mesmo padrão de qualquer outra construção convencional.

Composição de custos da construção convencional

Uma construtora localizada em Bragança Paulista elaborou a avaliação de tempo para a execução de uma obra em alvenaria estrutural. A empresa propôs um prazo de entrega de quatro meses, com uma equipe de três funcionários dedicados ao projeto, para executar toda a construção. O levantamento quantitativo dos materiais para a realização da obra também foi informado pela empresa, deixando o orçamento de custos à disposição do cliente.

O método construtivo em alvenaria estrutural exige insumos específicos para garantir a qualidade e a durabilidade da obra. Entre esses materiais estão blocos de concreto estrutural de medidas (19x19x39) cm, cimento, areia, pedrisco, vergalhão de aço e aditivos como *Bianco* e *Vedacit*, além de água para a mistura e cura do concreto e argamassa. Cada insumo desempenha um papel fundamental na resistência estrutural e no acabamento da edificação, seguindo as normas técnicas vigentes para esse tipo de construção.

TABELA 4: Tabela de custos do material em alvenaria estrutural

MATERIAIS					
Descrição	Item	Unidade de medida	Quantidade	Valor unitário	Total parcial
ESTRUTURA	Cimento	Un	62	R\$ 32,00	R\$ 1.984,00
	Areia	M3	12	R\$ 135,00	R\$ 1.620,00
	Bloco de concreto (19X19X39)	Un	1600	R\$ 3,87	R\$ 6.192,00
	Pedrisco	M3	5	R\$ 145,00	R\$ 725,00
	Vedacit	L	7,2	R\$ 12,22	R\$ 87,98
	Bianco	L	3,6	R\$ 30,00	R\$ 108,00
	Aço CA50, CA60	KG	888	R\$ 10,11	R\$ 8.977,68
	Água	L	1000	R\$ 0,32	R\$ 320,00
				TOTAL=	R\$ 20.014,66

A TABELA 4 apresenta o orçamento dos materiais utilizados na execução da obra em alvenaria estrutural, e não discrimina elementos de vedação, uma vez que a própria parede já executa ambas as funções.

A mão de obra representou o valor majoritário da composição de custos da construção convencional, sendo orçada no valor total de R\$45.780,00; orçamento este realizado no dia 18/11/2024 (TABELA 5)

TABELA 5: Orçamento mão de obra alvenaria estrutural

Orçamento mão de obra	
Valor	Prazo
R\$ 45.780,00	120 dias

Construção em Light Steel Frame

Para a construção do projeto utilizando o método construtivo *Light Steel Frame*, optou-se por utilizar o método painelizado, que consiste de levar os painéis que compõem as paredes da obra já prontos ao canteiro, conhecido no mercado como “Perfil engenheirado”. Este método foi escolhido pois a sua utilização reduz muito o prazo da obra por retirar do canteiro o máximo de trabalho, por não ser o ambiente ideal, e levar para uma fábrica que fornece as condições perfeitas para a execução de cortes, furos e fixação do material, e levando em consideração que a ideia do estudo é realizar casas de baixo custo que serão repetidas diversas vezes utilizando o mesmo projeto arquitetônico, pode-se realizar uma verdadeira linha de montagem em que a fábrica trabalha junto aos instaladores para executar o maior número de casas possível no menor tempo hábil.

Composição de custos do Light Steel Frame

A composição de custos (TABELA 6) e memorial descritivo foram realizados pelo próprio autor, seguindo como base diversos manuais e trabalhos acadêmicos estudados, e levando em consideração todos os aspectos específicos do LSF que não são utilizados na construção convencional para se ter uma comparação em condições semelhantes. Para os montantes, vergas e viga de sustentação da cobertura, foi escolhido o perfil U enrijecido de 90mm com 0,95mm de espessura, que oferece uma boa resistência neste uso. A disposição em que os perfis montantes foram distribuídos foi de, em média, 500 mm por painel, sendo assim capaz de sustentar sem dificuldade a estrutura, conforme descrito por norma. Na região do banheiro, distribuiu-se estes perfis a cada 200 mm pois foi projetado que em cima deste cômodo ficará disposta a caixa d’água da casa, portanto necessita-se de um reforço maior na estrutura, também citado em manuais e normas. Para as guias superiores e inferiores destes montantes, foi utilizado o perfil U simples também de 90mm com 0,95mm de espessura.

Para evitar possíveis forças horizontais causadas pelo vento, foram dispostos nos painéis da parede de maneira perpendicular aos montantes fitas metálicas, que tem por função fazer com que toda a estrutura trabalhe junta no caso de forças horizontais pontuais. Para fixar a estrutura no baldrame, foram utilizados fixadores do tipo “parabolt”.

No fechamento externo da construção, utilizaram-se placas cimentícias com 10mm de espessura que, com tratamento, resistem às intempéries do tempo e fornecem uma boa resistência e acabamento. Internamente optou-se por chapas de gesso tanto nas paredes quanto no forro, e no banheiro foi utilizado chapa de gesso verde, que resiste a umidade do local. Para a fixação destes elementos de vedação, foram utilizados fixadores do tipo “auto brocante”.

Por fim, para garantir o devido isolamento termoacústico da construção, optou-se pela utilização de lã de rocha no interior das paredes e toda a construção foi disposta em cima de uma banda acústica, que tem por função vedar qualquer som que possa vir do ambiente externo.

TABELA 6: Tabela de custos do material em *Light Steel Frame*

MATERIAIS					
Descrição	Item	Unidade de medida	Quantidade	Valor unitário	Total parcial
ESTRUTURA	Guia 90mm #0,95 C/ 6,00M	PC	14	R\$ 76,00	R\$ 1.064,00
	Montante 90mm #0,95 C/ 6,00M	PC	86	R\$ 120,00	R\$ 10.320,00
	Fita metálica de contraventamento C/ 15,00M	PC	6	R\$ 70,30	R\$ 421,80
	Parafuso alto brocante	Un	2000	R\$ 0,07	R\$ 140,00
	Parabolt \varnothing 10,0mm	Un	150	R\$ 0,92	R\$ 138,00
VEDAÇÃO	Chapa de gesso ST fechamento interno #12,5 2,16M2	PC	69	R\$ 31,87	R\$ 2.199,03
	Chapa de gesso Verde fechamento interno #12,5 2,16M2	PC	10	R\$ 49,90	R\$ 499,00
	Chapa cimentícia fechamento externo #10,0 2,88M2	PC	28	R\$ 105,36	R\$ 2.950,08
	Banda acustica de rolo 10M	PC	4	R\$ 45,00	R\$ 180,00
	Lã de rocha Termoacústica 4,32M2	PC	10	R\$ 119,90	R\$ 1.199,00
				TOTAL=	R\$ 19.110,91

A Tabela 6 de custos foi dividida entre elementos estruturais e de fechamento, utilizando valores de mercado, tal qual quantidades para realizar a composição de preços. Já a mão de obra foi orçada com uma empresa localizada em Sorocaba e especialista na execução de obras utilizando *Light Steel Frame*, e o valor total para a execução da obra foi de R\$105.600,00; sendo realizada em um período de 40 dias úteis. O orçamento foi realizado no dia 18/11/2024 (TABELA 7)

TABELA 7: Orçamento mão de obra LSF

Orçamento mão de obra	
Valor	Prazo
R\$ 75.600,00	40 dias

Resultados e discussão

Análise comparativa de custos

Analisando a tabela de custos dos dois métodos construtivos, analisou-se que, contra as expectativas, o valor dos materiais da construção em *Light Steel Frame* não ficou tão distante do valor em alvenaria estrutural. Esta diferença era esperada pois, com base em estudos acadêmicos e manuais realizados a poucos anos atrás, a diferença entre o valor dos materiais já apresentava um degrau muito grande para uma eventual mudança de método

construtivo nesse tipo de edificação. Observou-se, porém, que com o passar dos anos, os custos dos materiais utilizados no método construtivo LSF estão reduzindo drasticamente, fazendo com que seja possível uma discussão se os benefícios sustentáveis já compensam a pequena diferença de custo, no caso dos materiais, tendo em vista um mercado cada vez mais preocupado com a preservação do planeta e a vontade de utilizar materiais que vão desgastar o mínimo possível a relação da construção com os recursos naturais. (FIGURA 6)

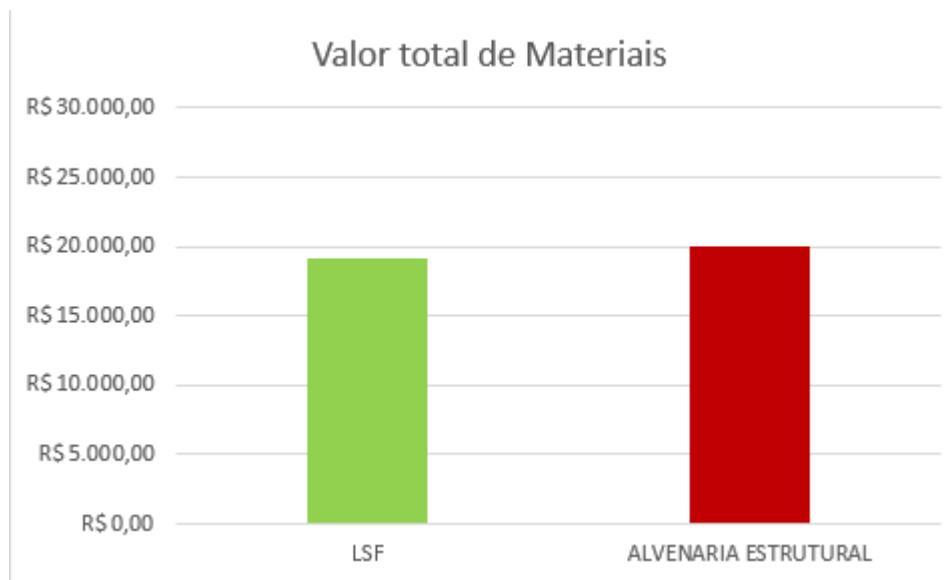


FIGURA 6: Comparativo de custos de materiais

O fato de ter sido escolhida a alvenaria estrutural para realizar o comparativo gerou uma situação inusitada, pois como esta já realiza tanto a função estrutural quando a de vedação, garantindo um bom isolamento termoacústico, é possível realizar uma comparação (FIGURA 7) de qual é o custo que a construção utilizando *Light Steel Frame* teve que gastar em vedação para chegar a um nível equivalente de isolamento termoacústico que já está presente na construção convencional sem esse gasto extra, porém mostrando que a estrutura do LSF é relativamente barata e fácil de ser executada.

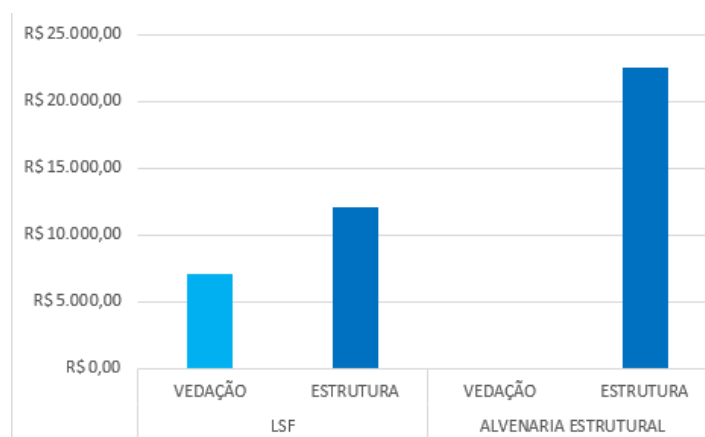


FIGURA 7: Comparativo de custo em grupos de materiais

No tópico de mão de obra, conclui-se o motivo pelo qual o Light Steel Frame ainda não é tão difundido no território brasileiro. O contato com empresas que executam

construções neste método construtivo não ocorreu de maneira simples, pois, por ser um segmento novo e pouco explorado no Brasil, não existe uma grande quantidade de empresas, e as que existem não são de grande porte, sendo majoritariamente, pelo que se pode perceber nos contatos realizados, compostas por um pequeno grupo de engenheiros, sem estrutura para realizar grandes projetos. Esta falta de estrutura pode ser enxergada no orçamento de mão de obra. Neste aspecto, a construção convencional, e especificamente a alvenaria estrutural, está muito à frente no que se diz respeito à disponibilidade de mão de obra e custos dela. (FIGURA 8)



FIGURA 8: Comparativo de mão de obra

Após ter analisado todos os tópicos referentes aos custos das obras, por fim é possível comparar o custo final da construção em ambos os métodos construtivos, excluindo desse valor os sistemas que estão presentes em ambos os métodos (FIGURA 9). É possível perceber que mesmo com os valores do LSF estarem sofrendo uma grande diminuição nos últimos anos, ainda sim a construção em alvenaria estrutural é mais viável financeiramente, tendo o valor total aproximadamente 30% mais barato que a construção em LSF.

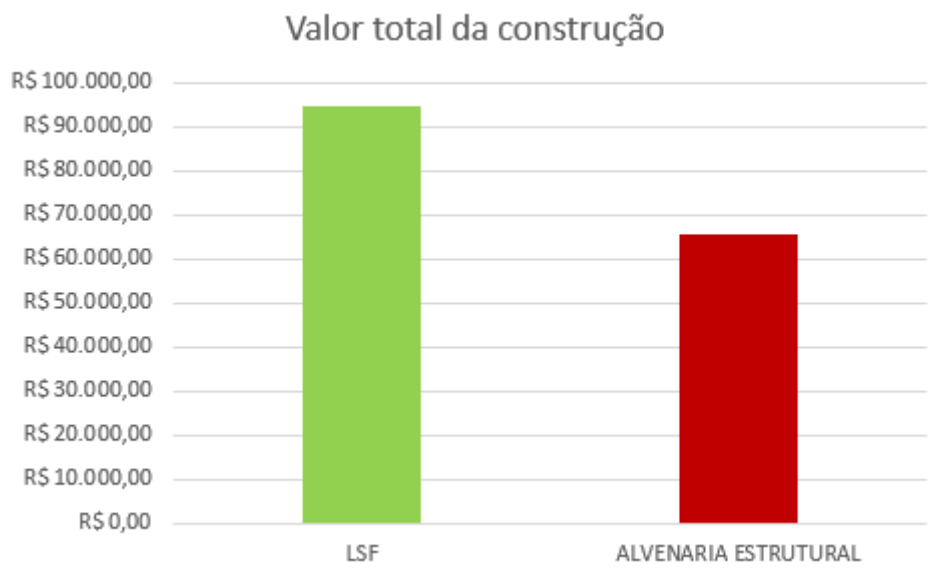


FIGURA 9: Comparativo de valor total

Análise comparativa de prazos de execução

Conforme foi citado anteriormente, a falta de grandes empresas no setor é um grande empecilho para a popularização do LSF no Brasil, e acaba minimizando uma das principais vantagens do método construtivo que é o prazo de entrega, porém mesmo com este problema, ainda é possível ver uma grande diferença no tempo de execução da obra, com a execução desta sendo feita em um terço do tempo da alvenaria estrutural, o que pode ser um ponto crucial para a escolha de qual método construtivo utilizar. (FIGURA 10)



FIGURA 10: Comparativo de prazos

Conclusões

Com todos os comparativos realizados, entende-se de maneira geral que a construção em *Light Steel Frame* ainda possui um custo mais elevado em relação ao uso de alvenaria estrutural, porém foi possível concluir que esta diferença de aproximadamente 30% no custo final foi causada exclusivamente por conta da mão de obra especializada do LSF, uma vez que o orçamento de materiais de ambos os métodos construtivos teve um valor tecnicamente igual, com uma ligeira vantagem para o LSF. Por conta disso, é possível argumentar que, com a crescente popularização deste método construtivo, que tem resultado em uma baixa de preços nos perfis utilizados, essa diferença seja ainda mais reduzida, e abre-se espaço para futuras pesquisas com o enfoque na capacitação de uma mão de obra já adaptada à construção convencional para que esta seja capaz de construir uma residência utilizando o método construtivo *Light Steel Frame* e investimento em um centro de fabricação para os realização das partes painelizadas da construção, que vão prontas ao canteiro, tornando toda a operação viável para empresas que já tem experiência no mercado construtivo convencional, e assim reduzindo o custo que ainda é responsável pela desvantagem financeira do uso de *Light Steel Frame*: A mão de obra.

O estudo, que tinha por objetivo descobrir uma nova técnica construtiva capaz de resolver o déficit populacional no Brasil de maneira rápida e sustentável, contribuiu de maneira eficaz no tema pois comprovou que existe sim uma maneira de mitigar este problema, pois mesmo levando em consideração um custo mais elevado, tem outros aspectos que tornam o uso de *Light Steel Frame* uma boa escolha já nos dias de hoje na execução de obras populares, sendo eles:

- Prazo de construção três vezes menor quando comparado ao uso de alvenaria estrutural, sendo trivial para situações emergenciais onde deve-se evacuar uma população carente de determinada área no menor prazo possível.
- Utilização de materiais mais sustentáveis, minimizando assim o impacto ambiental e a liberação de CO₂.
- Resistência comprovada do material utilizado, garantindo uma grande durabilidade das construções que utilizam este método construtivo.
- Projetos eficientes, com menos desperdício de material.

Com todas as observações realizadas, conclui-se que o método construtivo *Light Steel Frame* pode sim passar a ser utilizado nos próximos anos em projetos de habitação para população carente em todo o país, e com muita dedicação, dar um fim ao problema que afeta tantas famílias brasileiras: A falta de moradia.

Referências Bibliográficas

AFP; **O concreto: terceiro maior emissor mundial de gases de efeito estufa**. 19 de outubro de 2021. Disponível em: <https://istoedinheiro.com.br/o-concreto-terceiro-maior-emissor-mundial-de-gases-de-efeito-estufa/>. Acesso em: 18 de out. 2024.

AGOPYAN, Vahan. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Editora Blucher, 2011. *E-book*. ISBN 9788521215967. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215967/>. Acesso em: 24 set. 2024. (Pag. 14 a 19).



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6355: Perfis estruturais de aço formados a frio - padronização**. Rio de Janeiro. 2003.

BATEMAN, B. W.; **Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction**. Texas: Department of construction science of A&M University, College Station, 1998.

BAUER, L. A F. **Materiais de Construção - Vol. 1**. Rio de Janeiro: LTC, 2019. *E-book*. ISBN 9788521636632. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521636632/>. Acesso em: 29 set. 2024. (Pag.1 a 5).

CAIXA. **Cadernos CAIXA, Projeto padrão - Casas populares | 42m2**. Vitória 2007.

CAIXA. **Cartilha habilitação PF: Construção, conclusão, Reforma e Ampliação de Unidades Habitacionais Isoladas - Orientações para clientes e responsáveis técnicos**. 2024. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/habitacao-documentos-gerais/cartilha-habitacao-PF-construcao-conclusao-reforma-ampliacao-de-unidades-habitacionais.pdf>. Acesso em: 02 de nov. 2024

CONSULSTEEL; **Construcción con acero liviano** – Manual de Procedimiento. Buenos Aires, 2002.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light steel framing**. Ed. Ouro Preto: Universidade federal de ouro preto, 2005.

FILIPPE, Guilherme. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil**. 23 agosto de 2021. Disponível em: <https://elojr.com.br/construcao-civil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 03 nov. 2024.

MANSUR, Rafaela. **Brasil tem déficit habitacional de seis milhões de domicílios; veja ranking de estados**. 21 junho de 2024. Disponível em: [Brasil tem déficit habitacional de mais de seis milhões de domicílios; veja ranking de estados | Minas Gerais | G1](#). Acesso em 18 nov. 2024.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2012. 152p.

SCHARFF, R.; **Residential steel framing handbook**. New York: McGraw Hill, 1996.

Soares, E. R.; **Light Steel Frame - Conhecendo o sistema construtivo a seco**. Rio grande do Sul, Instituto federal de educação, ciência e tecnologia, 2021.

Sulmodulos; **Como trabalhar com steel frame**. 2015. Disponível em: <https://www.sulmodulos.com.br/como-trabalhar-com-steel-frame/>. Porto Alegre, Acesso em: 24 out. 2024.



THOMAZ, Ana Claudia. **Steel Frame: Um sistema de construção inovador.** 20 de outubro de 2021. Disponível em: <https://conteudo.espacosmart.com.br/steel-frame/>. Acesso em: 08 set. 2024.

VELOSO, Vinicius. **Como a construção civil pode contribuir com os ODS.** 2024. Disponível em: <https://construiroamanha.com.br/blog/construcao-civil/como-a-construcao-civil-pode-contribuir-com-os-ods/> . Acesso em: 07 nov.2024.